



M

H 25



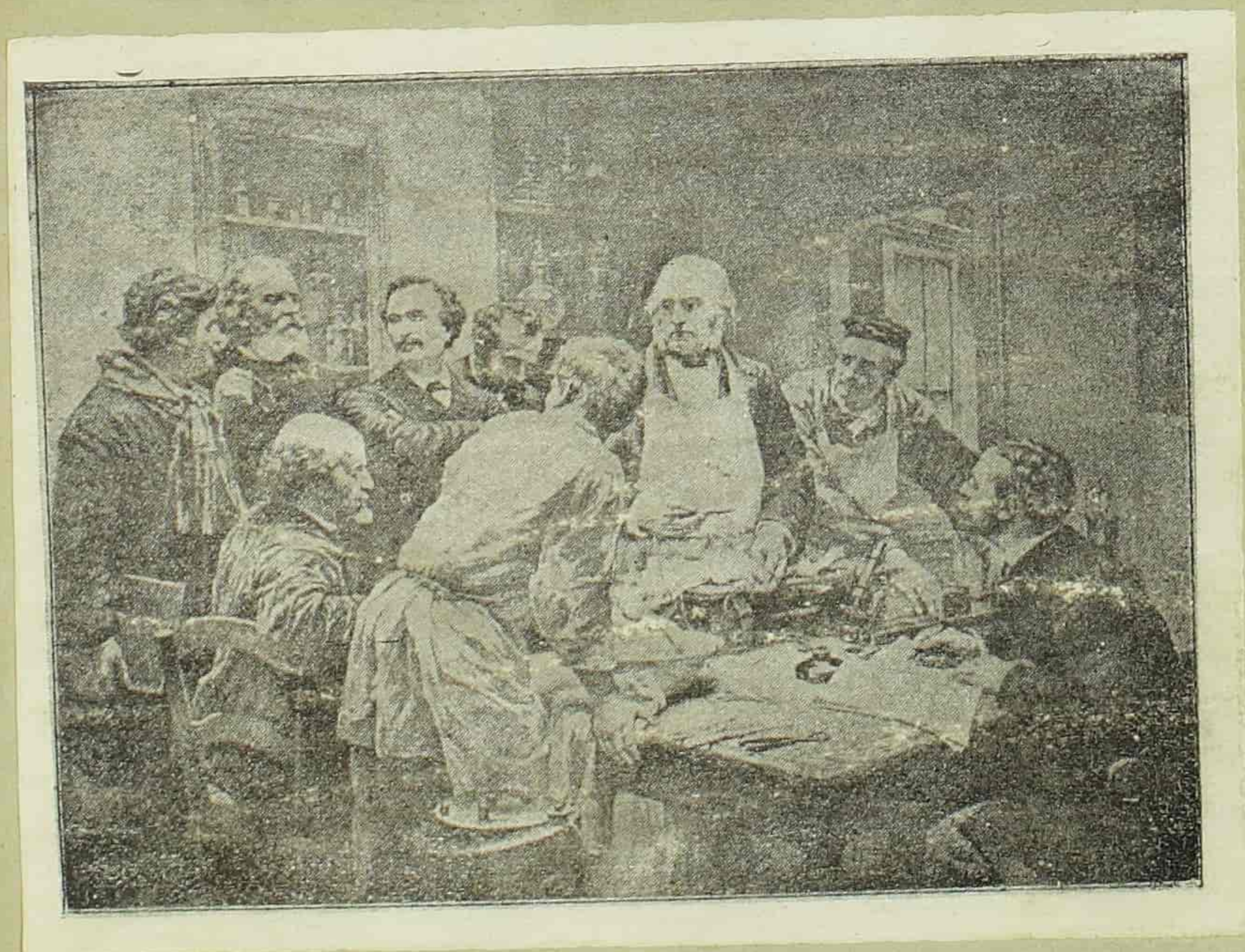
610030161

COBISS ©

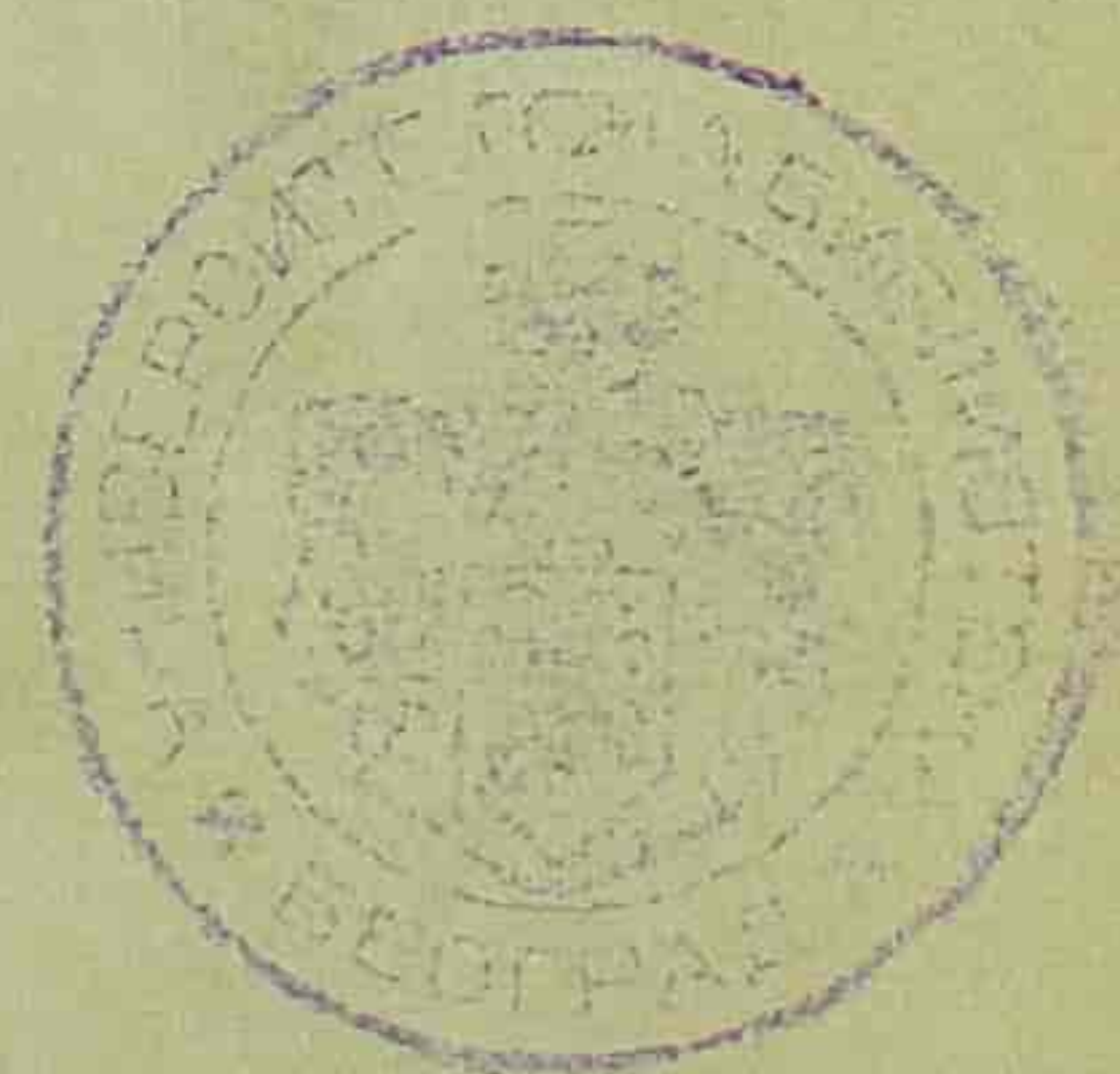


ИВАН БАЈА

ОСНОВИ ФИЗИОЛОГИЈЕ



ДРЖАВНА ШТАМПARIЈА
КРАЉЕВИНЕ СРБА, ХРВАТА И СЛОВЕНАЦА
БЕОГРАД — 1923



УНИВ. БИБЛИОТЕКА

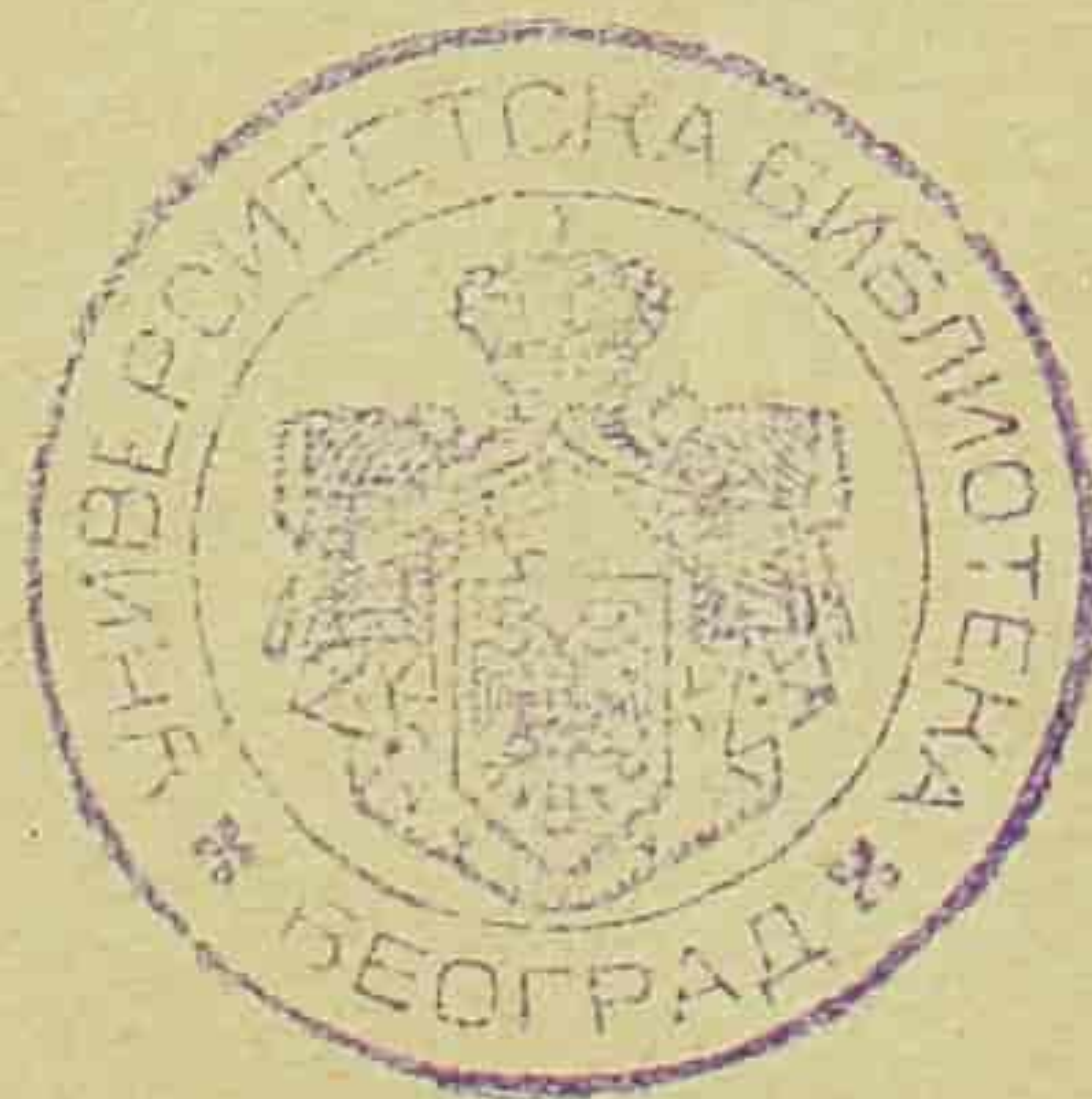
И. Бр. 30.161

ОСНОВИ ФИЗИОЛОГИЈЕ

НАПИСАО

ИВАН ЂАЈА

Професор Физиологије на Филозофском Факултету Университета
у Београду.



ДРЖАВНА ШТАМПАРИЈА

КРАЉЕВИНЕ СРБА, ХРВАТА И СЛОВЕНАЦА

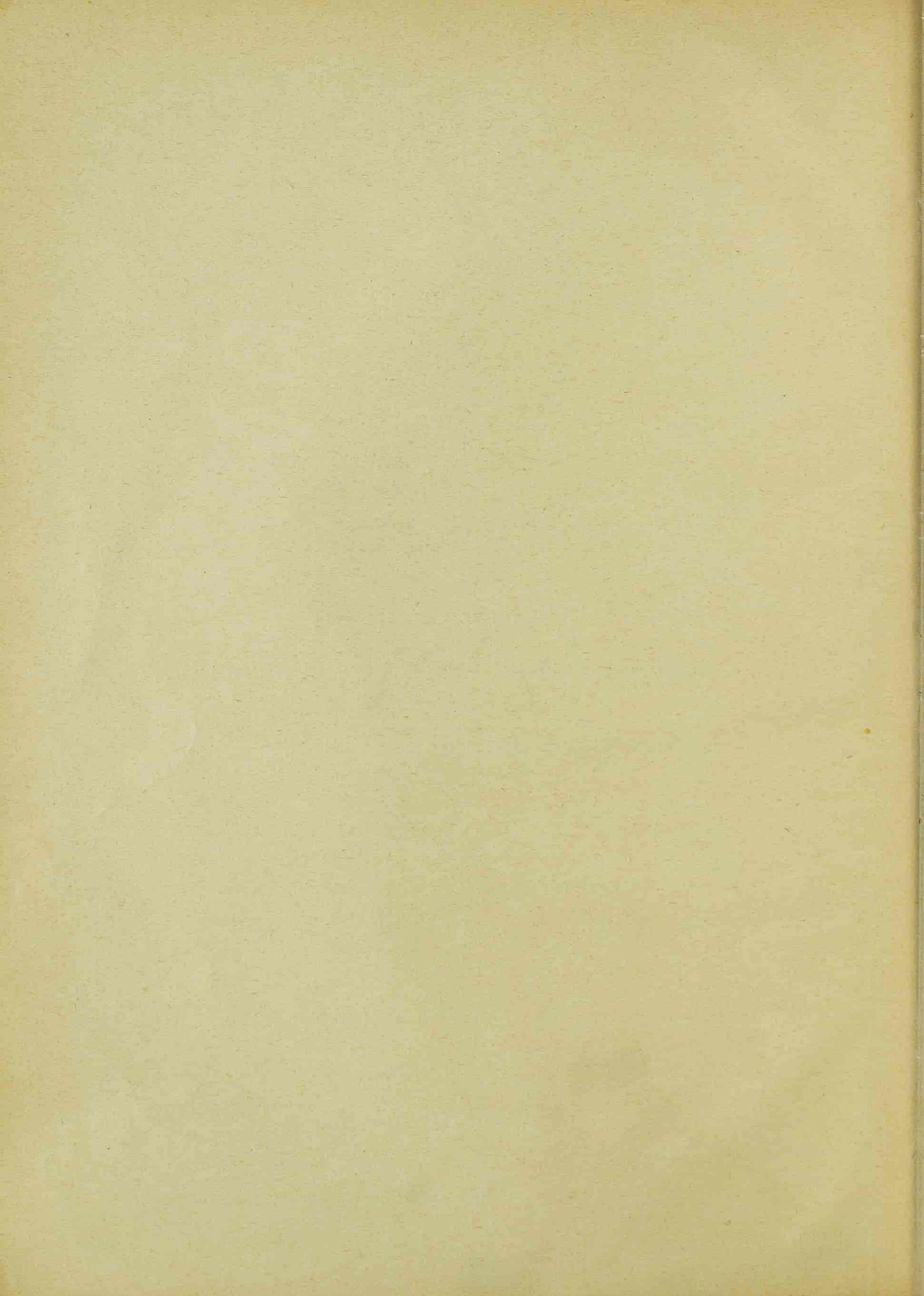
БЕОГРАД — 1923.

ПРВОМЕ НАРАШТАЈУ

УЈЕДИЊЕНЕ

ЈУГОСЛОВЕНСКЕ УНИВЕРСИТЕТСКЕ ОМЛАДИНЕ

ПОСВЕЋУЈЕМ ОВУ ШКОЛСКУ КЊИГУ



ПРЕДГОВОР

Ова је књига намењена мојим ученицима, слушаоцима Физиологије на Филозофском Факултету. Сматрао сам својом наставничком дужношћу дати им уџбеник предмета који предајем и тиме им олакшати рад.

Да би ова књига одговорила сврси којој је намењена, нисам смео прећи ограничени обим који сам себи поставио. Стога има много важних ствари које у њој нису могле бити ни поменуте. Одвећ гломазно дело, уместо да буде вођ, могло би бити узрок да почетник залута на првome кораку.

Разуме се да нисам мислио дати нечега оригиналнога у тако основној књизи: стога у њој нема готово ничега што се не налази у свима књигама те врсте. Међутим, пошто су ови Основи Физиологије намењени студентима биолозима, дакле онима који не уче Физиологију у циљу њених примена, то сам распоредио и развио градиво на основу једне опште биолошке идеје водиле: да је промет материје и енергије основна појава живота, којој су подређене све физиолошке функције. На тај начин, једна општа идеја обухвата целу књигу.

Нека ми буде допуштено упоредити то схватање промета материје и енергије, као основне појаве живота, следећом сликом:

Плодном равницом прекриљеном људском радиношћу протиче моћна и широка река. Свему томе што је ту

окупљено, она је узрок: и бродовима који по њој плове, и творницама које снабдева својом снагом и чије производе разноси, и стовариштима која се нижу дуж њених обала, и мостовима који је опкорачују, итд. Све је ту ње ради и од ње. Та река, то је првобитна појава која даје живот томе крају, као што је протицање материје и енергије моћна река којој је све подређено у организмову функционисању.

Из тога се схватања може разумети зашто је у следећим странама дато претежно место Хемији и Енергетици живота.

Питање је сада, о којој је Физиологији говора у овој књизи: о људској, животињској или упоредној? На то ћу питање дати одговор напоменувши да до данас у ствари постоји једна једина Физиологија која се може изложити као целина: то је Физиологија саграђена од тековина добивених са свих страна, на човеку, псу, зецу, жаби, бескичмењацима итд. Човекова Физиологија не постоји као целина, иако има књига са тим насловом, али у којима се већина података не односе на људски организам. Чињеницама физиолошким добивеним са свих страна од различних организама саграђена је Физиологија која нам даје анализу појава које су опште свима живим бићима и анализу посебних механизма који припадају само извесним групама живих бића, и који су боље изучени или у човека, или у овога кичмењака, или у онога бескичмењака, према томе кој се организам указао погоднијим за изучавање. У тако званим Физиологијама Човека износи се најпре оно што се односи на човека, а у недостатку тога излажу се подаци добивени на животињама, на сисарима, па и на хладнокрвним кичмењацима, а за извесне појаве силази се и до нижих бескичмењака (појава оплођавања, на пример, описује се у морскога јежа). Једино тако схватана Физиологија може у данашњем стању науке дати нам једну целокупну слику животног механизма којим се та наука бави.

Ова је књига, као што рекох, намењена студентима Биологије. Али мислим да ће моћи послужити и свима онима који почињу учити Физиологију у ма коме циљу. Нарочито се надам да ће послужити наставницима у средњим школама, где је, у програму наставе Зоологије, и Физиологија добила места.

Пријатна ми је дужност изразити и овде своју захвалност Г. Ј. Цвијићу, бившем Ректору Университета, чијом је заузимљивошћу ова књига изашла у издању Државне Штампарije.

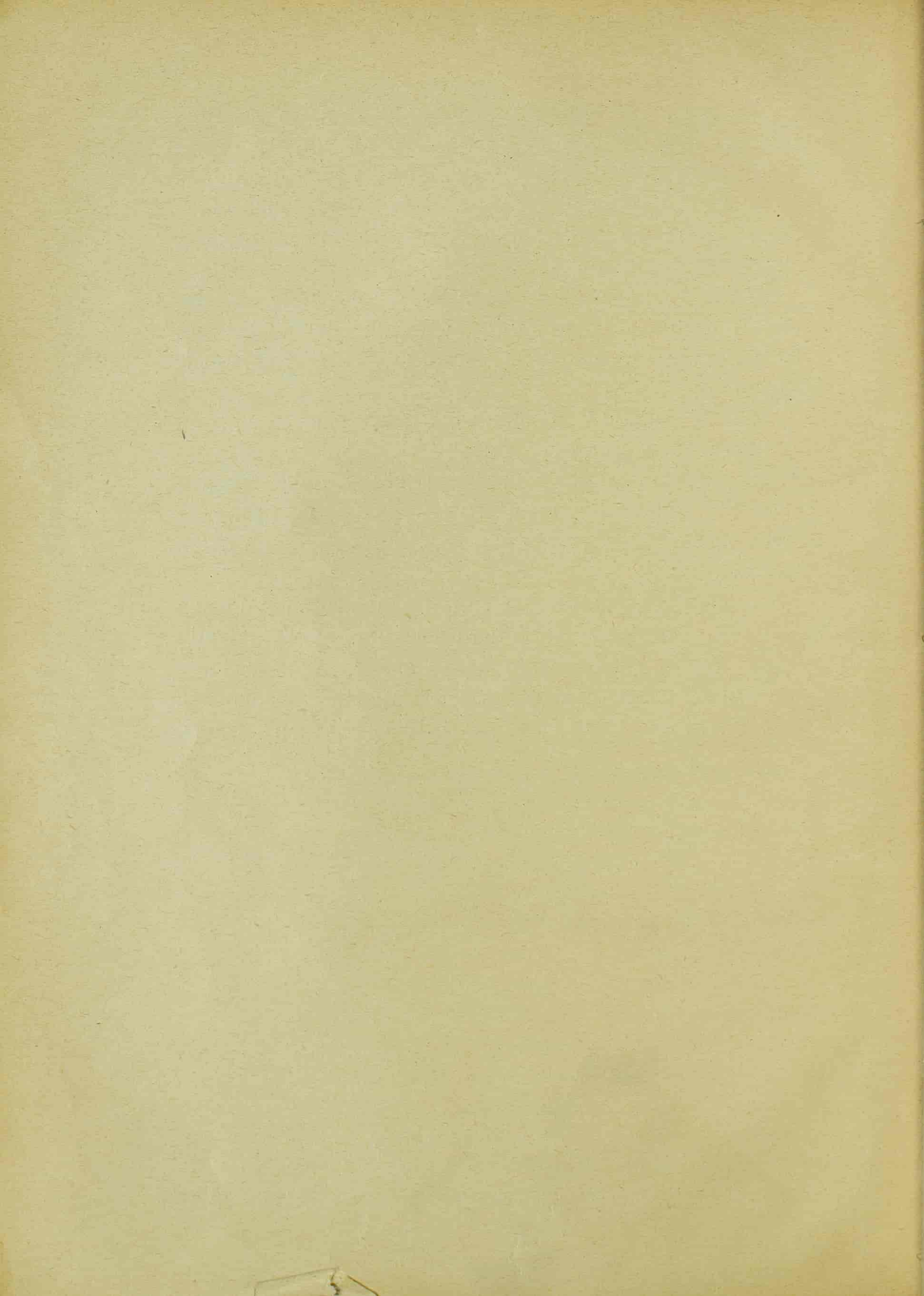
Нека је хвала и Г. Б. Малешу, моме асистенту, који ми је помагао у држању коректура и који је саставио азбучни садржај на крају књиге. И поред многобројних пажљивих коректура ипак су се поткрале неколике грешке, назначене на крају књиге. Молим читаоца да их одмах исправи.

Да завршим једном жељом. Нека би овај уџбеник ма колико допринео биолошко-физиолошкоме правцу наставе јестаственице, који данас свуда узима маха, у вишој као и у средњој настави, јер се најзад увидело: да живот није најспореднија особина живих бића.

На Ђурђев-дан 1923.

Иван Ђаја





САДРЖАЈ

	Страна
Увод	1
ПРВИ ДЕО	
Размене материје	
ГЛАВА ПРВА	
Храна (алименат)	9
I. Вода	10
II. Минералне соли	12
III. Кисеоник	19
IV. Угљени хидрати	22
I. Моносахариди	23
II. Дисахариди	32
III. Трисахариди и тетрасахариди	33
IV. Полисахариди	33
Пентозане	36
Гликозиди	37
V. Масти	38
Лецитини	41
VI. Беланчевине	42
I. Протеини или просте беланчевине	43
Грађа протеина	49
Амино-киселине	50
Албумозе и пептони	57
Протамини и хистони	58
II. Протеиди или сложене беланчевине	59
A. Нуклеопротеиди	59
B. Фосфопротеиди или псеудонуклеопротеиди	63
C. Гликопротеиди	63
D. Хемоглобин	64
III. Протеоиди	66
Целокупни састав хране	67
Алкохол, зачини и др.	68
ГЛАВА ДРУГА	
Излучивање (екскрета)	71
I. Излучивање апаратом за дисање	71
II. Излучивање кожом	73

	Страна
III. Мокраћа	74
Амониак	75
Урска или мокраћна киселина	75
Креатинин	77
Хипурска киселина	77
Сумпор	78
Хлор	80
Фосфор	80
IV. Измеци	81

ГЛАВА ТРЕЋА

Промет материје у организму (метаболизам)	
Квалитативни промет	83
I. Ферменти	
Хидролазе	
Ферменти угљених хидрата	88
Ферменти масти	90
Ферменти беланчевина	90
Ферменти гликозида	93
Оксидазе	93
Кластазе	93
Коагулазе	94
II. Промет кисеоника	94
III. Промет воде	102
IV. Промет минералних соли	104
V. Промет угљених хидрата	107
VI. Промет масти	110
VII. Промет беланчевина	114
VIII. Промет алкохола	124
Квантитативни промет	125
I. Промет материје при гладовању	129
Азотни промет	130
II. Промет материје при искључивоме узимању масти	133
III. Промет материје при искључивоме узимању угљених хидрата	133
IV. Азотна равнотежа	134
Утицај масти на азотну равнотежу	137
Утицај угљених хидрата на азотну равнотежу	139
V. Квалитативна и квантитативна потреба азота	141
VI. Витамини	143
VII. Физиолошка основа за састављање оброка	146

ДРУГИ ДЕО

Размене енергије	
I. Енергија и живот	149
II. Хемијска енергија и храна	152
III. Мерење енергетских размена	156

	Страна
IV. Енергетски промет гладовања	158
Енергетски оброци	159
V. Изодинамија и изогликозија	161
VI. Енергетска вредност алкохола	162
VII. Физиолошке улоге енергије	164
VIII. Мишићни рад	166
IX. Животињска топлота	
I. Организми са сталном и са променљивом температуром	172
II. Одржавање сталне температуре	173
III. Презимари	177
IV. Распоред температуре организмове	173
Упоредан преглед промета материје и енергије у живих бића.	
Обрасци исхране.	
I. Животињска исхрана	181
II. Исхрана биљака без хлорофила	182
III. Исхрана хлорофилних биљака	182
IV. Посебни типови исхране	183
Сумпорне бактерије	184
Бактерије које нитрификују	184
Жељезне бактерије	185
V. Анаеробни живот	186
Кружење материје и протицање енергије у природи	187
ТРЕЋИ ДЕО	
Органске функције	191
ГЛАВА ПРВА	
Оптицање крви	192
I. Крв	194
II. Срце	195
III. Крвни судови	223
Лимфа	239
ГЛАВА ДРУГА	
Проветравање плућа	241
I. Удисање и издисање	242
II. Дисање и атмосферски притисак	252
III. Инервација плућнога проветравања	254
ГЛАВА ТРЕЋА	
Бубрежно лучење	
I. Грађа бубрега	259
II. Функционисање бубрега	261
ГЛАВА ЧЕТВРТА	
Варење и апсорбовање хране	267
I. Варење у устима	268
II. Желудачно варење	270
III. Варење у цреву	277
Апсорбовање хране	281



	Страна
ГЛАВА ПЕТА	
Жлездана лучења	283
Јетра	285
Жучна функција	287
Гликогенска функција	287
Панкреас	287
Тироидне и паратиroidне жлезде	288
Надбубрежне жлезде	289
Хипофиза	290
Слезина	290
ЧЕТВРТИ ДЕО	
Функције односа	291
ГЛАВА ПРВА	
Живчани систем	
Увод	293
Градиво живчаногa система	296
Кичмена мождина	301
Функције кичмене мождине	310
Кичмени живци	315
Продужена мождина	317
Лобањски живци	322
Мозак	325
Нижки мождани центри	329
Мали мозак	330
Симпатични живчани систем	333
Симпатични и парасимпатични систем	335
ГЛАВА ДРУГА	
Чула	
Увод	337
I. Чуло такнућа	343
II. Чуло укуса	345
III. Чуло обоњања	347
VI. Чуло слуха	347
V. Чуло вида	354
ГЛАВА ТРЕЋА	
Мишићна функција	371
ГЛАВА ЧЕТВРТА	
Глас и говор	389
ЖИВОТНИ ТОК	
Зачетак организма. Растење. Болест. Смрт.	391
Исправке	399
Азбучни садржај	401

У В О Д.

Предмете врло различне по облику и по димензијама, са мноштвом особина које им нису заједничке, називамо жива бића. Значи, дакле, да жива бића морају имати и нечега заједничкога, што је од вајкада дозволило човеку да их поуздано може разликовати од осталих природних ствари и обухватити једним појмом. Нема сумње да тај првобитни појам живих бића човек није стекао из какве јасно одређене особине која би им била општа и којом би се одликовала међу свима другим природним стварима, већ да га је стекао из збира неких особина, које су и свакоме од нас још у раноме детињству дале моћ да жива бића разликујемо од мртвих предмета, поузданошћу којој наука нема шта замерити. Није лако тачно рећи, које су у томе погледу најважније особине; али томе се не треба чудити, јер је исти случај и за друге ствари, кад се тиче, да се речима изрази на основу чега их распознајемо. У сваком случају, растење, множење, умирање, храњење, одговарање на надражаје, покретност, разне особине организоване материје из које су саграђена жива бића, јесу елементи из којих црпемо схватање живих бића. Пихтијасто медузино тело, „месо“ кичмењака, перје и вуна, лишће и дрво, све то разнолико градиво живих бића одаје нашим чулима своју особену природу којом се разликује од неорганских тела: камена, леда, гвожђа, земље, итд. Биће да је нарочито на тим органолептичним особинама организоване материје, удруженим са понеким од наведених функција живих бића (растење, храњење, покретљивост...) основан наш појам који стичемо о њима.

Појам
о живим
бићима.

Може ли се дати научна дефиниција тога схватања које се налази међу првим елементима наше свести, као и појам светлости или топлоте, а које се зове живот?

Једина тачна дефиниција живота гласи: живот је скуп свих особина живих бића. Према томе, на питање: шта је живот? једна нам дефиниција не може дати одговора; овај

Дефини-
ција
живота.

се може добити тек од свестранога изучавања живога света, т. ј. од целокупнога нашега биолошкога знања.

Неограничен је број особина живих створова, јер се они могу посматрати са небројено много гледишта. Међу тим многобројним особинама, има их пак извесан број које су заједничке свима живим бићима и које представљају, тако рећи, њихову општу животну основу. А то су: 1. заједничка микроскопска грађа: ћелија је морфолошко градиво свих живих бића, животиња и биљака; 2. заједничка физико-хемијска основа: протопласма свих живих бића исте је физико-хемијске природе; 3. исхрана: сва су жива бића у материалним и енергетским разменама са средином; 4. множење: жива бића дају себи сличне потомке; 5. жива бића реагују на надражаје.

Општа
животна
основа.

Те особине представљају заједничку основу живих бића. Ако се пак запитамо, која је од њих најкарактеристичнија самога живота, која је присутна у свакоме тренутку живота, а која му је у исто доба и особена, долазимо до закључка, да се живот одликује сталним и одређеним односом живога створа са својом средином.

Истина је, да сви живи створови имају заједничку микроскопску грађу; али та особина није карактеристика живота, јер престанак овога није у вези са променама те грађе. Тако исто, сви живи створови имају моћ да се множе; али зар једна неплодна животиња или биљка нису ипак живе? Одређен однос пак, између створа и средине, постоји у свакоме тренутку живота и престаје са овим.

Размена
материје и
енергије
као одлика
живота.

У чему се састоји тај однос? Састоји се у непрекидној обостраној размени материје и енергије између створа и његове средине. Али се може одмах приметити, да су нам и други механички системи познати, који размењују материју и енергију. Зар парна машина не добива споља угаљ и кисеоник док враћа угљендиоксид, а примајући хемијску енергију даје топлоту и механички рад? То је тачно, и стога смо рекли: да се живот одликује одређеним разменама материје и енергије. Живот, ма колико се разликовао од других појава, није у томе погледу нешто начелно особено у природи. Познати су нам многи системи који измењују са средином материју и енергију, и живот међу њима заузима само засебно место.

Животињски организам узима из своје средине материју у разним хемијским облицима: разна органска тела, минералне соли, воду, кисеоник; друга пак тела уступа. На тај начин материја непрекидно протиче кроз живи организам. Примљена ма-

терија, храна, игра разне улоге у организму: надокнађује његове губитке услед трошења; у доба растења нарочито, служи на грађење ткива; у извесним погодбама задржава се у организму у облику резервне хране. Али служи му нарочито као носилац енергије: органски саставни делови хране, сагоревајући у организму ослобођавају хемијску енергију, без које нема живота; и, на рачун те енергије, животни механизам подмирује своје енергетске потребе, производећи топлоту, електрицитет, механички рад и др.

У исто време, организам уступа средини читав низ разних тела: то су производи трошења ткива, производи оних реакција које су дале своју хемијску енергију; најзад, нека тела, вода и неорганске соли, могу непромењена проћи кроз организам, одигравши ипак важне улоге. Поред тих материјалних издатака налазе се и издаци енергије: одавање топлоте, произвођење светлости, електрицитета и механичког рада изван организма.

Без овога протицања материје и енергије, живот се не да замислити. Оно бива у свакоме тренутку живота животиње и биљке. Природа размена материје и енергије различна је у разних бића, нарочито у животиња, с једне стране, и зелених биљака, с друге стране. Али ћемо видети даље, да под том различношћу почива заједничка основа.

Из овога краткога нацрта видимо, да општој физиологији припадају и ова два задатка који сачињавају физиологију исхране: Физиологија исхране.
1. изучавање материјалнога промета, 2. изучавање енергетскога промета живих бића.

Задатак је физиологије исхране, да прати стопу по стопу материју и енергију у животном механизму, у свим њиховим променама, у свим њиховим улогама, и да пронађе законе размена материје и енергије живих бића.

Задатак је тако замашан, да се физиологија исхране разгранала у разне научне гране које имају свака ограничење поље истраживања. Тако се данас Биохемија бави поглавито хемијском страном исхране, док се Биоенергетика бави њеном енергетском страном, али, у ствари, немогуће је потпуно издвојити те две научне дисциплине једно од другог.

Иако је исхрана у основи својој појава исте природе у свих живих бића, ипак се њихове размене материје и енергије врше на два главна начина.

Живот једних бића, а то животиња и биљака без Исхрана животиња и исхрана биљака.
хлорофила, немогућан је без примања у храни извесних органских тела. А пошто су ова у природи увек производ живота,

значи да је живот тих бића омогућен само претходном сарадњом других живих бића. У томе су смислу животиње и биљке без хлорофила паразити других створова. Ни једна животиња не може живети без хране биљнога или животињскога порекла; такође гљиве и печурке, на пример, морају имати у својој храни бар једно органско тело. Ти створови примају енергију у облику хемијске енергије што им та органска једињења доносе.

Други пак створови, биљке са хлорофилом, не потребују никакву органску храну. Зелена биљка живи на рачун хране узете искључиво из минералнога света; она није у животној зависности од других бића. Зелена биљка могла би живети без животиња, али животињски свет не би могао опстати без биљнога, јер иако има животиња које се хране другим животињама, ипак је јасно да на крају крајева и те животиње, посредно или непосредно, живе на рачун биљака. Биљка са хлорофилном функцијом прима као храну: воду, разне минералне соли и угљендиоксид, поред кисеоника који јој служи на дисање као и животињама. Та тела пак нису у стању да јој даду хемијску енергију коју потребује сваки жив створ, јер је њихов енергетски потенцијал једнак нули или врло мали. Пошто је живот немогућан без промета енергије, хлорофилне биљке црпу енергију на једноме другоме извору: из огромне количине енергије што сунце шаље нашој планети у виду светлости.

Храна
хлорофил-
не биљке.

Дотле је, као што видимо, исхрана животиња битно различна од исхране биљака са хлорофилом. Да видимо како се даље ствари развијају.

Органска храна, која је потребна животињском животу, састоји се поглавито из угљених хидрата, масти и беланчевина. Та тела, а нарочито беланчевине, карактеризована су сложеностју својих молекула, — управо највећом сложеностју за коју зна хемија, — и високим потенцијалом хемијске енергије. При своме пролазу кроз животињски организам, та органска тела подлежу дубоким променама, нарочито оксидовањима, тако да организам напуштају тела много простијега састава, као што су уреа, вода, угљендиоксид, тела чији је хемијски потенцијал једнак нули или врло низак. Укратко речено, пролаз материје кроз животињску економију карактеризован је врло дубоким деградовањем органских молекула и потпуним или готово потпуним губитком хемијскога потенцијала.

Биљка пак, у место сложених молекула прима материју у облику воде, минералних соли, угљендиоксида. Та тела, која су

без енергетског потенциала, биљка склапа помоћу своје хлорофилне функције у сложене органске молекуле са високим садржајем хемијске енергије. Из воде и угљендиоксида гради шећер, скроб и друге угљене хидрате; редуковањем претвара их у масти, а спајањем са азотом минералних соли, нитрата, гради беланчевине. Хемијска енергија, коју та једињења садрже, произлази из светлосне енергије сунца. У томе се састоји значајна хлорофилна функција биљке: синтеза органских материја, са претварањем светлосне енергије у хемијску. Захваљујући тој функцији, биљка има сада на расположењу исти материал хемијски и енергетски као и животиња; и од тога тренутка, исхрана хлорофилне биљке поклапа се са исхраном животиње. У билци, периоду органскога грађења и везивања енергије следује период деградовања молекула и ослобођавања енергије, слично ономе што се догађа у животиња; тако, да и биљка производи на рачун сложених органских тела угљендиоксид, воду, простија органска тела и развија топлоту.

Хлорофил-
на функ-
ција.

Из тога се види, да исхрана свих организама садржи један заједнички део, а то: упроштавање, деградовање органских молекула, са ослобођавањем хемијске енергије. У створова пак са хлорофилном функцијом, томе процесу претходи органско грађење са прибирањем хемијске енергије. Исхрана је свих створова у основи иста, а зелене биљке имају једну засебну функцију, која је узрок те су њихове размене материје готово супротне природе од размена животињских. Укине ли се та функција (на пр. држећи биљку у мраку), тада се заједничка основа исхране укаже и у биљке. Иначе биљка на светлости троши угљендиоксид а избацује кисеоник, те према томе изгледа да „дише“ у супротном смислу од животиње; међутим, биљка дише непрекидно као и животиња, само што на светлости гасовите размене хлорофилне функције, које су супротног правца од размена дисања, наткриљују ове последње.

Напоследку, биљке изгледају у супротности са животињама и у томе, што нам се указују као да су седишта искључиво органских синтеза, док је органско разоравање очевидно у животиња. Из неорганичних соли вештачкога ђубрета, пољопривредник добива сваковрсну органску храну, док у стаји крава претвара велике количине хране у ђубре, да би синтетизовала релативно мале количине млека, мяса и масти. Али органско разоравање постоји у свакога живог створа, а ако оно није очигледно у биљке, то је стога, што, пре свега, биљка сама синтетише органску материју коју доцније разорава; затим, потреба хемијске

енергије много је ограниченија у биљке него у животиње, према томе и трошење органских тела много слабије; најзад, производи тога органског трошења остају махом у разним биљним деловима и биљка их неке може употребити на нове органске синтезе. Пошто моћ синтетизовања далеко надмашује у биљака моћ разоравања, то њихова исхрана из тих разних узрока има други изглед од исхране животиња; али смо видели, да се исхрана једних и других своди на исти принцип и да и у томе погледу постоји животно јединство организама.

Биланс жи-
вотињског
и биљног
живота.

И поред животног јединства, остаје непобитна истина да је крајњи резултат, биланс, размена животиња и биљака супротан један другоме. Биланс живота једне биљке јесте за природу добит органске материје и хемијске енергије, док је биланс животињског живота за природу губитак органске материје и хемијске енергије, јер иако је животиња лично у добитку, природа је у губитку, пошто је животињски организам разорио неколико пута више органске материје него што је задржао.

Кружење
материје
између жи-
вотиње и
биљке.

Овај антагонизам јесте узрок једном кружењу материје између животиње и биљке, које је лако схватити из природе исхране тих створова. Из минералних соли, воде и угљендиоксида, хлорофилна биљка гради разна органска једињења, ослобођавајући у исто време кисеоник угљендиоксида. Органска биљна једињења служе као храна животињама, и, при своме пролазу кроз њихов организам, распадају се у воду, угљендиоксид, минералне соли и простија органска азотна тела као што су уреа, урска киселина и др.; ова последња тела распадају се поступно, под утицајем разних микроорганизама, који се налазе у земљи, у угљендиоксид, амониак, нитрите и нитрате, тако да су на крају крајева органска тела враћена потпуно минералноме свету, где могу наново служити биљци на органске синтезе. Биљне или животињске органске материје које не послуже као храна животињама већ падну непосредно под утицај микроорганизама, на исти су начин враћене неорганскоме свету. У кружењу материје може се пратити кружење свакога хемијскога елемента; видећемо доцније, приликом изучавања исхране неких микроорганизама, како кружи у природи важни елемент азот.

Елемен-
тарни хе-
мијски са-
став живих
биља.

Растављајући живе створове на њихове хемијске елементе, налазимо да су састављени поглавито из најраспрострањенијих елемената на површини наше планете. Угљеник, водоник, кисеоник и азот јесу са сумпором и фосфором грађа органских једињења: угљених хидрата, масти и беланчевина. Поред ових налазе се и многи други елементи: калциум, натриум,

калиум, магнезиум, хлор, гвожђе, налазе се у елементарној анализи свакога живог бића. Иначе, у овога или онога бића, нађена је већина познатих хемијских елемената.

До сада су у живих бића нађени ови елементи: водоник, кисеоник, сумпор, хлор, бром, јод, флуор, азот, фосфор, арсен, бор, угљеник, силициум, калиум, натриум, цезиум, рубидиум, литиум, калциум, стронциум, бариум, магнезиум, цинк, бакар, сребро, алуминиум, олово, цериум, ванадиум, хром, молибден, манган, гвожђе, кобалт.

У виших животиња јод, арсен, флуор, цинк налазе се редовно у slabим количинама; али количина није мерило физиолошке важности једнога елемента: јод се налази нарочито у тироидној жлезди, и као састојак њена унутрашњега лучења игра улоге првога реда; арсен се налази нарочито у дериватима коже: у длаци, ноктима, роговима, папцима. Па и гвожђе се налази у релативно slabим количинама (око 3 гр. у одрасла човека); међутим може ли бити важније улоге од његове: без гвожђа нема крви! Гвожђе не улази у састав крви свих животиња: у готово свих пужева гвожђе је замењено бакром; у неких ракова манганом. У житних биљака налази се доста силициума чијим је диоксидом SiO_2 лишће импрегнисано; морске алге садрже знатне количине јода, одакле се то тело поглавито и вади.

Жива су бића састављена дакле поглавито из најраспрострањенијих елемената: елементи воде и ваздуха, са фосфором и сумпором у малим размерама, грађа су најсложенијих органских тела што их садрже жива бића. Живи организми, који нам изгледају својом грађом и својим функционисањем далеко изнад свих других ствари у природи, употребљују најобичније и најмање „племените“ хемијске елементе. Племенитим металима није до данас нађен никакав удео у животном механизму. Молекули пак који су данас саставни делови ваздуха, водене паре облака, блата па путу, једнога ће дана бити седиште наше мисли у ћелијама мождане коре.



ПРВИ ДЕО

Размене материје

ГЛАВА ПРВА

Храна (алименат)

Под именом храна (алименат) подразумевају се у физио-^{Дефиници-}логији она тела која живо биће прима споља, из своје средине,^{ја хране.} и која у његову организму играју какву физиолошку улогу. Према томе, у исхрани човека и животиња, и кисеоник и вода и минералне соли сматрају се храном, премда та тела нису у обичноме смислу „хранљива“; јер у обичноме говору храни се даје ужи смисао: сматрају се храном само она тела, која су подобна, или за која се држи да су подобна, дати организму „снаге“ (енергије) и органског градива. Затим, појам хране везан је обично за појам материалне вредности: храна увек стаје нешто; то је вероватно узрок те се кисеоник не сматра храном, премда у производњи топлоте и снаге игра, у ствари, улогу исте важности као и органске материје које сагорева.

Човек и животиње узимају храну из органскога и неорганскога света. Биљна и животињска ткива, њихове резерве представљају са кисеоником, водом и минералним солима које се налазе у води или уз органску храну (једну со, натриумхлорид, човек и травоједи узимају и напосе), храну човека и животиња. ^{Порекло} ^{хране.} Кад се има на уму, да нема биљке која нема свога животињскога паразита, и да свако животињско ткиво може бити плен овога или онога створа, тада је лако закључити, да у храни разних животиња можемо наћи сва многобројна једињења биљне и животињске хемије. Стога се изучавање хемијскога састава хране у главноме поклапа са изучавањем хемијскога састава живих створова. Али међу тим многобројним једињењима извесна

Главни са-
стојци
хране.

наткриљују остала размерама у којима се налазе у храни, и важ-
ношћу коју имају за исхрану. Тако, да се са физиолошкога гле-
дишта може рећи, да се храна, ма како различне изгледе имала,
састоји из тела која припадају овим трима хрпама органских једи-
њења: беланчевинама, мастима и угљеним хидратима;
уз то треба додати минерална тела, воду и соли, и гасовити
алименат кисеоник, који се обично налази и растворен у води.

Та се тела налазе удружена у врло различним размерама
у готово свима биљним и животињским производима. Поред њих
могу се наћи и друга врло разноврсна органска тела, нарочито
у биљака, као што су, на пример: органске киселине, алкалоиди,
гликозиди, есенцијска уља, обојена тела, смоле, алдехиди и др.
Од тих тела нека немају никаква утицаја на животињску еко-
номију, бар у размерама у којима се обично налазе и храни;
друга пак утичу на живчани систем (кафеин, теобромин) а нарочито
на чула укуса и мириса. Ова се последња улога не сме
подценити, јер је она, као што ћемо видети, у ствари од велике
важности, од много веће важности него што се то обично мисли,
нарочито у исхрани човека и виших животиња. Ту улогу играју
з а ч и н и, које човек свугде и од вајкада додаје храни. Најзад, мора
се држати рачуна у исхрани човека и о алкохолу; јер ма да
је то тело непотребно животу и ма да се оно у природи готово
и не налази, тако да не улази у састав животињске хране, човек
је посветио једну од својих највећих индустрија справљању алко-
холних пића, и ова, позната од памтивека, заузимају данас извесно
место у храни већине људи.

Из реда којим су у следећим странама изучавани хемијски
саставни делови хране, не треба ништа закључити о њиховој
већој или мањој физиолошкој важности, јер тај је ред у глав-
ном е основан на хемијској сложености, идући од простијих
ка сложенијим телима.

І. Вода.

Организам прима воду из неорганскога света и као саставни
део сваке биљне и животињске материје. Највећа количина воде
на нашој планети, мора и океани, није употребљива за човека
и уопште за створове који не живе у тој средини, услед своје
јаке сланости; тако, да је присутност слатке воде прва погодба
људскога насељавања.

Вода коју пијемо садржи увек више или мање растворених
минералних соли, које организам може да употреби према својим
потребама.

Животињски и биљни организам садрже воде у изобиљу; <sup>Вода у ор-
ганизму.</sup> може се рећи да су живи створови натопљени водом. Већи део њихове тежине припада води: тело одрасла човека садржи око 60% воде; што је организам млађи, то је све воденији (фетус у трећем месецу садржи 94% воде). Ткива и органи садрже воде у врло различним размерама: најводенија је крв (око 80%) док кости садрже око 25% воде; више од половине целокупне <sup>Вода у
храни.</sup> воде организма припада мишићима*).

Физичке особине воде. Треба поменути неке физичке особине воде, које су особито важне са физиолошког гледишта. Вода је <sup>Вода је
растварач
и прено-
сно сред-
ство.</sup> пре свега растварач многих минералних и органских тела. На физиолошкој важности те особине није потребно настајати, кад се има на уму да она омогућава сав земизам који се збива у живом створу. Затим, вода је преносно средство: помоћу ње се растворена и чврста тела могу лако преносити с једне тачке на другу, и човек од памтивека употребљује то преносно средство као најзгодније. Ту особину течне воде искоришћује и животни механизам преносећи потребне материале у организму воденим путем, т. ј. путем крви и лимфе, одржавајући на тај начин везу међу свим ткивима и ћелијама.

Физичка појава прелаза воде из течнога у гасовито стање, испаравање, од особите је физиолошке важности. То мењање физичкога стања бива уз упијање топлоте (латентна топлота). <sup>Латентна
топлота
испара-
вања.</sup> Када се један литар воде на температури од 100° претвори у водену пару исте температуре, при тој појави упијено је топлоте 536,7 калорија; дакле више од пет пута онолико топлоте колико је потребно да би се иста количина воде загрејала од 0° на 100°. Ту особину испаравања употребљује организам, као што ћемо видети на свом месту, при ослобођавању од сувишне топлоте.

Најзад, са биолошкога гледишта важна је и једна особина <sup>Густина
леда.</sup> којом се вода одликује од осталих течности: вода у чврстом стању, лед, мање је густине од течне воде из које се ствара. Важна је последица тога, да лед, остајући на површини река и језера, штити водену масу под собом, која остаје течна, што омогућава у њој опстанак зими разним створовима.

*) Ево неколико података који се односе на садржај водом разних саставних делова наше хране:

месо 78%	хлеб (бели) 35,5	шљиве 78,6
сланина 10,2	пасуљ 14,0	јагоде 90,0
масло 13,5	грах 13, 8	јабуке 84,0
јаје (без љуске) 73,4	кромпир 75,0	пиво 86—91
млеко кравље 87,3	кукуруз 13,3	вино, око 80,0
сир ементалер 34,4	патлиџан 96,2	
мед 19,0	спанаћ 89,2	



II. Минералне соли.

Реко смо да су живи створови натопљени водом; тачније треба рећи: сланом водом. Јер воде која не садржи извесну количину соли, нема у живих створова; дестилована вода не постоји у животноме механизму. Свако ткиво, животињско или биљно, свака органска течност или лучење, садржи увек минералних соли. Сагори ли се ма какво тело животињскога или биљнога порекла, оно даје увек неки минерални остатак: пепео. Пепео је представљен разним минералним солима које су се налазиле у изгорелој материји; али треба приметити, да се у пепелу налазе делови који су могли и не бити пре сагоревања у неорганскоме облику: на пр. гвожђе хемоглобина, фосфор лецитина и нуклеопротеида, сумпор беланчевина, прелазе из својих органских једињења, која су сагоревањем разорена, у облик минералних соли. Према томе, састав пепела не даје нам минерални састав организоване материје.

Пепео ор-
ганизма.

Човечје тело даје 4,3—4,4% пепела; дакле човек од 70 кгр. даје око 3 кгр. пепела. Од те количине $\frac{5}{6}$ падају на кости.

Минералне соли налазе се у врло разним размерама у органима и ткивима. Највише их има у глеђи зуба (око 80%); у свежим костима 35%.

Кости се састоје нарочито из кречнога фосфата ($\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$); ова со представља 84% минералних састојака костију. Остатак се састоји из магнезиумфосфата, хлорида, карбоната и флуорида. Мишићи садрже нарочито калиумфосфата.

У крви има соли у крвним зрнцима и у крвној пласми. У пласми натриумхлорид представља 60—70% целокупне минералне материје те течности. У крвним зрнцима преовлађују калиум и фосфорна киселина.

Дуго се времена држало, да су минерални састојци који се редовно налазе у органској материји, просте нечистоте којима не припада никаква улога. Али од како су откривене физичке особине раствора минералних соли, нема више сумње да та тела играју важне улоге у животноме механизму.

Особине сланих раствора. На овоме ћемо се месту укратко упознати низом физико-хемијских особина које, истина, не припадају искључиво растворима неорганских соли али се налазе у ових на окупу, а које је потребно познавати, да би се могле разумети улоге неорганске хране.

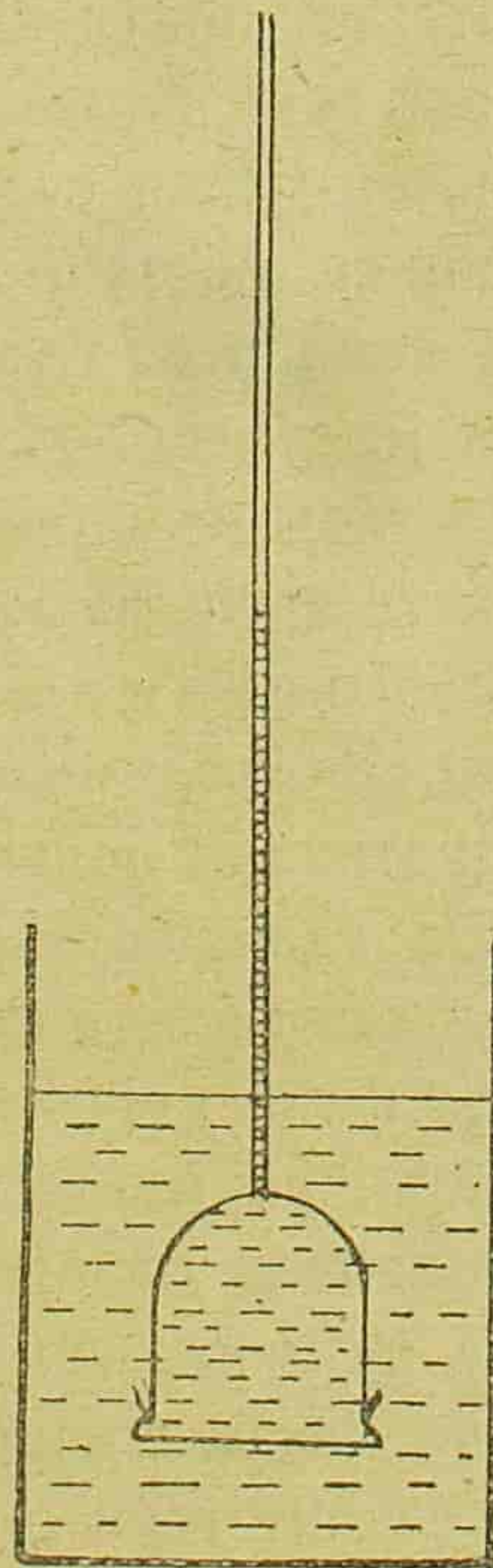
Кристалои-
ди и ко-
лоиди.

Разне неорганске соли дају у води праве растворе, т. ј. пошто су растворене ништа непосредно не одаје присуство њихових делића. У једном раствору чистог натриум-хлорида не могу

се никаквим ултра-микроскопом опазити ни најмање честице те соли; тај раствор има исту бистрину као и чиста вода. Једно такво растворено тело налази се растављено у саме своје молекуле па чак и у још ситније делове. Такве праве растворе дају поред минералних соли и многа друга тела, органска и неорганска: киселине, базе, алкохоли, шећери итд. Сва тела која дају праве растворе зову се кристалоиди, док она која не дају праве растворе, а о којима ће доцније бити речи приликом изучавања беланчевина, названа су коллоиди.

Једна физичка особина раствора кристалоидних тела, која има огромног значаја за физиологију, јесте осмотски притисак, или осмотска моћ тих раствора.

Осмоза. — Један прост оглед показаће нам у чему се Осмоза. састоји појава осмозе и осмотскога притиска. Апарат осмометар (сл. 1.) састоји се из једне цеви левкасто раширене на доњем крају и затворене једном мембраном (пергаменат или сува свињска бешика); та цев виси у једном суду. Она се напуни раствором једнога кристалоида (шећер, NaCl , глицерин), тако да течност допире до почетка сужене цеви; спољашњи суд пак садржи дестиловану воду, чија је површина на истој висини са површином раствора кристалоида. Ако се апарат утврди у том положају, тада се, противно законима хидростатике, течност полако пење у танкој цеви апарата. Достигавши извесну висину, течност опада и враћа се после неког времена на исту висину са спољашњом течношћу. При тој појави констатује се, да већ у самом почетку, кад дестилована вода пролази кроз мембрану у средишњи суд, у исто време растворено тело прелази у супротном правцу ка дестилованој води, и те размене трају доклегод се састав течности с обе стране мембране не изједначи. У томе се састоји основна појава осмозе, каква је најпре посматрана. Лако је увидети, да у тој појави имамо развијање извеснога рада, који се састоји у дизању течнога стуба, и производњу притиска, осмотскога притиска, што га развија уздигнута течност на мембрану.



Осмотски притисак.

(Сл 1.)
Осмометар.

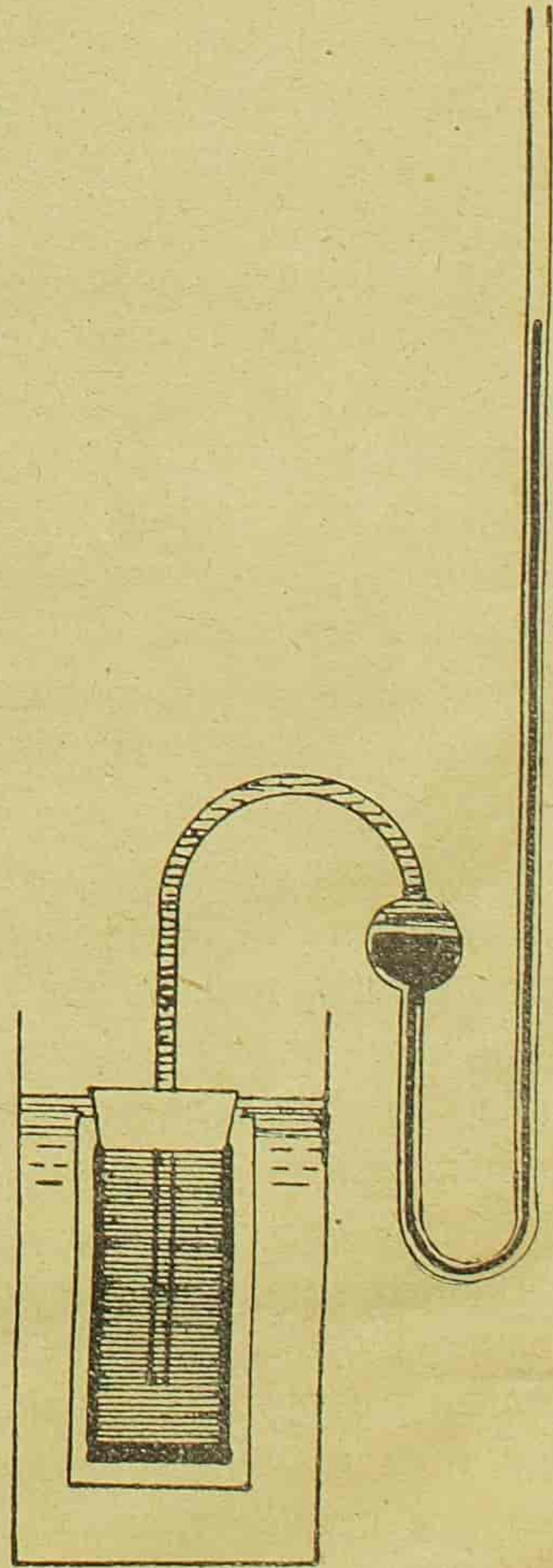
Дакле, када је један воден раствор одвојен мембраном од дестиловане воде, тада се успостављају кроз ту мембрану раз-

мене: дестилована вода прелази ка раствору, растворено тело ка дестилованој води, све дотле, доклегод с обе стране мембране раствор не буде имао исти састав. На тај се начин раствор разблажује повећавајући своју запремину и развијајући притисак; у исто време, под утицајем притиска, раствор у средишњем суду филтрује полако из овога кроз мембрану, и течност се враћа у свој првобитни положај, али с том разликом што сада течност с обе стране мембране има исти састав.

Да би се могла измерити јачина осмотског притиска једног раствора, требало би имати мембрану која је пробојна за воду (растварач) али не за растворено тело, тако да ово остаје за време огледа на једној страни мембране, док раствор не развије сву моћ свога осмотског притиска. На пр., ставивши раствор бакарнога сулфата, којим је натопљен један суд од порозне глине, у додир са раствором калиумфероцијанида, добива се талог у виду мембране, којом је суд обложен и која у осмотским огледима пропушта само воду а не растворено тело. Такве су мембране дакле полупробојне (семипермеабилне). Замислимо сада један осмометар са таквом полупробојном мембраном. За један раствор развиће се у њему сталан притисак изражен висином течности у цеви, која ће бити мера осмотске моћи раствора који се у томе тренутку налази у апарату. На место цеви у коју се пење сам раствор, може се удесити један живин манометар, тако да ће се осмотски притисак развити на њему без осетнога разблаживања раствора који је стављен у апарат (Сл. 2).

Осмотски притисак и молекуларна концентрација.

Мерећи разним методама осмотски притисак разних тела у растворима разних окнцентрација, дошло се до овога правила: раствори разних тела, који садрже на исту запремину исти број молекула, развијају исти осмотски притисак. Према томе, раствор који садржи на литар 342



Сл. 2. Осмотска ћелија помоћу које се може мерити осмотски притисак разних раствора.

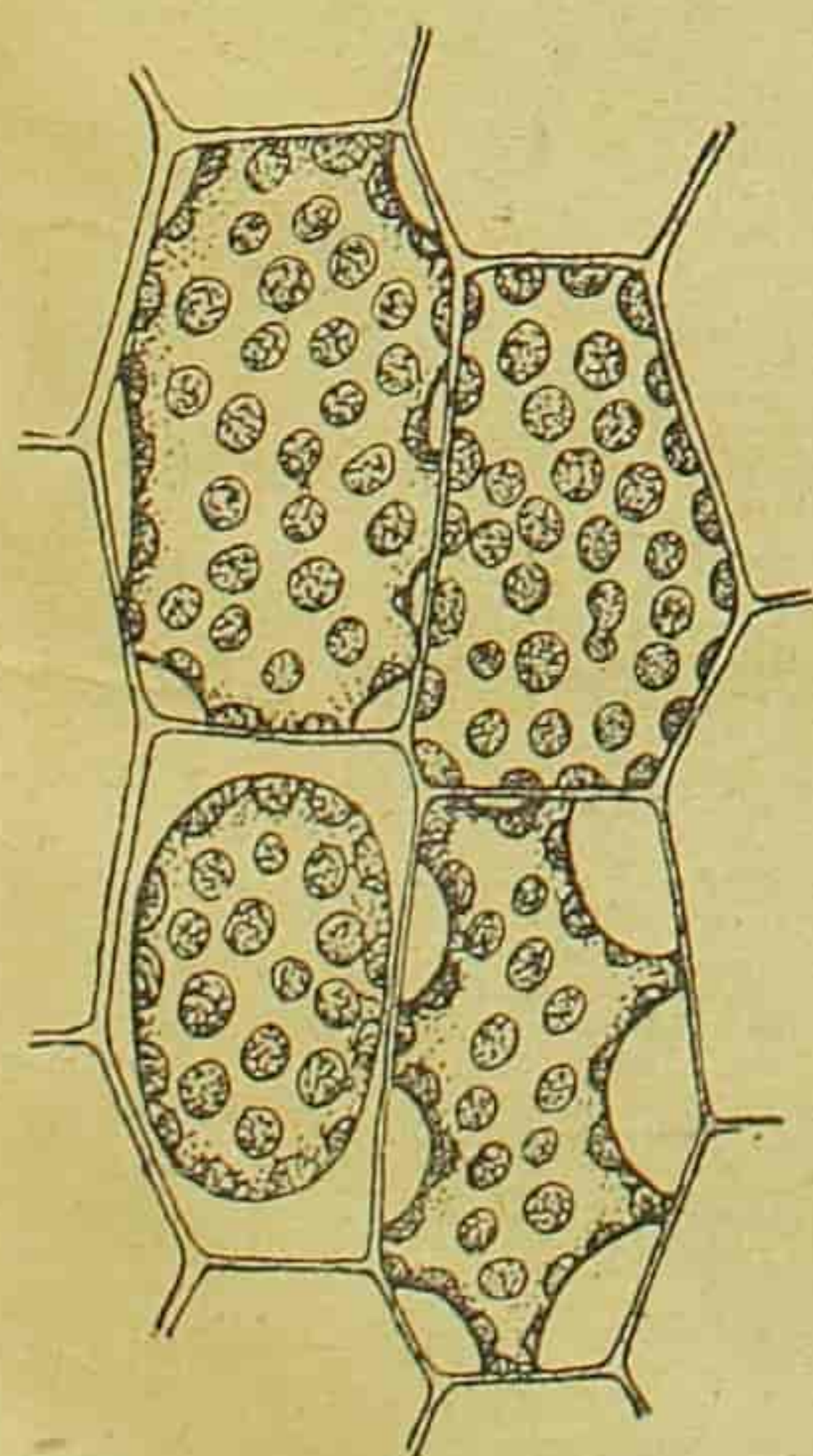
(мол. теж. шећера) грама шећера има исту осмотску моћ као раствор који садржи 46 гр. алкохола или 92 гр. глицерина (46 и 92 мол. теж. тих тела). Међутим, многобројна тела, а на првом месту минералне соли, не покуравају се томе закону: њихов осмотски притисак јачи је него што би требао да буде по горњему правилу. Видећемо ниже у чему лежи та изузетност.

За два раствора који имају исту осмотску моћ, каже се да су један према другом изотонични. Раствор слабије осмотске моћи хипотоничан је према раствору јаче моћи, који је према првоме хипертоничан.

Изотонија

Биолошка важност осмотске моћи може се лепо уочити у појави пласмоллизе. Протопласматска је мембрана разних ћелија полупробожна (семипермеабилна) према многим телима, док је спољашња целулозна мембрана биљних ћелија потпуно пробојна. Стави ли се на пр. свеж листић маховине у раствор шећера, који је изотоничан са течним садржајем ћелијским, тада се неће посматрати никаква промена. Ако је пак раствор шећера хипертоничан, тада ће, по закону осмозе, вода прелазити из ћелије напоље, доклегод се молекуларна концентрација ћелијскога сока не буде изравнала са концентрацијом шећернога раствора, те тако сок и раствор постану изотонични. Али губљењем воде, ћелија ће променити свој изглед; еластична протопласматска мембрана повући ће се, одвојивши се од ћелијске, а ћелија ће изгубити своју једрину. (сл. 3).

Пласмоллиза.



(Сл. 3.)

Разни ступњеви пласмоллизе ћелија једнога листића маховине.

Та је појава позната под именом пласмоллизе. Унесе ли се пласмоллизована ћелија у хипотоничан раствор, тада, пошто је концентрација ћелијскога сока јача од концентрације тога раствора, сок привлачи воду у ћелију, разблажује се и тежи да постане изотоничан са спољашњим раствором. При томе дешавају се промене у ћелији супротне пласмоллизи, ћелија постаје једра, повећава свој тургор.

Тургор

Ове појаве, нарочито јасне у неких биљних ћелија, могу се посматрати и на животињским (крвна зрнца, мишићна влакна итд).

Хемолиза.

У једном изотоничном сланом раствору црвена крвна зрнца остају дуго непромењена, док у хипотоничном, у дестилованој води на пример, прсну и испусте своју црвену боју: та се појава назива хемолиза.

Физиолошки
раствор.

Из тога је лако схватити да промене осмотске моћи крвне течности, проузроковане убризгавањем хипертоничних или хипотоничних раствора, могу проузроковати озбиљне поремећаје у организму. На осмотској моћи почива употреба у физиологији сланога физиолошкога раствора. Овај није друго до раствор натриум-хлорида 0,9⁰/₀, који је отприлике изотоничан са крвљу човечјом, а употребљује се кад год треба унети воду у организам или сачувати у течности животињска ткива или органе за физиолошке огледе*).

van't Hoff-
ова хипо-
теза.

Како се може тумачити осмотска моћ? Van't Hoff-ова хипотеза о осмоси даје нам повољан одговор. По тој хипотези, тело у раствореноме стању упоређује се са телом у гасовитоме стању. Као год што сваки гас развија извесан притисак на зидове суда у коме се налази и тежи да заузме све већу запремину, тако и растворено тело, кад се налази у осмометру у горњим погодбама, развија притисак и заузима већу запремину, привлачећи воду из спољашњег суда у осмометар. Оно што нарочито поткрепљује ову хипотезу јесте чињеница, да је осмотски притисак једнога тела управо једнак напону тога истог тела у гасовитом стању, кад иста количина тела заузима исту запремину, у облику раствора и у облику гаса.

Електро-
лити.

Електролитична дисоциација. — Рекли смо да је за разне органске кристалоиде осмотска моћ иста кад се та тела налазе у истој молекуларној концентрацији. Нека се тела пак, међу њима су и минералне соли, не владају по томе закону. Та иста тела чине изузетак и у другим сличним законима, који се односе на тачку смрзавања (криоскопија) и тачку кључања (ебулоскопија) њихових раствора. Уз то, раствори тих тела имају особину да спроводе електричну струју, одакле им име електролити.

Arrhenius-
ова хипо-
теза. Јони.

Необично плодна хипотеза Arrhenius-ова о електролитичној дисоциацији електролита објашњава одједном све особине којим се та тела одликују. По тој хипотези, молекули електролита налазе се у раствору у слободном стању, а поред тога и сами дисоцирани, растављени, у мање делове, јоне, који су натоварени електрицитетом. У колико је раствор разблаженији, у толико је већи део молекула растворенога тела растављених у своје јоне; тако, да у врло разблаженим растворима електролита и немамо више читавих молекула, већ само

*) У физиолошким огледима употребљује се са више успеха Ringer-ов раствор, који садржи на литар:

Натриумхлорид 7 гр., калциумхлорид 0,2, калиумхлорид 0,1.

њихове јоне. На пр., у раствору натриумхлорида налазе се поред молекула NaCl и јони Na^+ и Cl^- ; јони Na^+ натоварени су позитивним електрицитетом, а јони Cl^- негативним; први су катјони а други анјони.

Дисоциацијом електролита објашњава се најпре моћ њихових ^{Преношење електрицитета,} раствора да спроводе електричну струју: између позитивне и негативне електроде јони путују (отуда им име: ίων , ίόντος - који иде) носећи своје електричне товари у два правца: анјони ка аноди, катјони ка катода. Изгубивши своје електричне товари, јони се, према својој хемијској природи или ослобођавају на електродама као електрички неутрални молекули, или ступају у хемијске реакције. Пошто је равнотежа између јона и молекула на тај начин поремећена, нови се молекули растворенога тела дисоцирају у јоне, који на исти начин иду ка електродама да им предаду своје електричне товари. Резултат је свега тога, да раствор електролита спроводи електричну струју и да претрпљује разне хемијске промене (електролиза).

Теорија електролитичне дисоциације нашла је плодну примену и у физиологији, јер се зна да су електролити активни у животној економији нарочито својим јонима. Многобројни су примери да разна тела имају исти физиолошки или фармаколошки утицај, кад имају један исти јон или јоне исте фамилије. Јон је данас постао обичан појам у физиологији.

Теоријом јона решено је и питање реакције средине, које ^{Индикатори.} нигде није било тако нејасно као у физиологији. Шта је то кисела, алкална и неутрална средина? Знамо да се у хемији одређује та реакција помоћу разних индикатора, т. ј. тела која имају разне боје, према томе да ли су у додиру једнога киселог или алкалнога тела. На пр., лакмус је црвен у додиру киселине, плав у додиру алкалија. На тај се начин може поуздано разликовати један врло разблажен раствор сумпорне киселине од тако исто разблаженог раствора натриумхидроксида. Али има случајева да је једна средина различне реакције према употребљеноме индикатору. Према томе, индикатори нам не дају никакав апсолутан критериум реакције. Нарочито је тешко одредити на тај начин реакције течности организма, крви, на пример, које нису удаљене од неутралности, поред тога што у тим течностима није увек лако посматрати промену боје једнога индикатора.

Питање реакције средине добива одмах други изглед дефиницијом, да је кисела средина она која садржи H^+ јоне, а алкална она која садржи OH^- јоне. Налазе ли се ти јони један поред другог, реакција припада ономе који је у већем броју. ^{Реакција средине.}

Налазе ли се у истоме броју, реакција је неутрална. Према томе, одређивање реакције једне средине своди се на одређивање њенога садржаја у погледу Н и ОН јона. Јачина, т. ј. степен киселости или алкалности једнога раствора одређен је концентрацијом тих јона. Из тога се одмах може извући закључак веома важан и у физиологији, да је садржај једне течности киселином или алкалијом, друга ствар од њене киселости или алкалности. Пошто последње одређује концентрација Н и ОН јона, то ће једна средина, која садржи мање молекула једне киселине или базе, али јако дисоцираних, бити веће киселости или алкалности од оне средине која садржи више молекула слабо дисоциране киселине или базе. Активност киселина и база у физиолошким механизмима своди се готово увек на активност њихових јона; стога је од првобитне важности одредити њихову концентрацију. Међутим, јасно је, да се то не постиже титровањем када се, на пр., киселој течности додаје титрован алкалан раствор до неутрализовања. На тај се начин одређује целокупна количина киселине која је била у раствору, дисоцирана у јоне и недисоцирана, али не киселост, ацидитет, која је зависила од слободних Н јона. Одређивање концентрације јона врши се физико-хемијским методама, на којима се не можемо овде задржати.

Функцио-
нисање
индикатора.

Теоријом јона добива и функционисање индикатора повољно објашњење. Индикатори су врло слабе киселине, т. ј. киселине које су једва дисоциране у јоне (постоје и индикатори који су слабе базе). Њихов анјон пак, (катјон им је као у свакој киселини Н) одликује се тиме, што је друге боје од недисоцираног молекула. На пр., лакмус је црвен, његов анјон плава; фенолфталеин је безбојан, његов анјон црвен. Дода ли се мала количина индикатора једној киселини, тада индикатор има боју недисоцираног молекула. Ако се сада додаје киселини мало по мало раствора једне базе, киселина ће се овом неутралисати и мали вишак базе даће једну со са индикатором (који је, као што рекосмо, слаба киселина); та ће се со дисоцирати, тако да ће се анјон индикатора ослободити; а пошто је тај анјон друге боје, то ће промена боје раствора, „вираж“, назначити тачку неутрализовања киселине базом.

Према јачини титроване киселине или базе, изабрани индикатор мора испунити извесне погодбе. Прво, мора се пазити да индикатор не даје са базом со која се хидролизује: хидролиза се пак дешава када су и индикатор и база врло слаби, тако да се со распада у своје саставне делове, у индикатор и базу, и тек вишак базе даје со која се дисоцира у јоне, т. ј. која производи

промену боје. Дакле, када се употребљава слаба база, избећи употребу индикатора који је сувише слаба киселина. Друго, индикатор мора бити много слабија киселина од титроване, тако да мали вишак ове примора индикатор да повуче своје јоне и да тиме промени боју. Према томе, кад се при титровању слабе киселине мора узети индикатор врло слаб, употребити јаку базу. Укратко речено, треба избећи сусрет слабог индикатора са слабом базом и јаког индикатора са слабом киселином; слаби индикатори погодни су за титровање јаких база и за све киселине, јаки за титровање свих база и јаких киселина.

III. Кисеоник.

Поред кисеоника, који улази у састав свих органских делова животињске хране, угљених хидрата, масти и беланчевина, жива бића потребују неопходно и гасовити, елементарни кисеоник. Међутим, строго узевши, тај гасовити алименат није општа погодба за могућност обављања животног механизма; јер постоје организми који га се могу лишити и којима је кисеоник чак штодљив; о тим анаеробним организмима биће даље говора.

Живи организми црпу кисеоник из атмосфере или из течне средине у којој живе, а у којој се кисеоник налази растворен са осталим гасовима атмосфере, на основу ниже изложених физичких закона. Живи организми не могу примати из природне спољашње средине одвојено кисеоник, већ заједно са гасовима са којима је помешан. Док можемо по вољи бирати течну и чврсту храну, која се налази у нашој средини, гасовита храна намеће нам се са свима другим гасовима силом физичких закона. Стога разлога можемо живети без опасности поред најјачих отрова у чврстој или течном стању, док најмање количне у гасовитом стању (угљенмоноксид, цијанводоник) могу бити кобне. Та наметљивост гасова вреди и за гасове растворене у води.

Наметљивост гасова.

У атмосфери кисеоник се налази помешан са другим гасовима, а то су азот, аргон, угљендиоксид*):

Ваздух.

Кисеоник представља дакле приближно $\frac{1}{5}$ те мешавине. Процентни је састав ваздуха овај: кисеоника 20,8, азота 78,05, аргона 0,94, угљендиоксида 0,04.

*) Поред тих гасова налазе се и трагови других гасова; у једном милиону литара ваздуха има:

208.000 кисеоника	1 криптона
780.500 азота	1 хелиума
9.400 аргона	1/20 ксенона.
10 неона	

Поред тога, ваздух садржи увек у разним размерама и водену пару, али је ретко кад њоме засићен.

Овде ћемо укратко изложити главне физичке законе који одређују понашање гасова у додиру са течностима. Познавање тих закона неопходно је потребно, да би се могао разумети механизам гасовитих размена дисања, између крви и спољашње средине (атмосфере или воде), као и механизам размена између крви и ткива.

Растварање гасова у течностима.

Кад се један гас налази у додиру једне течности, извесна количина тога гаса прелази у течност, т. ј. раствара се у њој. Однос у коме ће се гас растворити у течности, т. ј. његова растворљивост, зависи најпре од природе гаса и течности; на пр., у истим погодбама вода ће растворити већу запремину кисеоника него азота, јер први гас има већи коефицијент растворљивости од другог. За одређени гас и течност пак, растворљивост зависи од притиска под којим се гас налази и од температуре. Растворљивост гаса у течности, на сталној температури, у правој је сразмери са притиском тога гаса. На пр., налази ли се кисеоник над водом под притиском једне атмосфере, тада ће се гас растворити у течности док не завлада равнотежа између слободнога и растворенога кисеоника; у томе тренутку напон растворенога кисеоника биће једнак притиску слободнога кисеоника над течностима, дакле, у овоме случају, имаће вредност 1 атмосфере. Смањили ли се притисак слободнога кисеоника од 1 атмосфере на $\frac{1}{2}$ атмосфере, тада ће половина количине растворенога кисеоника напустити воду; растворени кисеоник имаће тада напон $\frac{1}{2}$ атмосфере. Обрнуто ће се десити ако се притисак кисеоника над водом повећа од 1 атмосфере на 2 атмосфере: два пута ће се више кисеоника растворити, и овај ће у води имати напон од 2 атмосфере.

Ако је количина растворена гаса изражена запремином под одговарајућим притиском, тада излази да једна количина течности раствара под разним притисцима исте запремине гаса (мерене под притиском под којим се растварање врши). Јер док количина растворенога гаса стоји у правој сразмери, познато је да запремина гаса стоји у обрнутој сразмери са притиском. Тако, 1000 центиметара кубних дестиловане воде растварају на температури 0° и под разним притисцима, увек 10,12 cm^3 кисеоника, ако се мерење врши под притиском под којим се гас налази у додиру течности.

Мешавина гасова.

Како ће се понашати мешавина више гасова, као што је ваздух, у погледу растварања у једној течности? У томе случају

сваки се гас мешавине понаша као да је сам, у чистој стању. Његова растворљивост зависи дакле од температуре и од његова притиска. Зато је потребно знати која је вредност делимичног притиска разних измешаних гасова. На делимични притисак једнога гаса пада онај део целокупнога притиска мешавине, који тај гас представља својом запремином у мешавини. На пр., садржи ли ваздух под притиском једне атмосфере $\frac{4}{5}$ азота и $\frac{1}{5}$ кисеоника, тада је делимични притисак првога гаса једнак $\frac{4}{5}$ атмосфере а другог $\frac{1}{5}$.

Према томе, ваздушни кисеоник понаша се у погледу његова притиска и растварања у течностима као да се налази сам, у чистој стању, али под притиском $\frac{1}{5}$ атмосфере.

X
Ваздух у
води.

На основу горњих физичких закона, атмосферски ваздух се раствара у води река, језера и океана. Пошто је растворљивост кисеоника у води већа од растворљивости азота, то ваздух растворен у води садржи више кисеоника од атмосферскога ваздуха: око 33%, док га у атмосфери има око 21%. Али треба одмах напоменути, да се кисеоник, као и азот, налази у води у равнотежи са атмосферским ваздухом, и да према томе има исти напон као и кисеоник у атмосфери. Ово је врло важна ствар са физиолошкога гледишта, јер, као што ћемо видети даље, прелаз гасова у крв зависи од њихова посебнога напона, а пошто је овај исти за кисеоник у атмосфери и за кисеоник растворен у води, излази да су у томе погледу организми у води у истим погодбама као и организми у атмосфери. Према томе, иако ваздух у води садржи више кисеоника, то не може бити узрок, као што се помишљало, што рибе умиру на атмосферноме ваздуху сиромашнијем кисеоником.

У растварању атмосферскога ваздуха у води (рекама, језерима, морима), разни чиниоци олакшавају његово продирање у дубину, нарочито таласи и разне струје у воденој маси, јер самом дифузијом продирање је веома споро *).

Ваздух у води, као и у атмосфери, претрпљује промене под утицајем живих организама. Хлорофилне биљке производе кисеоник трошећи угљендиоксид; тако да вода може чак бити презасићена кисеоником; али хлорофилна асимилација се врши знатно само на мањим дубинама, јер вода у дебљим слојевима упија потпуно светлосне зракове. На неколико стотина метара не може бити више говора о хлорофилној асимилацији, а посматрало се да је она у алге *Ulva lactuca* незнатна већ на 8—10 м. дубине.

*) Израчунало се на пример, да би требало 42 године да би делић кисеоника доспео са површине на 250 метара дубине.

Угљен-
диоксид.

Изгледа, да море игра важну улогу у регулисању атмосферскога угљендиоксида, упијајући га кад се његов напон повећа, а одајући га растављањем својих карбоната, кад се тај напон смањује. На тај би се начин објаснио доста стални проценат у коме се тај гас налази у атмосфери (0,03—0,04%). Угљендиоксид се дакле налази у атмосфери у размерама које се могу назвати траговима; тај је гас потпуно непотребан животињама, које га избацују као један од својих екскрета. Међутим, без тога атмосферскога гаса живот не би могао трајати на нашој планети. Јер је он првобитни извор угљенику органских материја животињских и биљних. Сав угљеник што га садрже животињска и биљна ткива, па према томе и угљени мајдани, био је најпре у облику угљендиоксида. Биљка црпе угљеник из врло разблаженога ваздушнога угљендиоксида, а није у стању искористити огромне количине угљеника који се налази у карбонатима. Али и поред те разблажености, угљендиоксида има у атмосфери у великим количинама: око 3.000 билиона килограма. Пошто је тренутно надокнађиван у атмосфери онде где је одузимањ, дифузијом и ваздушним струјањем, то је схватљиво да га биљка има на расположењу у неограниченим количинама; и заиста, она га троши у изобиљу: израчунало се, на пр., да поље репе, које даје 40.000 кгр. корења, узима из ваздуха 12.000 кгр. угљендиоксида; та количина гаса налази се пак у 30.000 м³ ваздуха.

Док биљка својом хлорофилном функцијом одузима ваздуху угљендиоксид, друге појаве га обнављају: дисање животиња и биљака (само човечанство издише дневно 1200 милиона кгр. CO₂), активност микроорганизама (труљење), вулканска активност, разна сагоревања људске индустрије (огњишта).

IV. Угљени хидрати.

Дефини-
ција угље-
них хи-
драта.

Угљени су хидрати тела састављена из угљеника, водоника и кисеоника, а у чијем су саставу ова последња два елемента у размерама у којима се налазе у води; отуда име угљени хидрати. Главни су представници угљених хидрата шећери; јер и сви други угљени хидрати који не спадају у шећере одликују се тиме што се хидролизом распадају у просте шећере, моносахариде. Према томе, моносахариде треба сматрати градивом свих угљених хидрата.

Према броју молекула простих шећера из којих су састављени, угљени хидрати се деле у моносахариде, дисахариде, трисахариде, тетрасахариде и полисахариде.

I. Моносахариди (прости шећери).

Ови су угљени хидрати особито важни са физиолошкога гледишта, јер су сви остали угљени хидрати физиолошки употребљиви само ако су подобни дати у организму извесне моносахариде; једино моносахариди, убризгани у крвоток, могу бити непосредно употребљени, док остали угљени хидрати, ако нису у крви претворени у моносахариде, као неупотребљиви избачени су на бубреге.

Физиолошка важност моносахарида.

У хемијском погледу, моносахариди су једињења која поред више алкохолних функција садрже по једну алдехидну или кетонску функцију.

Моносахариди су кристалоидна тела која дају праве растворе; али нису електролити.

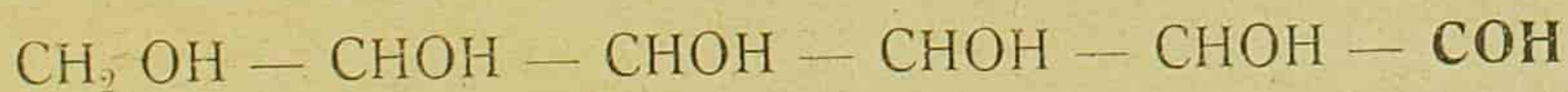
Хемија зна за многе прости шећере, који се налазе или слободни у природи или који се добивају хидролизом сложнијих угљених хидрата или који су најзад добивени вештачком синтезом.

Од тих разних моносахарида, они који имају пет или шест атома угљеника, пентозе и хексозе, далеко су најраспрострањенији у природи, и физиологија се готово искључиво њима бави. У исхрани човека бар, готово само хексозе играју физиолошке улоге.

а. *Хексозе*. Ови шећери имају састав $C_6H_{12}O_6$ а морају се сматрати алдехидима или кетонима шестоатомних алкохола. Шестоатомни алкохоли, манит на пр., имају овај склоп:



Према томе, једна алдехидна хексоза имаће следећу развијену формулу са карактеристичном алдехидном функцијом — $CONH$:



а кетонска хексоза имаће формулу са кетонском функцијом — CO —:



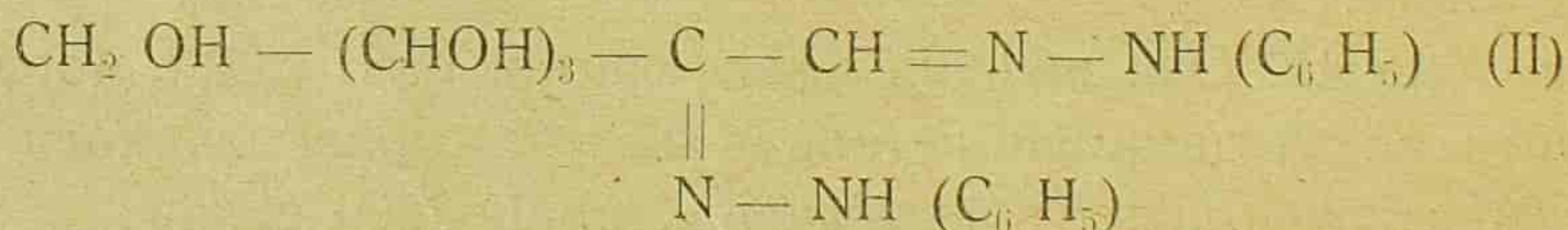
Са тих функција хексозе, као и сви други шећери који имају једну алдехидну или кетонску функцију слободну, имају особине алдехида и кетона. На прво место треба истаћи моћ редуковања, по којој се сви ти угљени хидрати називају још шећерима који редукују. Та се њихова особина може истаћи на разним телима, металним оксидима и солима, и она се употребљава на тражење тих шећера и на њихово квантитативно одређивање. У томе се циљу нарочито употребљује раствор бакарнога

Моћ редуковања.

Фелингова
течност. сулфата помешан са алкалним раствором калиум-натриум-тар-
тарата*) Та се течност зове Фелингова течност. Она је затворено-плаве боје; загреје ли се са једним шећером који редукује, из ње се издваја црвен талог бакарнога оксидула Cu_2O . На одређивању количине сталоженога бакра, или на тражењу тренутка нестајања плаве боје једне одређене количине Фелингове течности, када јој се додаје мало по мало раствор шећера, основане су разне методе квантитативнога одређивања шећера.

Оزازони
и хидра-
зони.

Једно одлично средство за распознавање разних хексоза и шећера који редукују у опште, јесу њихова једињења са дериватима хидразина $\text{NH}_2 - \text{NH}_2$. Разне хексозе дају са фенилхидразином једињења која кристалишу и која се могу карактеризовати по облику кристала, по њиховој тачки топљења и по њиховој растворљивости у разним растварачима. Један молекул шећера може се сјединити са једним и са два молекула хидразина; у првом случају једињење се зове хидразон, у другоме оزازон. На пр., једна алдехидна хексоза даје са фенилхидразином $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH} - \text{NH}_2$ следећи фенилхидразон (I) и фенилоزازон (II).

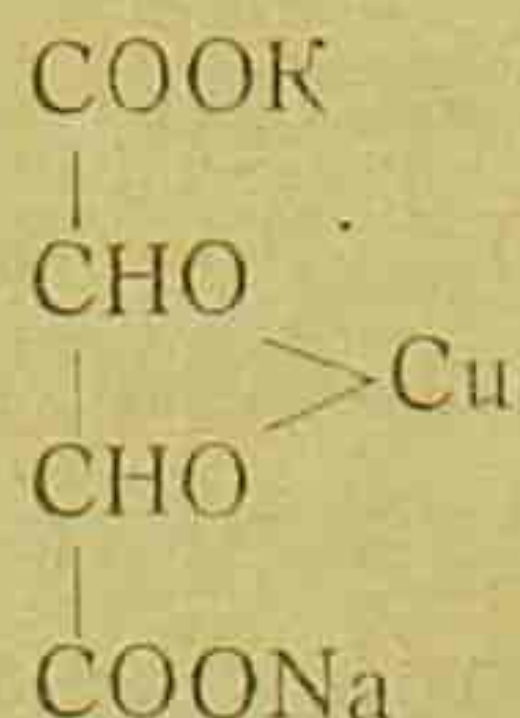


Хидразони се граде на обичној температури, али за већину шећера не кристалишу, тако да служе на распознавање оних шећера који дају кристаласте хидразоне (маноза на пр.); оزازони се граде тек на температури кључања и кристалишу, неки још при кључању, неки тек при хлађењу.

Поларизо-
вана све-
тлост и оп-
тичка ак-
тивност
шећера.

Оптичке особине. Раствор шећера има особину да скреће раван у којој је светлост поларизирана. Стога се вели, да је шећер оптички активно тело. Овде можемо само подсетити у чему се састоји физичка појава поларизовања светлости. У обичној,

*) Добива се једињење овога облика:

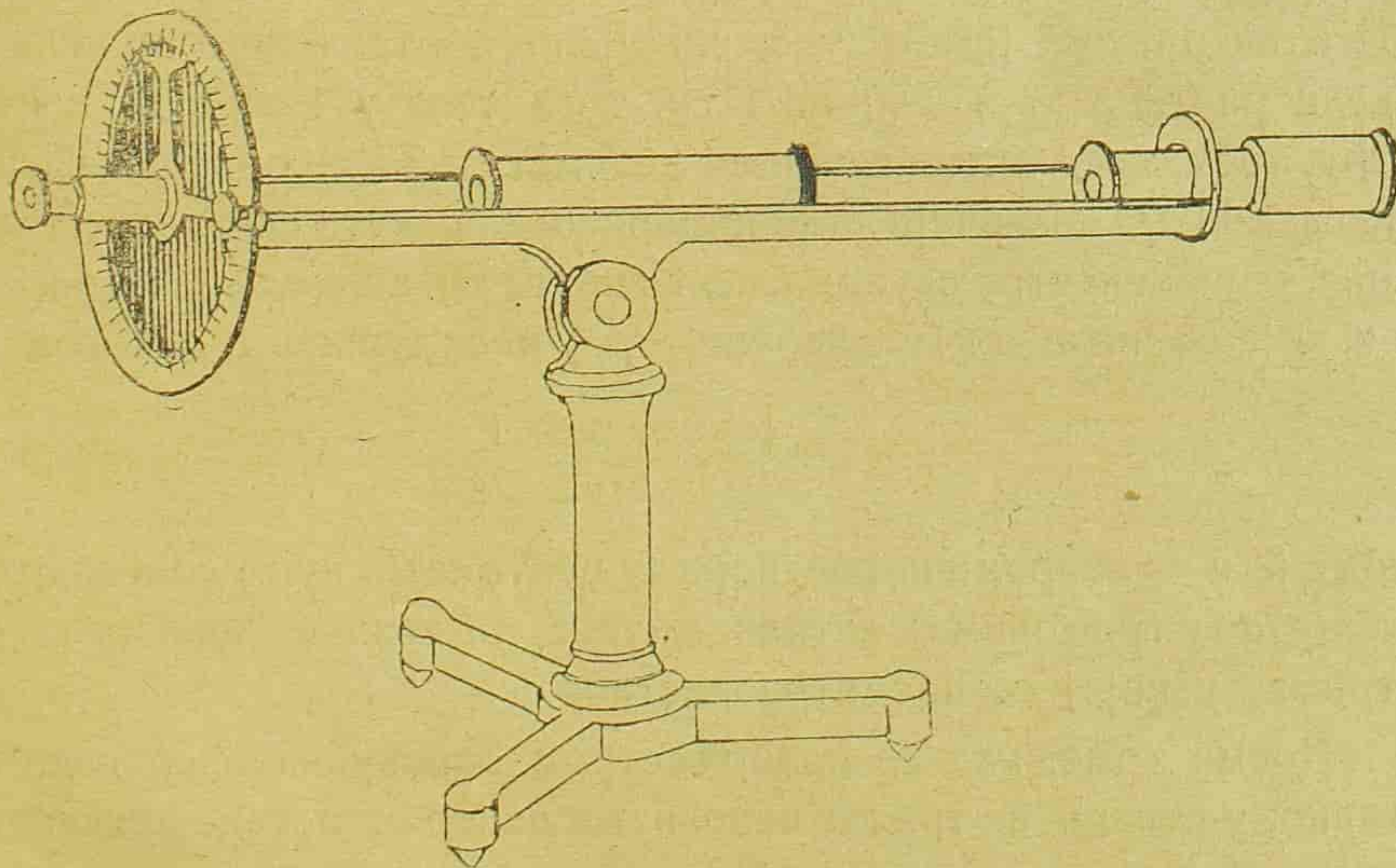


тако да бакар остаје растворен у алкалној средини.

неполаризованој светлости претпоставља се, да се треперење етера врши у свима правцима усправним на правац зрака. Дакле, ако је правац зрака у осовини једнога точка, тада би правац треперења био у правцу безбројних паока тога точка. Такав зрак светлости има дакле потпуно симетричну грађу око своје осовине. На разне начине, али нарочито пролазом кроз извесне кристале, тај зрак светлости може стећи једну нову особину, која се састоји у томе, што се у њему хипотетично треперење не врши више у свима правцима, већ само у једноме усправном правцу: ако узмемо и овде пређашње грубо поређење, тада ћемо рећи, да се у поларизованоме зраку светлости треперење врши само у правцу два супротна паока која су преостала од точка. Такав зрак није дакле симетричан према ма којој равни у којој лежи зрак: такав је зрак поларизован, а раван у којој лежи зрак и правац треперења, зове се раван поларизовања.

Оптичка активност шећера састоји се у томе, што зрак поларизоване светлости скреће, при пролазу кроз раствор шећера, раван у којој лежи, око своје осовине, т. ј. око правца зрака. Према томе на коју се страну врши то скретање, оптички активна тела су декстрогира или левогира; а угао који мери то скретање јесте њихова моћ обртања (ротациона моћ).

Декстро-
гира и ле-
вогира
тека.



Слика 4.
Полариметар.

Та оптичка особина шећерних раствора употребљује се на карактеризовање разних шећера и на њихово квантитативно одређивање. Стога су апарати за мерење те моћи обртања нашли

Полариме-
тар.

велике практичне примене и налазе се у свакој физиолошкој лабораторији као и у фабрици шећера и апотеци која врши хемијске анализе (одређивања количине шећера у мокраћи). Један такав апарат који се обично употребљава у физиологији, полариметар, представљен је сл. 4. Његов ће се опис наћи у уџбеницима за физику. Поменимо само, да је светлост поларизована при уласку у апарат (десни крај приложене слике) и да затим пролази кроз раствор оптички активног тела (који се налази у цеви положеној на средини олука наше слике). На другоме крају апарата мери се скретање равни поларизовања. Оно се изражава тиме, што посматрано осветљено поље, које је подједнако осветљено док цев са активним раствором није положена, постаје једном својом половином тамније. Ако је тело декстрогино, тада је десна половина постала тамнија, а ако је тело левогино, лева. Окретањем тога дела апарата доведе се поље до једнаког осветљења. Угао тога скретања, који се чита на једноме подељеном кругу, изражава скретање равни поларизовања при пролазу зрака кроз посматрани раствор.

Специфич-
на моћ
обртања.

Величина тога скретања зависи, за једно исто тело, од концентрације раствора и од дужине цеви у којој је раствор посматран, и у правој је размери са та два чиниоца; најзад и температура утиче на ротациону моћ. Под именом специфичне моћи обртања једног тела разуме се обртање које производи водени раствор који садржи 1 гр. тога тела у 1 кубном сантиметру, посматран у цеви дужине 1 дециметра. То се обртање назначује са $[\alpha]_D$ (D назначује да је поларизована жута светлост натриумова, која у спектру заузима место пруге D), а везано је за обртање α , које се чита за концентрацију p , у цеви дужине l , односом:

$$\alpha = \frac{[\alpha]_D \times p \times l}{v}$$

у коме је v = запремина раствора (у центиметр. куб.) која садржи тежину p (у грамовима) активног тела, а l дужина цеви (у дециметрима) у којој се посматра раствор.

Према томе, кад се полариметром одређује шећер квантитивно, у ствари се тражи непознато p , јер су остале вредности познате ($[\alpha]_D$ је одређено за познате шећере, α се чита на полариметру, l је дужина употребљене цеви, за v се узима 100); на тај начин процентни садржај шећера дат је овом формулом

$$p = \frac{\alpha \times v}{[\alpha]_D \times l}$$

Најзад напоменимо и ово, да шећер нема у води чим се раствори одмах сталну моћ обртања, већ да ова тек после неког времена дође до сталне вредности. Та је појава позната под именом мултиротације. Она се тренутно укида грејањем течности до кључања или алкалинизовањем раствора.

Чему треба приписати оптичку активност растворених тела? Постоје две оптички активне винске киселине ове формуле:



које имају исте хемијске и физичке особине а које се разликују само тиме што једна скреће поларизовању светлост на десно за онолико за колико је друга скреће на лево. Да би објаснио ту појаву, Pasteur је истакао хипотезу по којој је молекуларни склоп винске киселине у простору асиметричан, а грађа молекула десне киселине у односу је према грађи молекула леве, као један предмет према својој слици у огледалу, или као што је десна рука према левој: два су таква предмета истоветна, али се не могу покlopити нити заменити, десна се рука увек може разликовати од леве, а десна рукавица не може заменити леву. Та је хипотеза и тиме оправдана што соли винске киселине дају две врсте кристала, који су ориентисани на два начина (хемиедрије), тако да се из мешавине кристала могу одвојити они који ће у раствору стању бити декстрогири од оних који ће бити левогири.

Оптичка активност добила је задовољавајуће објашњење хипотезом Le Bel-а и van't Hoff-а, по којој је пређашње схватање проширено увођењем појма о асиметричном угљенику. По тој хипотези, атом угљеника се налази у средишту једнога тетраедра, чија четири рога представљају четири угљеникове валенције. Ако њих застићују четири различита атома или радикала, тада се такав тетраедар неће моћи покlopити са својом сликом у огледалу, као што показује сл. 5.

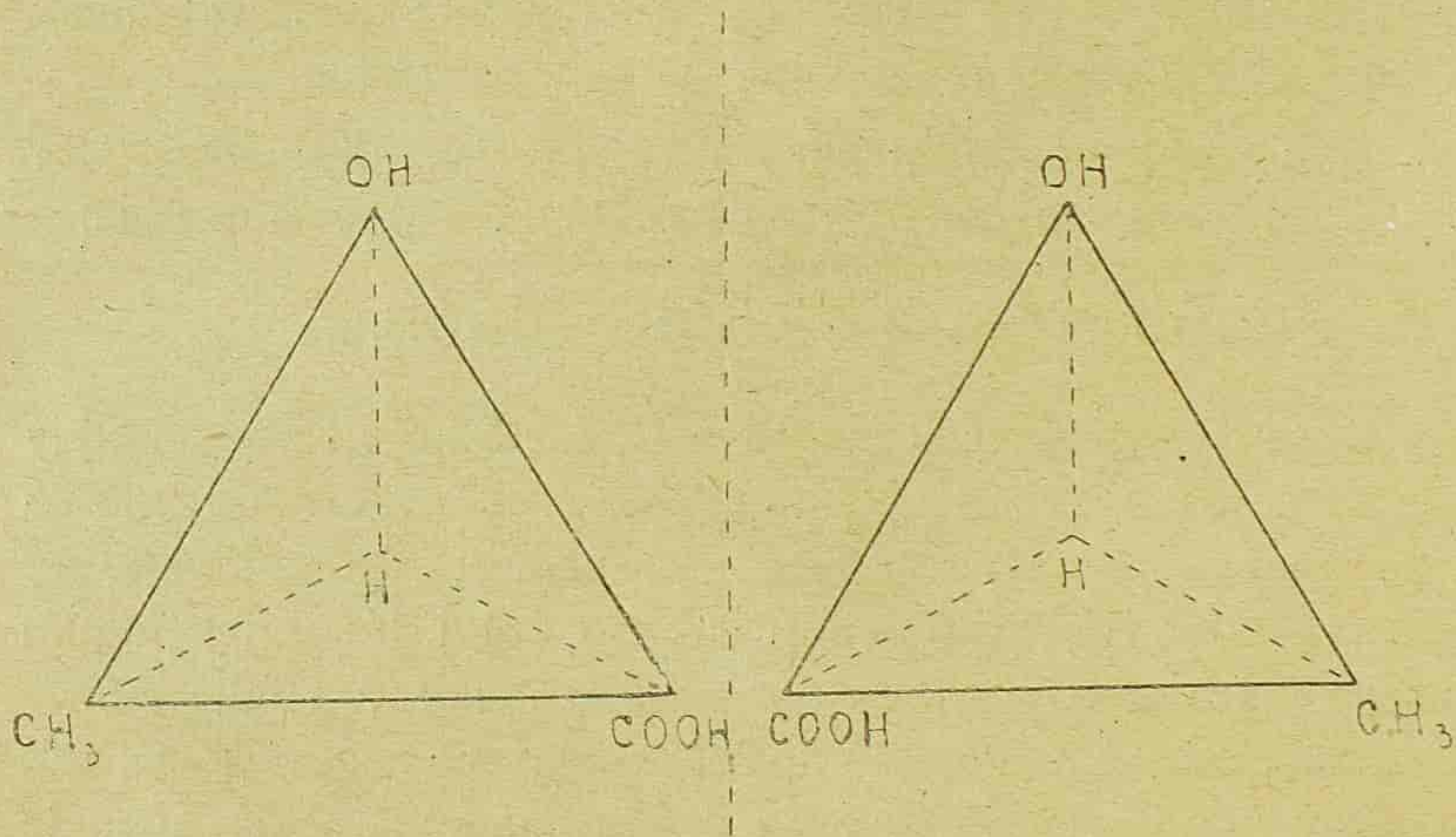
Асиметрични угљеник.

Та су два тетраедра пример грађе два оптичка изомера, као што су, на пр., десна и лева млечна киселина, које имају, као десна и лева винска киселина, све физичке и хемијске особине заједничке, с изузетком обртне моћи, која је супротнога правца. Млечна киселина $\text{CH}_3 - \text{CHON} - \text{COOH}$ постоји дакле у два следећа облика (сл. 5.).

Оптички изомери.

Таква два изомера, који су симетрични један према другоме, јесу оптичке антиподе.

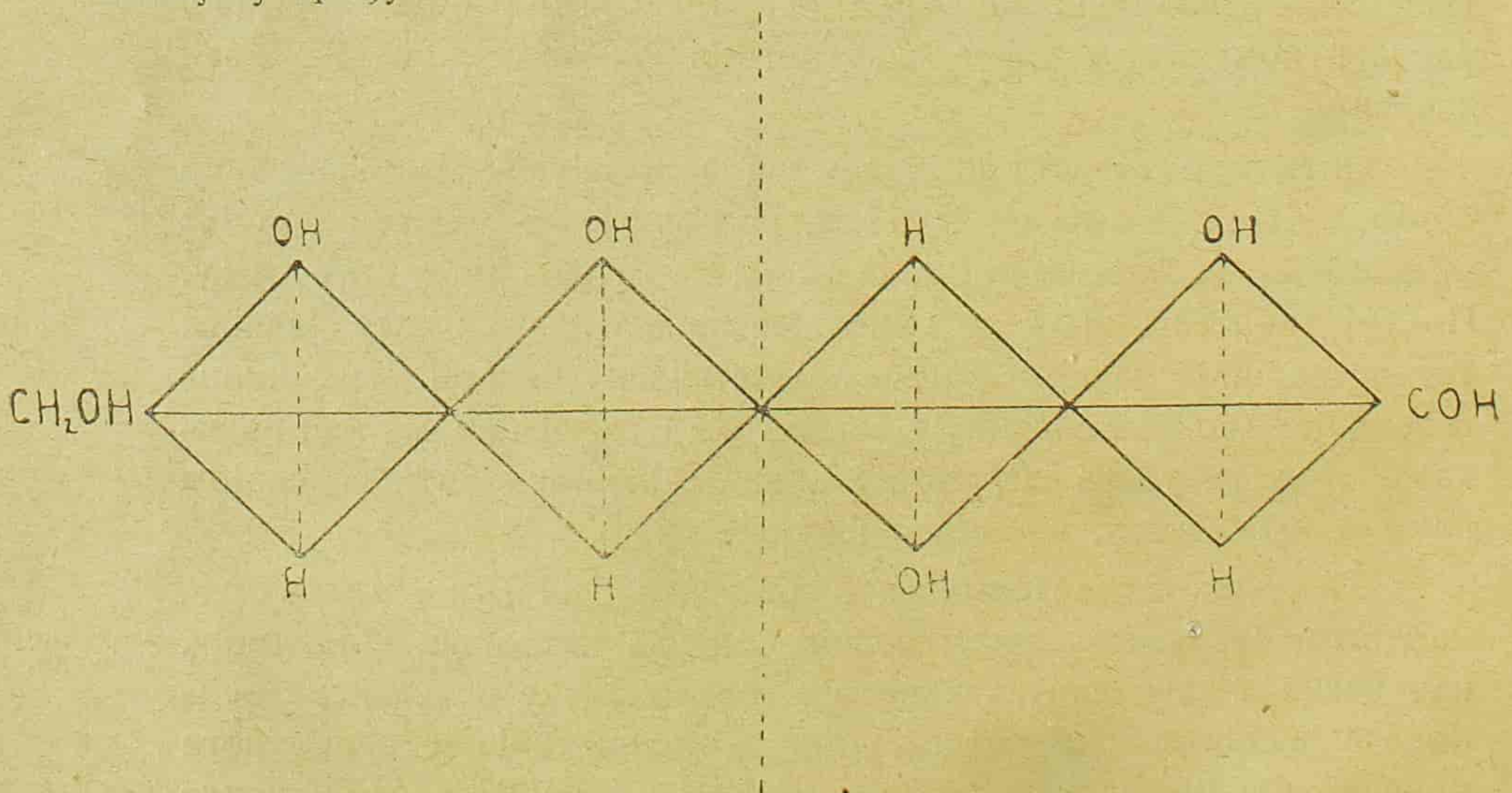
Сад је разумљиво, да ће једно тело које има, не један асиметричан угљеник, као млечна киселина, већ више њих, разним распоредом њиховим дати више изомера. Најлепше примере тога



Слика 5.

Сtereохемијска грађа десне и леве млечне киселине (угљеник није представљен у средишту тетраедра).

случаја имамо управо у разних шећера. Једна хексоза садржи четири асиметрична угљеника. Гликоза, на пр., има ову стереохемијску грађу.



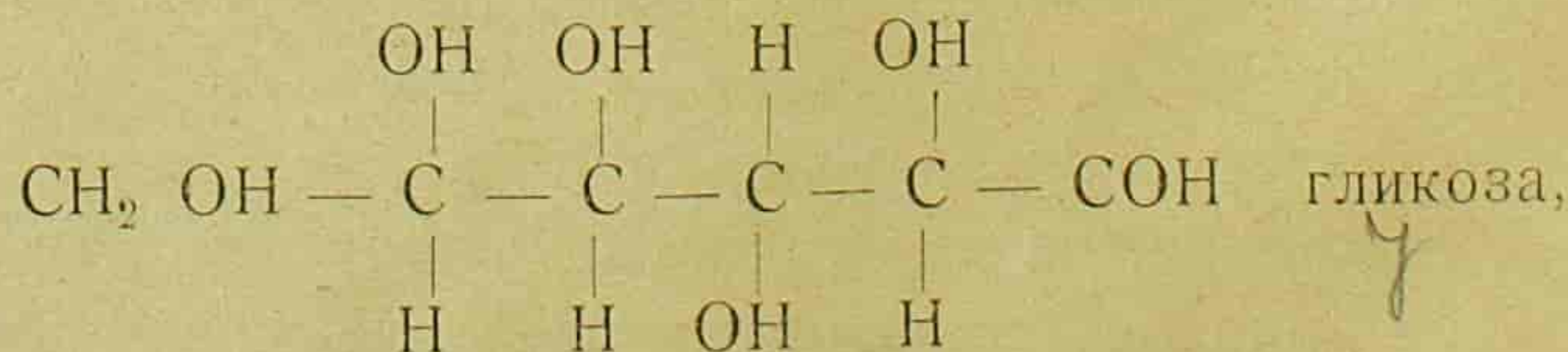
Слика 6.

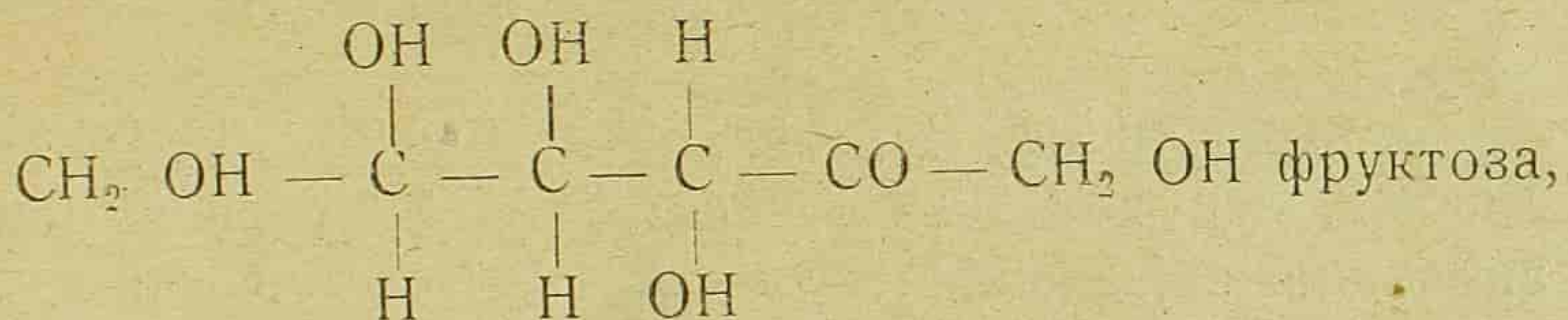
Сtereохемијска грађа гликозе.

Поред оптичких антипода (*d*-и *l*-гликозе), јасно је да се међусобним измењивањем положаја *H* и *OH* у свакоме тетраедру,

d-гликоза (грожђани шећер) свакако је најважнији шећер са физиолошкога гледишта, јер је то одабрани облик у коме угљенохидратска храна долази од ћелија; вероватно је, да се други употребљиви угљени хидрати у организму најпре претварају у гликозу, па их тек онда употребљава животињска ћелија. Међу разним саставним деловима крви налази се увек и шећер, и то представљен *d*-гликозом, па ма каква била храна, са или без угљених хидрата. Та физиолошка повластица *d*-гликозе има вероватно своје порекло у томе, што је тај шећер куд и камо најраспрострањенији у биљноме свету, нарочито у виду сложених угљених хидрата, који се под утицајем фермената варења хидролизују у гликозу, те се животињска ћелија у неку руку прилагодила на њ. У слободном стању, гликоза се налази у грожђу и у сваком киселом воћу, у мокраћи диабетичара („шећерна болест“) и, као што рекосмо, у крви. Готово сви сложени шећери и угљени хидрати дају, хидролизом, гликозу, поред других шећера, а неки искључиво гликозу (видети даље таблу). Гликоза је алдехидан шећер, и редукује према томе Фелингов раствор. Раствор гликозе стављен у водено купатило које кључа, са фенилхидразином и сирћетном киселином, даје озазон, који кристалише у врелој средини и који под микроскопом има карактеристични облик „борових игала“. *d*-гликоза скреће на десно поларизовану светлост: $[\alpha]_D = + 52^{\circ},6$ (израчунато за анхидрован шећер, јер гликоза кристалише са 1 мол. воде). Слат грожђаног шећера два и по пута је слабија од сласти обичног шећера (сахароза). Од свих хексоза најбрже превире.

d-фруктоза или левулоза јесте кетонска хексоза, која скреће поларизовану светлост на лево; отуда јој првобитно име левулоза, — али и поред тога спада у *d*-изомере јер произлази по својој стереохемијској грађи од *d*-алкохола, а у томе случају решено је, да се дериват назначује на исти начин иако има оптичку активност супротног правца. $\alpha_D = - 89^{\circ},9$. Фруктоза се налази у слободном стању обично у воћу, поред гликозе, а у врло распрострањеноме шећеру сахарози, један молекул фруктозе сједињен је са молекулом гликозе. Са фенилхидразином даје озазон који је истоветан са гликозазоном, што је лако схватити када се баци поглед на стереохемијску грађу та два шећера:





и кад се има на уму, да се при грађењу озаона изједначују оне две функције по којима се та два шећера разликују једно од другога.

d-галактоза. То је алдехидан шећер, изомеран са глико-Галактоза. зом. Налази се у млечноме шећеру, сједињен са гликозом, и у другим сложенијим шећерима и конденсованим угљеним хидратима (галактане). $\alpha_D = +83^\circ$. Даје фенилозозон који је слабо растворљив у врелој води, као и фенилгликозозон. Оксидована азотном киселином, галактоза даје слузну киселину, која служи на њено карактерисање.

d-маноза. И маноза је алдехидан шећер. Одликује се нарочито својим фенилхидразоном који се гради и кристалише када је маноза у додиру са фенилхидразином на обичној температури; озаон пак једнак је са гликозовим, што се лако да схватити из упоређивања грађе та два шећера. Налази се у виду конденсованих угљених хидрата, манана.

b. Пентозе. Пентозе су моносахариди са пет угљеникових атома, који се по својем саставу разликују од хексоза тиме што имају једну групу — СНОН — мање; према томе, елементарни састав им је $\text{C}_5 \text{H}_{10} \text{O}_5$. Редукују и једине се са хидразинима као и хексозе. Не претрпљују алкохолно врење. Пентозе, изгледа, не играју знатну улогу у исхрани виших животиња (изузев можда травоједе), на првоме месту зато, што више животиње немају фермената који би могли ослободити пентозе из конденсованих угљених хидрата (пентозане) у којима се налазе у природи у биљноме свету. У животињском организму пак пентозе се налазе као саставни део молекула неких протеида. Главне су пентозе *l*-ксилоза и *l*-арабиноза.

l-ксилоза. Добива се хидролизом дрвенстих ткива. Налази се у молекулу нуклеинске кис. нуклеопротеида разних органа. Даје карактеристично једињење ксилобромид кадмијумов.

l-арабиноза. Добива се хидролизом разних биљних смола у којима се налази у облику конденсованих полисахарида (арабане).

II Дисахариди.

Дисахариди су угљени хидрати чији молекул даје хидролизом*) два молекула моносахарида. Најраспрострањенији и физиолошки најважнији јесу дисахариди састављени из два молекула хексоза. Њихов је најобичнији представник сахароза, обични шећер којим сладимо кафу. Грејући је са разблаженим киселинама, сахароза се хидролизује и даје по један молекул *d*-гликозе и *d*-фруктозе.



Хидролиза
дисаха-
рида.

Та формула представља хидролизу свих дисахарида састављених из двају хексоза.

Ту исту хидролизу врше и ферменти; у томе и састоји варење дисахарида, који нису непосредно употребљиви у организму. Дисахариди такође не превиру непосредно већ тек почем су хидролизован под утицајем фермената који се налазе у квасу.

Дисахари-
ди и моћ
редукова-
ња.

Дисахариди могу редуковати и не редуковати Fehling-ову течност. Лако је схватити, да два молекула шећера који редукују могу бити међу собом сједињени на такав начин, да су функције тих моносахарида, од којих зависи моћ редуковања, прикривене; у другом пак случају моносахариди су тако везани, да један има своју алдехидну или кетонску функцију слободну: такав дисахарид редукује.

Са физиолошког гледишта најважнији су дисахариди: сахароза, лактоза и малтоза.

Сахароза.

Сахароза. Сахароза је наш обични шећер, који је некада вађен из шећерне трске а који се данас вади готово искључиво из шећерне репе. Човек претпоставља овај дисахарид осталим шећерима због његове сласти, која је два и по пута јача од сласти гликозе (грожђаног шећера) Сахароза је шећер који не редукује. Врло се лако хидролизује под утицајем врло разблажених киселина и под утицајем фермента инвертин, дајући по један молекул *d*-гликозе и *d*-фруктозе. Та се реакција назива обично инверсија, еквимолекуларна мешавина гликозе и фруктозе инвертован шећер. Сахароза је декстрогира,

$$\alpha_D = + 66,5^\circ$$

док је инвертован шећер левогир, а то стога што је лева моћ обртања *d*-фруктозе јача од десне моћи *d*-гликозе.

*) Подсетићемо, да је хидролиза цепање молекула које се врши уз везивање воде.

Сахароза је врло распрострањен угљени хидрат у биљноме свету. Поред шећерне трске и репе, разно је зрело воће садржи у изобиљу. Сахароза стављена у додир са квасом превире нагло, али тек пошто се хидролизом распала у просте шећере.

Лактоза и млечни шећер. Налази се у млеку свих сисара. Тај је шећер извесно време једина угљено-хидратска храна младога сисара. Лактоза је дисахарид који редукује и даје фенилозакон који се потпуно раствара у врелој води, из које се таложи хлађењем. Хидролизом, молекул лактозе даје по један молекул гликозе и галактозе. Ове су две хексозе тако сједињене у молекулу млечнога шећера, да алдехидна функција гликозе остаје слободна: отуда лактози особине шећера који редукују. Постоји један ферменат, лактаза, који се нарочито налази у цреву младих сисара и који хидролизује млечни шећер као и разблажене киселине.

Лактоза.

Малтоза. Малтоза је дисахарид састављен из двају молекула гликозе. Редукује и даје фенилозакон са истим особинама растворљивости као и лактозакон. Налази се у проклијаломе јечму, сладу, као ступањ хидролизе скроба под утицајем фермената. При варењу скроба малтоза се појављује у цреву као прелазан ступањ, а њу затим хидролише ферменат малтаза.

Малтоза.

III Трисахариди и тетрасахариди.

Поменимо само рафинозу и стахиозу. Рафиноза је трисахарид чији је молекул састављен из фруктозе, гликозе и галактозе. Под утицајем фермената или слабих киселина може се одцепити од рафинозе молекул фруктозе, тако да остаје дисахарид мелибиоза, састављен из гликозе и галактозе. Рафиноза се налази у разних биљака а пронађена је у шећерној репи.

Рафиноза
и стахиоза.

Стахиоза је тетрасахарид у чијем су молекулу поређана четири молекула хексоза овим редом: фруктоза — гликоза — гликоза — галактоза.

Мелибиоза.

IV Полисахариди.

Полисахариди су угљени хидрати чији молекул даје хидролизом већи, неодређени број молекула моносахарида. Полисахариде треба дакле сматрати телима у којима је конденсован већи број простих шећера. Ти угљени хидрати немају више карактеристичне особине шећера: не растварају се лако у води и то не дају праве растворе, већ колоидне растворе; неки су

Двојаке у-
логе поли-
сахарида.

чак потпуно нерастворљиви (целулоза, дрво). Не редукују и немају према томе ни једну одлику која је у вези са том особином; најзад немају слаткога укуса.

Физичке особине полисахарида намењују их двојаким физиолошким улогама: нерастворљиви полисахариди су заштитни и подражавајући елементи биљних ткива (целулоза, дрво, плуто), док су колоидални полисахариди хранљиве резерве животињске и биљне (скроб, гликоген...). Колоидно је стање повољно за тела која играју улогу органских резерва, — т. ј. за тела која остају нагомилана дуже времена у ћелији, до тренутка када је, после претрпљених промена, морају брзо напустити, — јер се колоиди одликују одсуством осмотске моћи и одсуством дифузије кроз мембране, што им дозвољава да се нагомилају у ћелији не ремећећи њен осмотски притисак.

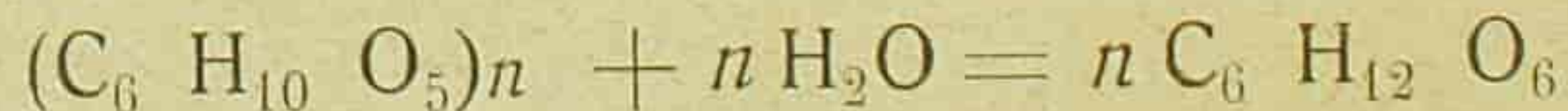
Полисахариди су састављени из хексоза или пентоза и према томе називају се хексозане или пентозане.

С физиолошкога гледишта најважније су хексозане, и то: скроб, гликоген, инулин, целулоза и маногалактане.

Скроб.

Скроб (*amylum*, „штирак“*) је најраспрострањенија биљна угљено-хидратска резерва. Њиме је представљен већи део органске материје многих зрна и кртола. Скроб игра у исхрани биља важну улогу, јер у хлорофилној асимилацији скроб је редован производ активности хлорофилних зрнаца, у чијем се додиру појављује.

Скроб, хидролизован разблаженим киселинама или ферментима (амилаза и малтаза), претвара се у гликозу. Та се хидролиза може представити следећом формулом, која важи у исто време за хидролизу свих хексозана:



Скробни састојци,

Скроб се налази у биљним ћелијама у облику зрнаца која имају извесну грађу. Већ по томе могло би се сумњати да је скроб једна хемијска јединка. И заиста, у последње доба издвојена су из скроба два тела: амилоза и амилопектин. Прво је тело растворљиво у води, даје плаву боју са јодом, док је амилопектин нерастворљив, већ даје у води кашу, а са јодом даје црвену боју. У ствари скроб мора бити још сложенији, јер изгледа да је и амилоза мешавина више угљених хидрата. Дакле

*) Тај најважнији угљени хидрат наше хране није друго до обични „штирак“ који се употребљава при утијавању рубља, а који се добива обично из кромпира или пиринча. Напомињемо ово, јер се наилази често на образоване особе које не могу веровати да је скроб наше хране обичан „штирак“, за који чак нису биле уверене да није у неколико и отрован!

не треба никако мислити да је скроб једно хемијско једињење, већ је мешавина више угљених хидрата, састављених из гликозе, која је у њима вероватно на разним ступњевима конденсована.

Скроб, узет у својој целини, има горње особине својих саставних делова: са јод-јодкалиумом даје плаву боју која ишчезава грејањем, а враћа се хлађењем; у топлој води набубри и даје кашу.

Видели смо, да се скроб, хидролизован киселинама прет-<sup>Хидроли-
за скроба.</sup> вара у гликозу. Помоћу фермената долази се до истог резултата, али прелазећи преко посредних ступњева распадања молекула скроба. Пре него што се дође до гликозе, појављује се низ тела, декстрини, која су све мање конденсована, т. ј. чији молекул садржи све мањи број молекула гликозе; напоследку појављује се један дисахарид, малтоза, чији молекул садржи дакле још само два молекула гликозе и који се распада у крајњи производ гликозу.

Напоменимо, да је скроб у животиња нађен само у протозоа (флагелата).

Гликоген (*zoopatulum*, животињски скроб). У живо-^{Гликоген.} тиња се налази једна угљенохидратска резерва која је у многоме слична биљноме скробу; њу је открио Claude Bernard и назвао гликоген. Налази се у свим органима, али његово је главно стовариште јетра. Као и скроб, гликоген се под утицајем фермената или киселина хидролизује и даје гликозу као коначан производ, а декстрине и малтозу као посредне производе. У води се раствара дајући мутне беличасте (опалесцентне) растворе. Са јод-јодкалиумом не даје плаву боју као скроб, већ затворено-црвену („махаго-ни“). Као што ћемо видети на своме месту, физиолошка улога гликогена је врло важна, јер се помоћу њега регулише снабдевање организма потребним шећером. Као што је скроб присутан у свакој биљци, тако је гликоген нађен у виших и нижих животиња. Нађен је у биљака само у квасова.

Инулин. У неких биљака резерве угљених хидрата налазе се у виду инулина. Тај полисахарид даје хидролизом фруктозу. Не даје са јод-јодкалиумом никакву реакцију. Према киселинама много је мањег отпора него ли скроб или гликоген. Налази се нарочито у кртоли морске репе (*Helianthus tuberosus*) и георгине (*Dahlia*); у артичоки (*Cynara scolymus*) и оману (*Inula*).^{Инулин.}

Маногалаткане. Полисахариди који хидролизовани киселинама или ферментима дају шећере манозу и галактозу зову се маногалаткане. Ти се полисахариди налазе нарочито као резервна храна у рожаним албуменима, на пример у семену урме, кафе, рошчића, палме (*Phytelephas macrocarpa*) и др. Налазе<sup>Манога-
лактанс.</sup>

се и у зрну луцерне а и у кртолама разних орхидеа (с а л е п, који се справља кртолама неких орхидеа садржи маногалактана). Не треба мислити да су маногалактане разнога порекла једно хемијско тело или једна иста мешавина. Под именом маногалактана подразумевају се разне мешавине угљених хидрата које имају заједничкога, да хидролизом дају мешавину манозе и галактозе у разним размерама. У исхрани, виших животиња бар, маногалактане не играју никакву улогу, а то због одсуства фермената који би их хидролизовали.

Целулоза.

Целулоза. Овај угљени хидрат одликује се својом јаком отпорношћу према хидролизи. Само концентрисане минералне киселине могу га на високој температури хидролизovati. Продукат те хидролизе јесте *d*-гликоза. Целулоза се не раствара у обичним растварачима; једино је раствара *Schweizer*-ов раствор (амонијачни бакарни сулфат). Целулоза је градиво мембране биљне ћелије. Највећи део суве тежине многих биљака пада на целулозу. Међутим, тај тако распрострањени угљени хидрат, који даје физиолошки најгоднији шећер, гликозу, не може бити искоришћен као храна ни од човека ни од већине животиња, јер ферменат који би хидролизовао целулозу не постоји у њихову апарату за варење. Међутим, травоједи изгледа да делимично искоришћују целулозу своје хране, захваљујући микроорганизмима своје цревне флоре, који врше распадање целулозе на разне начине.

Целулоза у храни.

Треба приметити, да целулоза, и онде где не игра велику улогу као храна, својом масом надражује црево и подстиче га на интензивна кретања (перисталтика), која су потребна нарочито у оних животиња које имају врло дуга црева. Храни ли се на прец храном која не садржи целулозе, животиња умире после кратког времена од запаљења црева проузрокована труљењем хране која се не протурује довољно брзо.

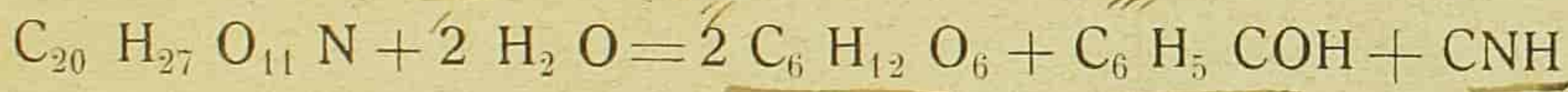
Пентозане.

До сада наведени полисахариди дају хидролизом шећере са шест атома угљеника, и стога се називају хексозане. Поред њих, у природи су врло распрострањени и такви угљени хидрати који су састављени из пентоза; то су пентозане. Ови угљени хидрати, као и целулоза, и из истог узрока, не играју знатну улогу у исхрани човека и виших животиња, изузев травоједне, код којих су, изгледа, пентозане у неколико искоришћене. Пентозане су представљене у природи арабанама и ксилозанама. Прве дају хидролизом арабинозу а друге ксилозу; прве се налазе у разним биљним смолама (вишњина смола, *gummi arabicum*), друге у дрвенастим ткивима.

Арабане и ксилозане.

Гликозиди.

Поменућемо овде, да се у биљноме свету налазе многобројна и врло разноврсна једињења која су састављена из шећера, обично гликозе, и каквога другога, или више других тела, као што су алдехиди, алкохоли, киселине, феноли итд. Та се једињења зову гликозиди. Најпознатији је гликозид амигдалин, који се налази у горкоме бадему и који под утицајем фермента е мул син даје гликозу, бензалдехид и цијанводоник:



Други обичан гликозид јесте салицин, који се под утицајем пређашњега фермента распада у гликозу и салигенин. У слачици се налази гликозид калиум-миронат, који се распада под утицајем фермента мирозин у гликозу и друге продукте који дају сенфи њен надражљив укус.

Амигдалин, салицин и калиум-миронат.

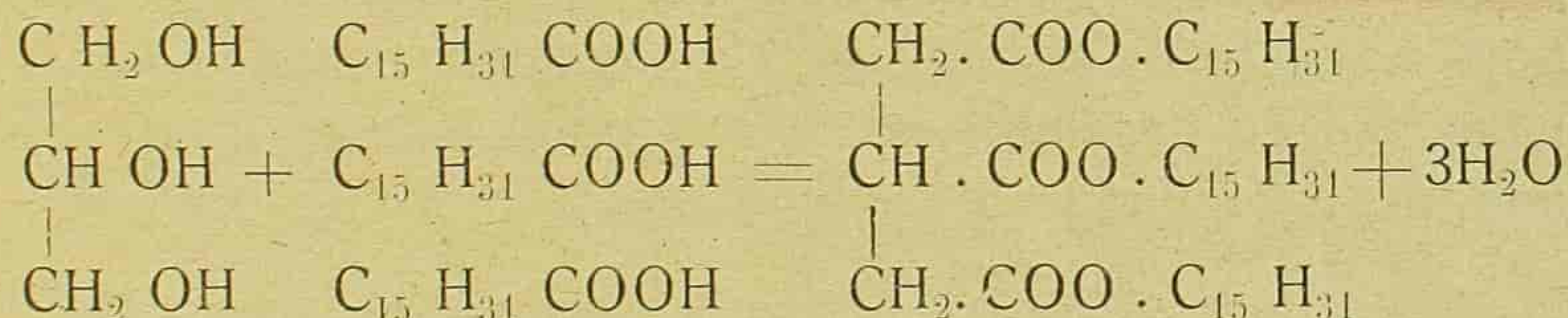
Преглед важнијих природних угљених хидрата и производа њихове хидролизе

Угљени хидрати	Производ њихове хидролизе
I. Моносахариди (прости шећери)	
а. хексозе ($C_6H_{12}O_6$)	
гликоза	
фруктоза	
галактоза	
маноза	
б. пентозе ($C_5H_{10}O_5$)	
ксилоза	
арабиноза	
II. Дисахариди	
дихексозе ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	
сахароза	1 мол. гликозе + 1 м. фруктозе.
лактоза	1 мол. гликозе + 1 м. галактозе.
малтоза	2 мол. гликозе.
III. Трисахариди и тетрасахариди	
рафиноза	1 мол. фруктозе + 1 м. гликозе + 1. мол. галактозе.
стахиоза	1 м. фруктозе + 2 м. гликозе + 1 мол. галактозе.

садржи три алкохолне функције, које могу бити замењене једним, двама или трима киселим остацима, дајући према томе моно —, ди — и триглицериде. Природне масти састављене су из триглицерида поглавито ових масних киселина: олеинска киселина ($C_{18} H_{34} O_2$), палмитинска киселина ($C_{16} H_{32} O_2$) и стеаринска кис. ($C_{18} H_{36} O_2$).

Такве се масти зову неутралне масти. Према томе којом је киселином глицерин засићен имамо, триолеин, трипалмитин и тристеарин.

Грађење трипалмитина на пр. овако се може представити:



Готово сва природна масна тела јесу мешавине горе именованих триглицерида у разним размерама. Триолеин је течно тело, док су тристеарин и трипалмитин чврста тела на обичној температури. Течна масна тела, уља, садрже нарочито триолеина, док у чврстим, лој, масло, и др., превлађују она друга два триглицерида.

Уља и масти.

Сапонификавање. Под утицајем прегрејане водене паре на 220° , кувањем са разблаженим киселинама и под утицајем фермената (липазе) масти се хидролизују т.ј. распадају у своје састојке: глицерин и масне киселине, уз везивање воде. Та се хидролиза назива још сапонификавање масти, јер када се масна тела загреју са алкалијама, она се на исти начин хидролизују, само што се ослобођене масне киселине једине са базом дајући једињења која нису друго до сапуни. Сапуни су дакле представљени алкалним стеаратима, олеатима и палмитатима. Масти могу дати сапуне не само са алкалијама већ и са другим металима, али су само натриумови и калиумови сапуни растворљиви у води.

Сапонификавање масти.

Сапонификавање је важна реакција и са физиолошкога гледишта, јер ћемо видети да се она збива у организму под утицајем фермената, и да се варење масти састоји поглавито у њихову сапонификавању.

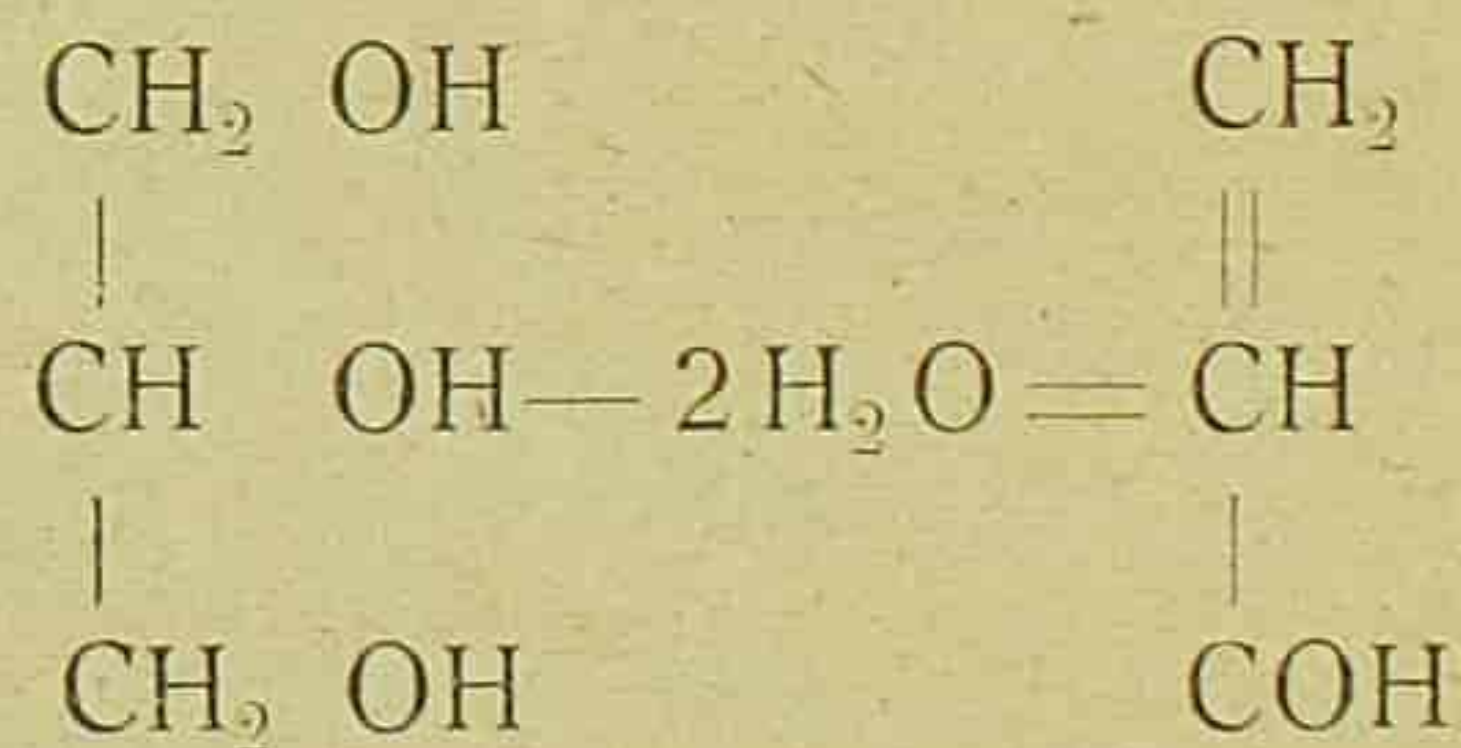
Масти су неутрална тела која се не растварају у води. Дају мрље које се не испаравају. Растварају се у алкохолу, етеру, бензину, угљенсулфиду и др.; та се особина употребљује на њихово издвајање, екстракцију, из ткива.

У течностима у којима се не растварају, масна тела могу бити у суспензији у облику ситних капљица. Такво физичко стање

Емулсија.

масти зове се емулсија. Емулсија се добива мућкањем, на пр. уља са водом. Таква емулсија није трајна, јер после извеснога времена масно се тело издваја из течности; али емулсије могу постати сталне утицајем неких тела, на пример у присуству малих количина слободних масних киселина. Видећемо да та појава има такође своје важности у варењу масти. Млеко је једна стална емулсија; микроскоп открива у млеку многобројне масне капљице које лебде у млечној течности.

Масна тела загрејана на високој температури са каквим телом које оксидише, натриумбисулфатом на пр., дају карактеристичну реакцију, која се састоји у томе што постају тамне боје и одају белу пару јака непријатна мириса који надражује грло. Та се реакција састоји у производњи акролеина, који постаје из глицерина одузимањем два молекула воде:



Обојене
реакције.

Још једна карактеристична реакција масних тела јесте давање црне боје са осмијском кис. и са оркана тинктуром.

Масна се тела налазе у оба царства живих бића. У биљака се налазе нарочито у плоду, у врло различним размерама: пшеница их садржи врло мало, кукуруз знатно више, а плод маслине, ораха, лешника, бадема, сунцокрета итд. у изобиљу. У већини случајева масна су тела у биљака представљена уљима, али их има и у чврстој стању (масло разних палма).

Распро-
страње-
ност ма-
сти.

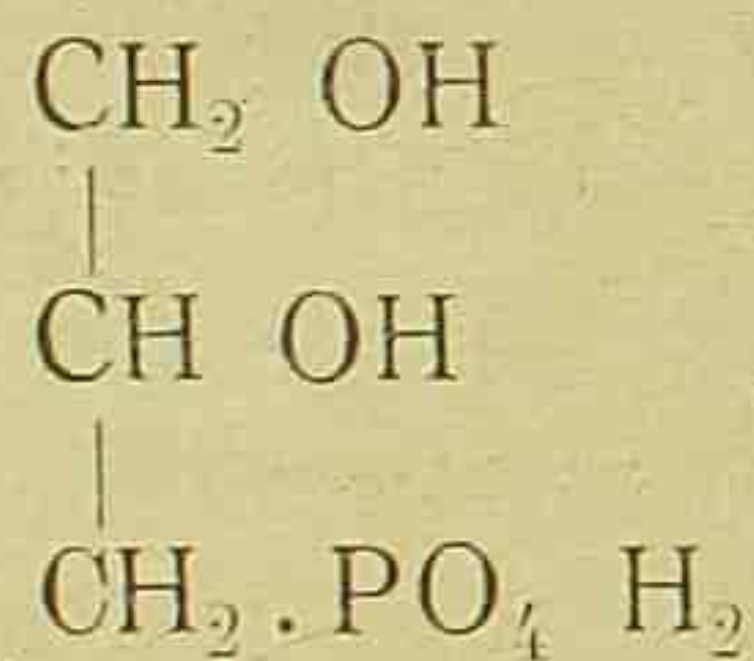
У животиња су, напротив, масти врло распрострањене. Налазе се нарочито у извесним ткивима у облику резервне хране: поткожно ткиво, везивно ткиво мишића, трбушна марамица могу садржавати велике количине масти; кошчана мождина такође их садржи у изобиљу. Али било би погрешно сматрати масти искључиво хранљивим резервама локализованим у овом или оном ткиву. Масна се тела налазе у свакој ћелији и морају бити сматрана нормалним саставним градивом сваке ћелије. У животиња налазе се нарочито чврсте масти, али их има и у облику уља, нарочито у риба и китова. Ткива која садрже масне резерве врло су рђаве топлоноше и њихова је улога очевидна у топлокрвних животиња које живе у води или у хладним пределима, и које имају обично знатан слој подкожне масти.

Лецитини.

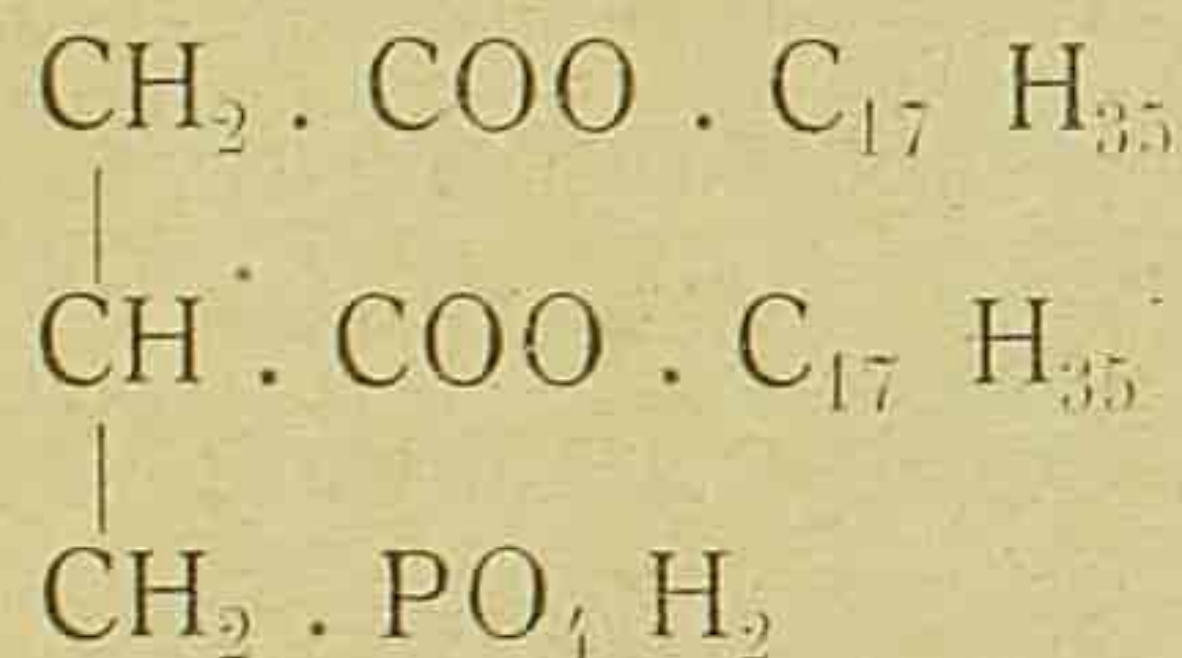
У новије доба открило се, да су врло распрострањена у животињскоме и биљноме организму тела која могу бити сматрана фосфорним мастима, а од којих су за сада добро познати само лецитини.

Састав је лецитина, као што ћемо видети, доста сложен. Састав лецитина.

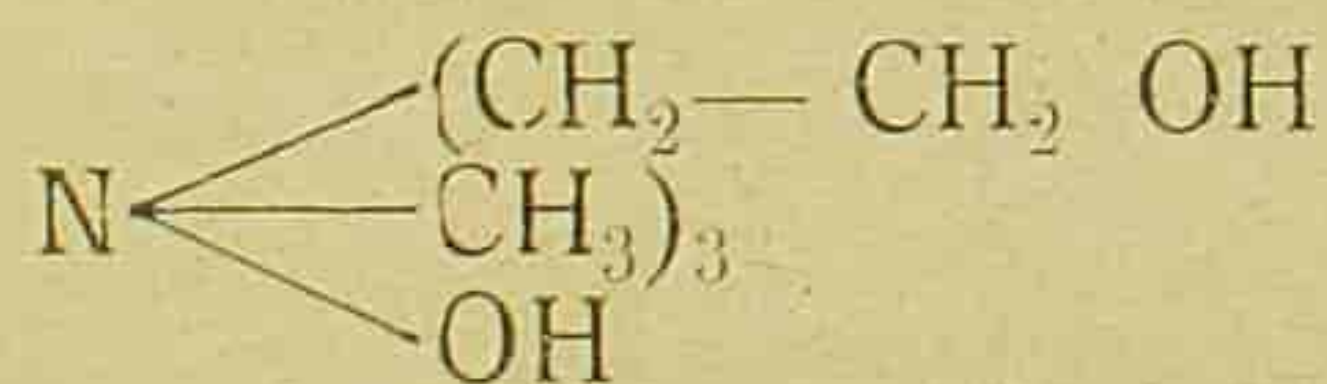
Глицерин се може јединити са фосфорном кис. и дати глицерофосфору киселину:



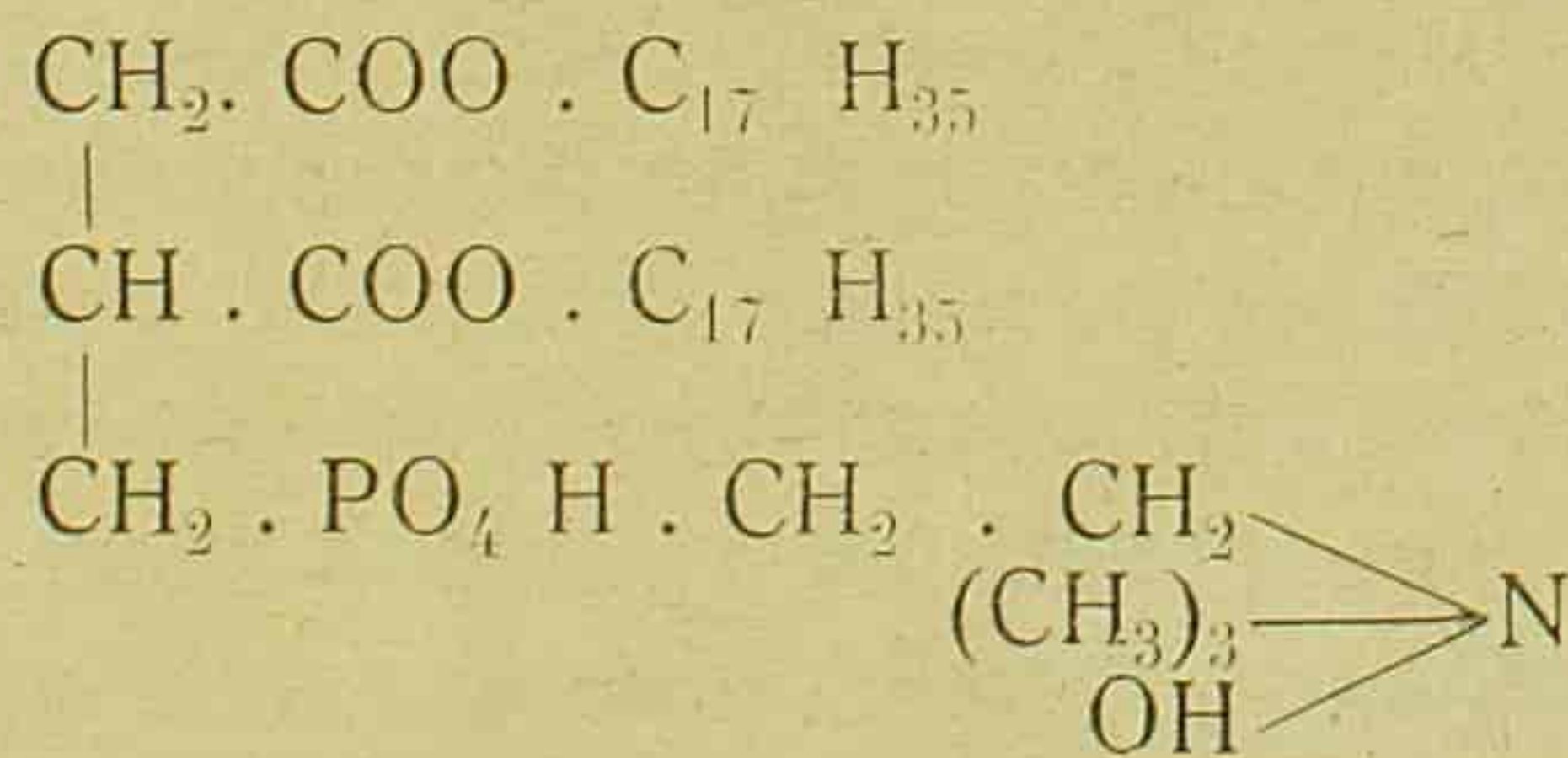
У тој киселини две слободне алкохолне функције могу се, као у мастима, заситити масним киселинама, и тада се добивају фосфорни диглицериди; на пр., са стеаринском киселином:



Најзад, ако у томе једињењу један водоник фосфорне кис. заступи холин, база овога састава:



имаћемо склоп молекула дистеаролецитина:



Лецитини се могу сапонификовати као и масти под утицајем алкалија и при томе лецитин се распада у саставне делове из којих смо видели да је састављен.

Поред лецитина налазимо у организму читав низ фосфорних масти, различних од лецитина, и у којима су азот и сумпор у другој размери него у лецитинима. Сва се та тела обухватају именом фосфатида.

Фосфатида.

фосфор

Лецитини и фосфатиди су без сумње саставни део сваке ћелије; има их нарочито у живчаноме систему, мозгу и живцима, и у жуманцету јајета.

Холесте-
рин.

Напоменућемо још да је у живих створова нађен низ тела чији је најпознатији представник холестерин, тело које има функцију секундарнога алкохола и које се налази у жучи, жучним каменима, мозгу, крви, жуманцету јајета и без сумње у свакој ћелији поред лецитина.

Липоиди.

Наше је знање о хемији и физиологији многобројних тела групе лецитина и холестерина, која се подразумевају под заједничким именом липоида, врло ограничено. Међутим нема сумње да та тела нису обичне хранљиве резерве већ да су нормално градиво сваке ћелије.

Масти као
резерва и
као гра-
диво.

Познато је, да један исти организам, према начину храњења, може садржавати врло различне количине масних тела. Ни један други састојак организм не може се толико мењати у погледу количине, као масти. Са физиолошкога гледишта треба разликовати у масноме садржају организму два дела. Један део представља резервни материјал; у погледу количине он се може кретати између врло широких граница: повећава се изобиљном храном, нестаје гладовањем. Други део мора се сматрати градивом самих ћелија; количина тих масти стална је за један дан организам и независна од начина исхране; та масна тела не ишчежавају ни крајњим гладовањем које доводи смрт.

VI. Беланчевине.

Дефини-
ција.

Под именом беланчевина или протеинских тела подразумевају се многобројна органска једињења која, поред разноликости својих физичких и хемијских особина, имају заједничкога: 1. да садрже азота, поред угљеника, кисеоника и водоника и 2. да хидролизом дају поглавито аминокиселине, тако да ове треба сматрати основним градивом свих беланчевина, као што су моносахариди градиво свих угљених хидрата.

У физиологији, беланчевине се називају још и четворном храном, због четири елемента која се увек налазе у њиховом молекулу (N, C, O, H.), премда се и сумпор налази готово редовно у слабиим размерама, док су угљени хидрати и масти тројна једињења или тројна храна.

Са физиолошкога и са хемијскога гледишта, беланчевине се истичу изнад осталих органских једињења која имају удела у појавама живота.

Са физиолошкога гледишта, јер врше извесне улоге у животињској храни у којој их тројна једињења не могу заступати, док, обрнуто, беланчевине могу у многومه погледу заменити масти и угљене хидрате. Беланчевине су, затим, једини извор органскога азота за животињски организам.

Са хемијскога гледишта пак, беланчевине су далеко најсложенија једињења за која хемија зна; у томе погледу, беланчевине далеко одскачу и од осталих иначе доста сложених органских једињења, као што су угљени хидрати и масти, јер док молекуларна тежина ових не прелази вредност од неколико стотина, молекуларна тежина беланчевина премаша обично више хиљада.

Иако се не може више рећи да су беланчевине „седиште живота“ т. ј. да су у ћелији једино оне живе, — јер данас схватамо живот једним механизмом у коме су, знамо, и друга тела, поред беланчевина, неопходно потребна, тако да би се с истим правом у живој ћелији и вода и неорганске соли могле сматрати живим, — ипак остаје чињеница, да су протопласма и једно састављени нарочито из азотних тела, беланчевина, тако да када је реч о живој материји, у нејасноме појму што га имамо о њој истичу се на прво место беланчевине као њена основна грађа.

Биолошка
важност
беланче-
вина.

Све се беланчевине могу уврстити у једну од ових трију више-мање хомогених група.

- I Протеини или просте беланчевине.
- II Протеиди или сложене беланчевине.
- III Протеоиди.

I. Протеини или просте беланчевине.

Протеини, чији су најпознатији представници саставни делови беланцета птичјег јајета, по коме су све протеинске материје и добиле име беланчевина, састављени су из угљеника, водоника, кисеоника, азота и сумпора.

Ти се елементи налазе у свих беланчевина у следећим доста сталним размерама:

C	50—55%
H	6.5—7.3
O	19—24
N	15—17.6
S	0.3—2.4.

Елемен-
тарни са-
став белан-
чевина.

Протеини не дају као кухињска со или као шећер праве растворе; у извесним погодбама, сви се протеини растварају у

води, али се ти раствори разликују од правих раствора, јер протеини нису кристалоиди већ колоиди.

Колоиди.

Као што смо приликом изучавања минералних соли уграбили прилику да се упознамо са особинама кристалоида, тако ћемо се овде упознати са колоидима, премда има и других органских тела која су колоидна (на пример, разни полисахариди: скроб, гликоген), а постоје и неоргански колоиди (разни метали, њихови оксиди итд.).

Управо, у место колоидних тела, тачније је рећи колоидно стање: јер једно исто тело може бити, према приликама, колоид или кристалоид.

Рекли смо, да у правој раствору треба сматрати да се растворено тело налази у виду слободних молекула, који се чак могу распасти у ситније делове (јоне). У једној колоидној „раствору“ пак, колоидно тело се налази у облику већих или мањих честица које лебде у течности, тако да је много тачније говорити о колоидним суспензијама него о „колоидним растворима“. Колоидне делиће треба сматрати групама већег или мањег броја молекула, који према томе могу имати разне димензије: могу бити релативно крупни; или врло ситни, тако да се колоидна суспензија приближује правој раствору. Према томе, лако је схватити да постоје између правога раствора и праве колоидне суспензије сви могући прелазни ступњеви и да се са особинама правих раствора постепено прелази на особине типских колоида.

Колоидна зрнца.

У колоидној суспензији, посматраној на ултра-микроскопу, опажају се колоидна зрнца*), која се крећу у микроскопском пољу (појава позната под именом Броунових кретања), док се наравно, у правој раствору не опажа ништа.

Прави раствори и колоидне суспензије различно се понашају према светлости: пусти ли се зрак светлости кроз раствор једнога кристалоида, његов пролаз није ничим обележен, као кад пролази кроз чисту воду: такав је раствор „оптички празан“; при пролазу пак кроз колоидну суспензију, види се његов траг као што се види траг једнога снопа светлости који продире у мрачну собу, по праху који лебди у атмосфери.

Колоидне суспензије немају особине правих раствора, наиме немају готово никакву осмотску моћ, не пролазе или врло тешко

*) На ултра-микроскопу, који је обичан микроскоп са нарочитим начином осветљавања, опажана су зрнца злата пречника 4 μ , т. ј. којих би требало нанизати 250.000 да би се добио низ дужине 1 мм.

пролазе кроз биљне и животињске мембране, не утичу на тачке смрзавања или кључања течности. При пролазу електричне струје кроз течност која садржи колоида, ови се групишу на једноме или другоме полу, по чему се закључује да колоиди нису електрично неутрални већ се увршћују у електропозитивне и електронегативне.

Колоиди и кристалоиди (нарочито електролити) могу на разне начине утицати једни на друге. Под утицајем разних електролита, колоиди се таложе из својих суспензија. Колоиди могу пак, тако рећи, да упију кристалоиде који се налазе у истој течности. Ту појаву, названа адсорпција, олакшава, услед слабих димензија колоидних зрнаца, њихова огромна површина према њиховој запремини.

Колоиди и кристалоиди.

У појавама живота, колоиди морају играти велике улоге, кад се има на уму да је протопласма колоидне природе, да се колоиди налазе у крви и лимфи и да и ферменти, као што ћемо видети, имају особине колоида. Приметили смо већ, да су горе изложене особине колоида погодне за тела која морају остати нагомилана у ћелији у облику резерве.

Колоиди у појавама живот.

Протеини се махом добивају у аморфноме стању, али их има и који кристализују (албумин и глобулин јајета и др.), а неки биљни протеини налазе се у природном стању кристализовани. Под утицајем топлоте протеини претрпљују промену познату под именом згрушавања или коагулисања, чији је најпознатији пример стврђавање беланцета птичјег јајета кувањем. Згрушавање протеина јесте неповратна, иреверсибилна појава, т. ј. топлотом згрушена беланчевина не може се више претворити у растворљиву. Протеини се таложе разним реагенсима, као што су алкохол, соли тешких метала (сублимат, меркуринитрат, оловни ацетат итд.), јаке минералне киселине и др. Поред неповратне промене стања, као што је згрушавање топлотом, постоје и реверсибилне, повратне промене: на пр., разни протеини се могу сталожити амонсулфатом и поново растворити када се та со одстрани или само разблажи.

Згрушавањем и таложење беланчевина

Амонсулфат

Молекуларна тежина протеина није тачно одређена, с узрока што њихова колоидна природа, њихова слаба растворљивост према њиховој великој молекуларној тежини и тешкоћа да се добију у потпуно чистом стању спречавају употребу обичних метода одређивања молекуларне тежине (криоскопија, осмотска моћ, ебулископија). Молекуларна тежина протеина несумњиво је врло велика: примера ради изнећемо да молекул серумалбумина, једног крвног протеина, имао би (по Hofmeister-у) овај састав:

Молекуларна тежина протеина.



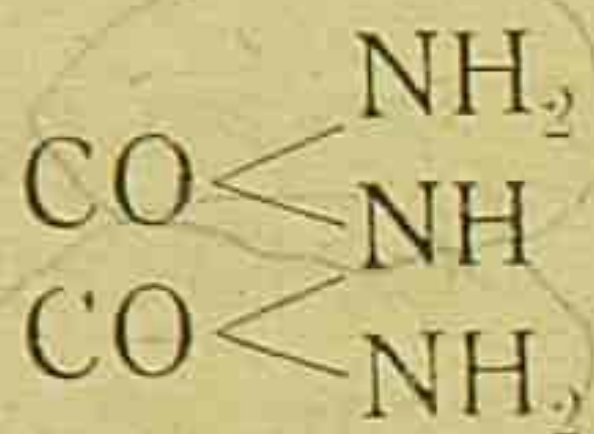
коме одговара молекуларна тежина од 10.166.

Обојене
реакције.

Обојене реакције. Протеини и беланчевине уопште дају извесан број обојених реакција од којих ћемо поменути следеће:

I. Millon-ова реакција. Загреје ли се једна беланчевина са раствором меркуринитрата који садржи мало азотасте киселине, тада се течност и згрушена маса обоје црвено. Ову реакцију дају и феноли и сва тела која садрже једно фенолско једро, а видећемо да га беланчевине садрже у облику тирозина; оне, према томе, које не садрже тирозина (желатин) не дају Millon-ову реакцију.

II. Реакција биурета. Када се једној течности која садржи макар трагове беланчевина дода концентрисан раствор натриумхидроксида, па се затим дода неколико капи разблаженога бакарнога сулфата, опажа се појављивање љубичасте боје, која нагиње више ка црвеноме или ка плавоме. Ту реакцију производи присутност у молекулу беланчевина молекуларне групе сродне телу биурет:



III. Ксантопротеинска реакција. Када се воденоме раствору беланчевине дода концентрисана азотна киселина и загреје, згрушена беланчевина обоји се отворено жуто („канаринско жуто“); дода ли се амониака, та боја прелази у наранџасто жуто. Та реакција почива на грађењу нитродеривата ароматичних једара која се налазе у молекулу протеина. (Та се реакција дешава када прсти који су били у додиру са азотном киселином пожуте после краткога времена).

IV. Реакција оловнога сулфида. Ова реакција није никако особена беланчевинама, јер је дају сва тела која садрже сумпора, она служи само да се покаже присутност тог елемента у беланчевинама. Она се састоји у овоме: загреју ли се беланчевине са натриумхидроксидом и оловним ацетатом, добива се црнкаста боја оловнога сулфида.

Порекло
протеина.

Протеини су беланчевине које се налазе у природи слободне или сједињене са другим телима у облику сложених беланчевина или протеида. Пошто те две групе беланчевина, протеини и протеиди, представљају готово све беланчевине које се налазе у ћелији и у органским течностима, лако је схватити њихову важност и распрострањеност. Протопласма биљне и жи-

вотињске ћелије садржи нарочито протеине, док ћелијско једро садржи нарочито сложене беланчевине, протеиде.

Протеини морају бити многобројни, јер су различни у разних ткива, сокова, а и једна ћелија их садржи без сумње више врста; али се наилази на тешкоће при њихову одвајању.

Протеини могу играти улогу слабих киселина и слабих база, т.ј. могу дати соли јединећи се било са базама, било са киселинама; та ће нам двогуба улога бити разумљива кад се будемо упознали са грађом аминокиселина, из којих су протеини састављени.

Протеини се деле у две групе тела, у албумине и глобулине; та је подела основана на погодбама њихове растворљивости,

Албумини су растворљиви у чистој води; растворљиви су такође у раствору натриумхлорида и магнезиумсулфата а не таложе се засићавањем тим солима. Не таложе се из напола засићенога раствора амониумсулфата али се таложе из засићенога.

Глобулини су нерастворљиви у чистој води; али се растварају у води која садржи малу количину једне неутралне соли, на пр. натриумхлорида или магнезиумсулфата. Засити ли се растор тим истим солима, глобулини се таложе. Најзад, из напола засићеног раствора амониумсулфата, глобулини се такође таложе.

Те разне погодбе таложења и растворљивости албумина и глобулина прегледне су у следећој табlici, у којој + значи растворено стање, а — талог.

Подела протеина.

г. 7-10

Одlike албумина и глобулина.

	H ₂ O.	Разблажен раствор Mg SO ₄ или Na Cl	Засићен раствор Na Cl или Mg SO ₄	¹ / ₂ Засићен раствор (NH ₄) ₂ SO ₄	Засићен раствор (NH ₄) ₂ SO ₄
албумини	+	+	+	+	—
глобулини	—	+	—	—	—

На основу тих особина издвајају се албумини од глобулина који се обично налазе уз њих. Албумини се разликују још од глобулина по томе што реагују неутрално, док глобулини реагују на лакмусу кисело; затим, међу продуктима хидролизе албумина не налази се никада гликокол, који се налази у сваком глобулину.

Албумини.

Боље познати албумини јесу:

Серумалбумин, који се налази у крви и у лимфи свих кичмењака; добивен је из коњскога крвнога серума у кристализованом стању.

Овалбумин, главни састојак беланцета птичјега јајета; то је први протеин добивен кристализован.

Лакталбумин налази се у свакоме млеку у сразмерно слабир количинама према главној млечној беланчевини казеину.

Глобулини.

Глобулини су најраспрострањенији протеини; поред албумина налазе се у свакој протопласми и у органским течностима. Многе биљне беланчевине блиске су глобулинама.

Серумглобулин налази се са серумалбумином у крвном серуму и лимфи, где је растворен због присуства неутралних соли.

Овоглобулин јесте глобулин беланцета птичјега јајета.

Лактоглобулин се налази у врло слабир размерама у млеку.

Миозин је глобулин мишићнога влакна. Изван њега, или после смрти у њему, миозин се згрушава, што је узрок укрупњености лешева.

Фибриноген је крвни глобулин који се згрушава када се крв кичмењака налази изван својих судова и тиме производи познату појаву згрушавања или сирења крви, којом ћемо се упознати приликом изучавања фермента који производи то згрушавање. И фибриноген, као и серумглобулин, налази се растворен у крвном серуму због присуства соли у тој течности, јер је фибриноген, као и сви други глобулини, нерастворљив у чистој води.

Биљни глобулини.

Биљни глобулини. Врло су распрострањене у биљном семењу, где се налазе као резервне материје, беланчевине које се могу уврстити у глобулине иако по својим особинама не одговарају потпуно горњој дефиницији глобулина. Неки од тих биљних глобулина налазе се кристализовани у самоме семену, у коме у осталом има поред глобулина увек и малих количина протеина који имају особине албумина. Већина добивених биљних глобулина кристализује доста лако. Из разних уљаних плодова извађени су такви биљни протеини, од којих је најбоље познат едестин, добивен из семена конопље, (корилин из лешника, амандин из бадема и др.). Из семена легуминоза, које играју важну улогу у исхрани човека, извађени су такође разни глобулини, којих има често и по два једно уз друго (фазеолин из пасуља, легумин из грашка и сочива, конглутин из пиринча).

Житне беланчевине, које заузимају у исхрани многих људи најважније место, пошто се оне налазе у хлебу, биле су предмет многих истраживања (Osborne). Пре свега, у клици зрна нађен је један албумин, леукозин, и један глобулин; највећи део беланчевина пак налази се у ендосперму. У томе погледу изучаване су нарочито пшеничне беланчевине. Када се пшенично брашно замеси и исцрпе под текућом водом, остаје једна лепљива сива маса, глутен, на чијим особинама почива могућност мешања хлеба.

Житне беланчевине.

Глутен представља беланчевине ендосперма и састављен је из двеју беланчевина: глиадин и глутенин. Те беланчевине, које несумњиво припадају простим беланчевинама, протеинима, не могу се међутим уврстити ни у глобулине ни у албумине. Глиадин се нарочито одликује својом растворљивошћу у концентрисаном алкохолу; глутенин се раствара пак у присуству киселина, и нарочито база, и он даје глутену особине које га карактеришу.

У јечму је нађена беланчевина хордеин, која има исте особине као и глиадин. У кукурузу се налази зеин, који се раствара у алкохолу и од 96%; у кукурузу поред зеина има врло мало глутеина, те отуда пројино брашно не даје глутена и не може се њиме у правој смислу хлеб замесити.

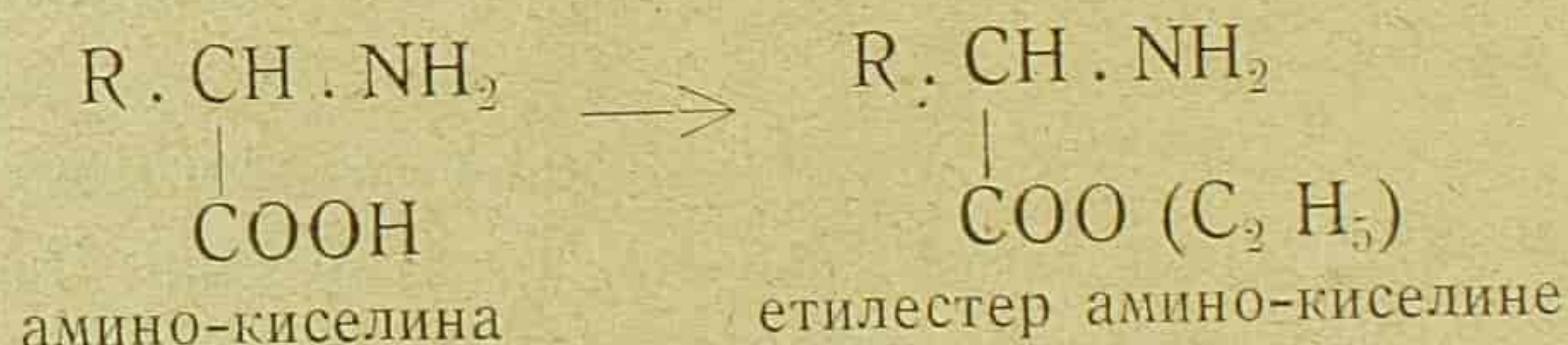
Грађа протеина.

Није се још тако дубоко продрло у хемијски састав молекула протеина, да би се овај могао представити у својој целини, као што је то могуће за разне угљене хидрате и масти. Склоп протеинскога молекула нам је непознат; али оно што нам је познато јесте један низ тела која улазе у тај склоп и која треба, према томе, сматрати градивом протеина. Главно градиво протеинских молекула јесу аминокиселине.

Под утицајем разних чинилаца, као што су киселине, алкалије, ферменти, микроорганизми, протеинска тела се могу раставити хидролизом у низ тела све простијега састава, која имају све мање и мање особине правих беланчевина; најпоследње се долази до аминокиселина, које немају више ни једну одлику правих беланчевина. То упроштавање протеинскога молекула може се вршити, према употребљеној агенсу и према приликама у којима овај делује, до разних ступњева, и према томе није без сличности с оним што смо видели да се дешава у хидролизи неких полисахарида, скроба на пример, који се претвара у разна простија тела, декстрине, малтозу, са крајњим ступњем гликоза.

Хидролиза беланчевина.

Као што су моносахариди градиво сложених угљених хидрата, тако су аминокиселине градиво протеина. Познавању градива беланчевина највише је допринела Emil Fischer-ова метода естерификавања, која се састоји у томе, што су аминокиселине, које су постале хидролизом помоћу киселина, претворене хлороводоничном киселином, у алкохолној средини, у естере; ови су пак одвајани једни од других фракционом дестилацијом. То естерификавање представљено је на овај начин:



Хидролиза
беланчеви-
на и варе-
ње.

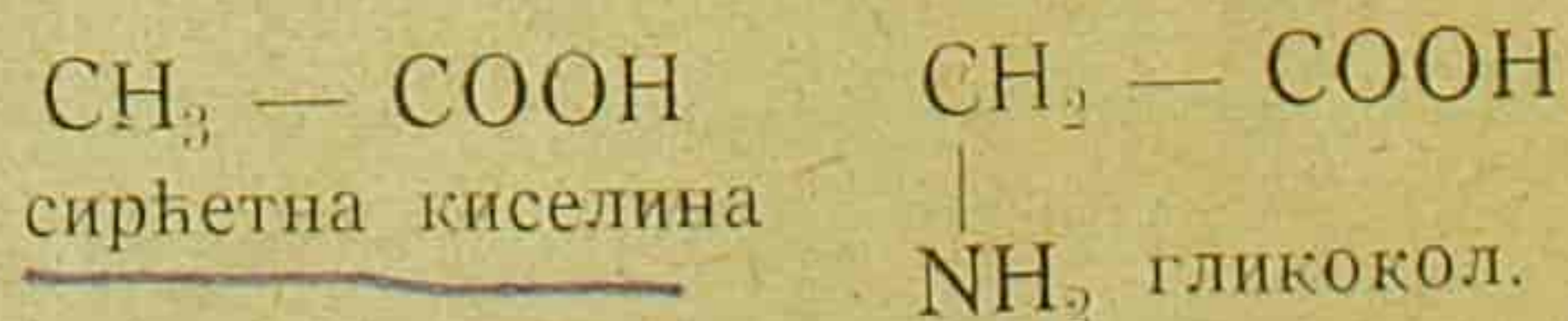
Познавање тога деградавања беланчевина мора особито привући нашу пажњу: прво, што ћемо из производа распадања беланчевина стећи појам о њихову саставу, и, друго, што је хидролиза беланчевина нарочито једна физиолошка појава, која се врши под утицајем фермената а није ништа друго до њихово варење.

Најпре ћемо се упознати с основним градивом протеина, аминокиселинама, пак ћемо се затим, вративши се уназад, упознати са телима која се налазе између тих чланова, протеина и аминокиселина.

Све говори у прилог томе, да су аминокиселине преформирани, т.ј. да се налазе већ у молекулу беланчевина а да нису производ утицаја употребљених чинилаца; ови их само хидролизом ослобођавају из беланчевина. Наравски, да се и аминокиселине могу распасти у још простија тела; тако нарочито под утицајем алкалија дају беланчевине и амониака, који постаје из аминокиселина. И животињски организам треба сматрати чиниоцем који разорава беланчевине даље од њихова основног градива, пошто се у њему беланчевине претварају нарочито у воду, угљендиоксид и уреу.

Амино-киселине.

Ова су тела карактеризована присуством у своје молекулу групе амино: — NH₂ и киселе функције: — COOH. На пример, гликокол или аминосирћетна киселина има следећи састав, упоредно са сирћетном киселином.



Амино-киселине немају оне разне особине правих беланчевина: не дају реакцију биурета (отуда им назив „абиуретна тела“), лако кристализују, дају праве растворе, не згрушавају се топлотом нити се таложе алкохолом. Као и беланчевине, аминокиселине су амфотерна тела, и њихов састав објашњује ту особину једних и других: због своје групе — COOH понашају се према базама као киселине, а због групе — NH_2 понашају се као базе према киселинама.

Особине
аминокиселина.

На пр. гликокол даје са хлороводоничном киселином ову со:



а са натриумхидроксидом:



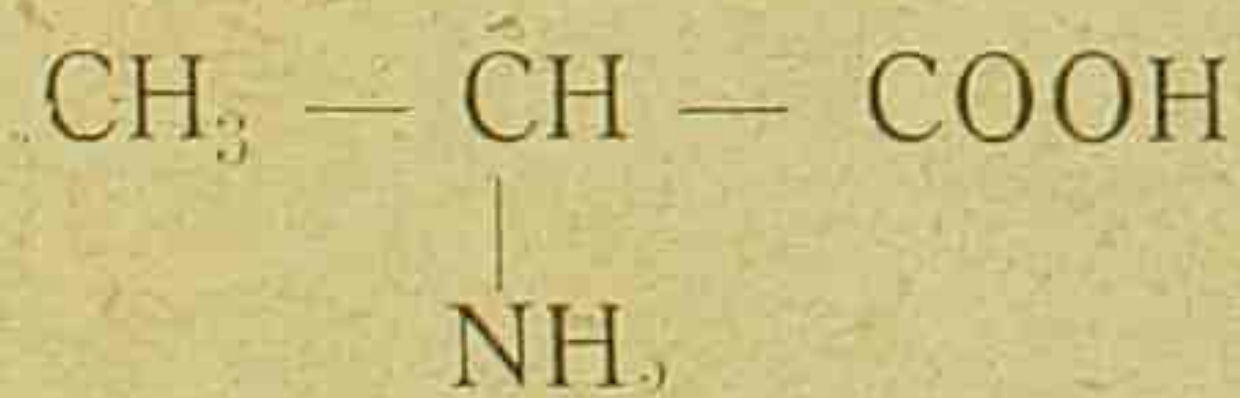
Гликокол, који је врло слабо јонизован, т. ј. електролитички растављен, реагује неутрално, док ове његове соли, које су јако дисоциране и добро спроводе електрицитет, реагују, прва кисело, друга алкално.

Амино-киселине добивене хидролизом разних протеина јесу:

Гликокол (аминосирћетна кис.). Налази се редовно међу производима распадања свих глобулина; на против, албумини га не дају.

Гликокол.

Аланин је α -аминопропионска киселина:



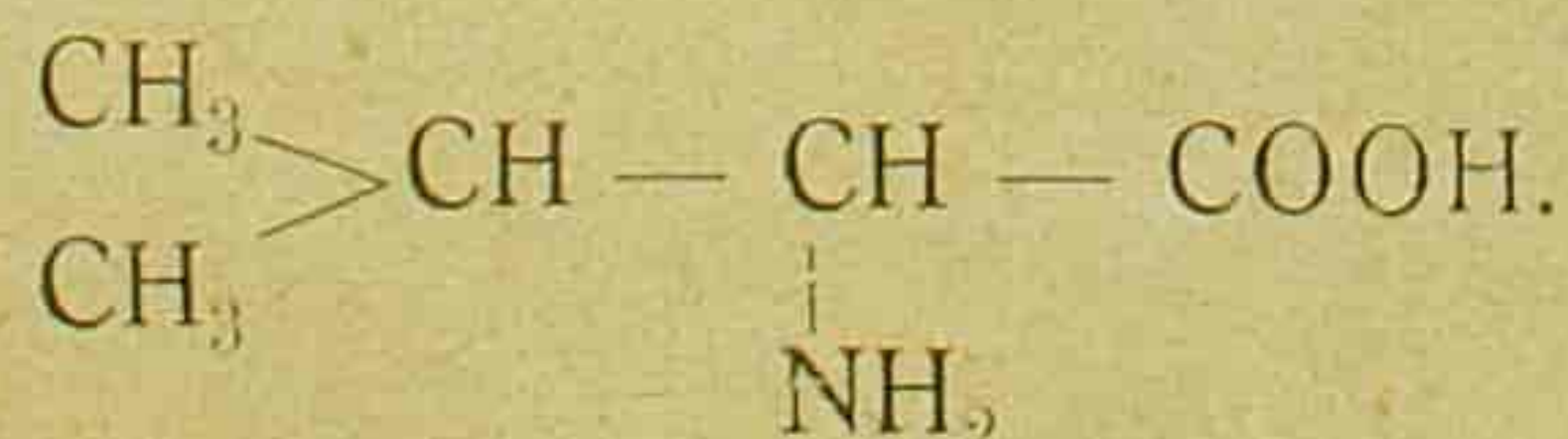
Аланин.

Та је аминокиселина врло распрострањена међу производима хидролизе свих беланчевина.

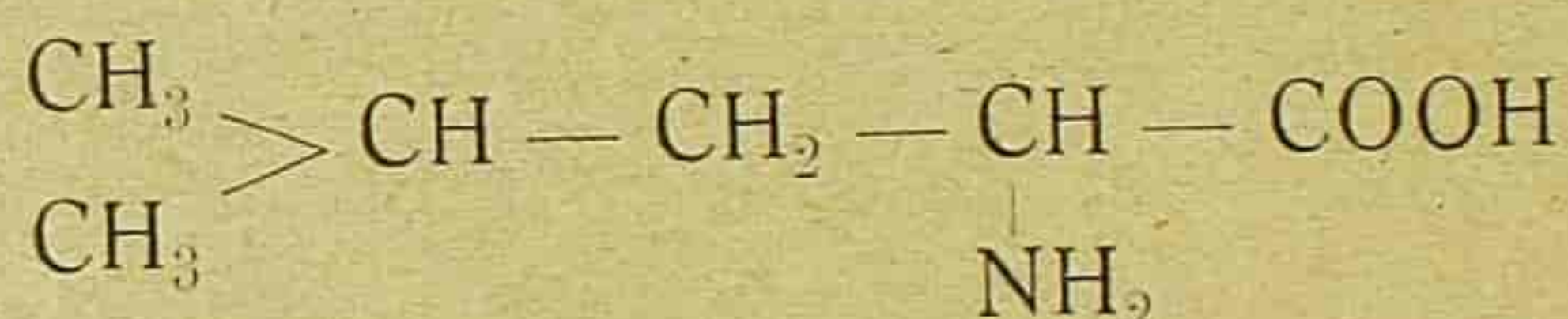
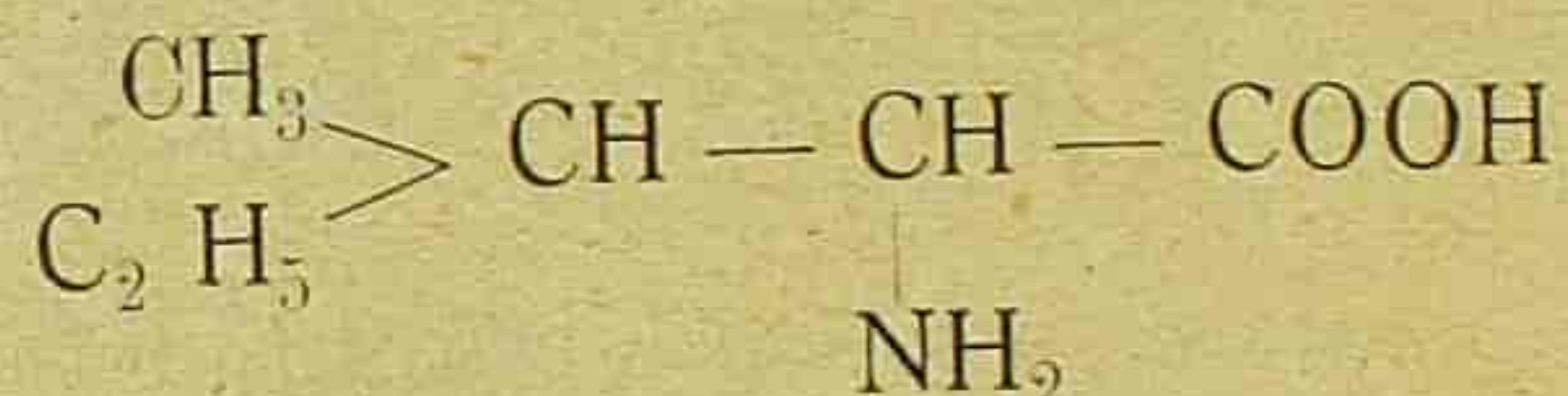
Из формуле аланина види се да би аминогрупа — NH_2 могла заузимати место и на крају молекуларнога ланца у групи $\text{CH}_3 -$. Али правило је, да се у аминокиселинама које произлазе из беланчевина аминогрупа налази одмах до киселе групе, т. ј. у положају α : отуда назив α -амино-киселина.

Валин (α -аминоизовалерианска кис.).

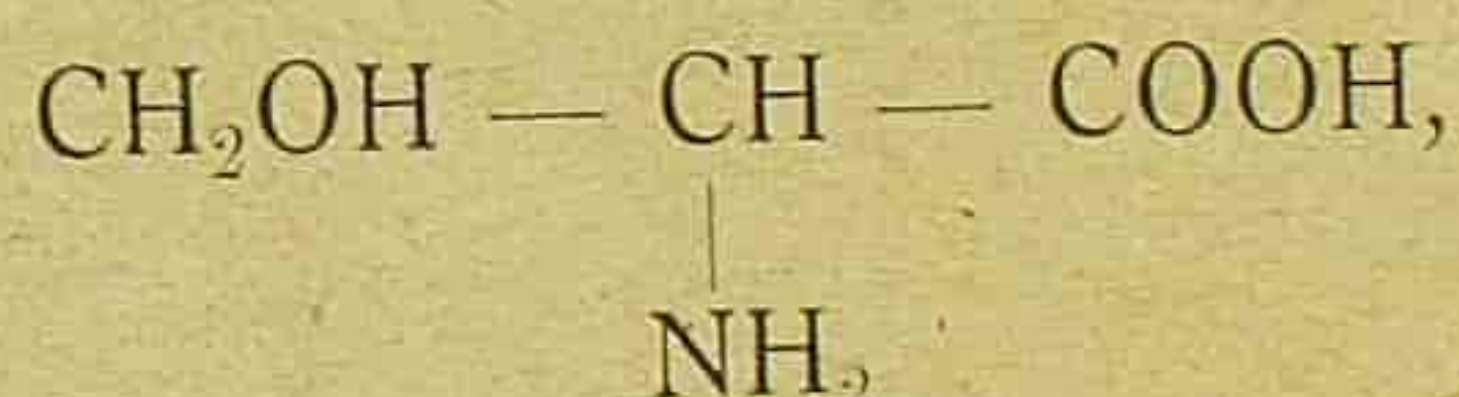
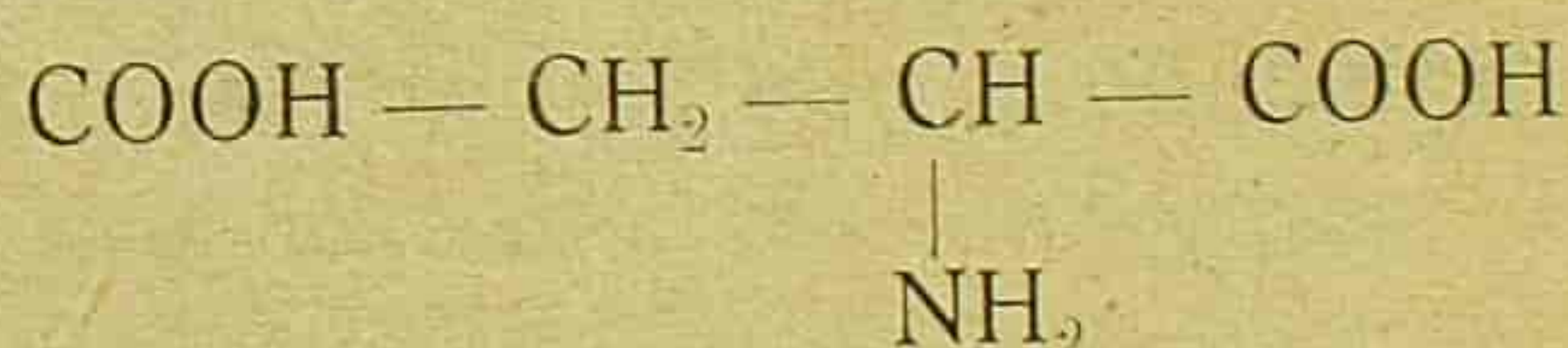
Валин.



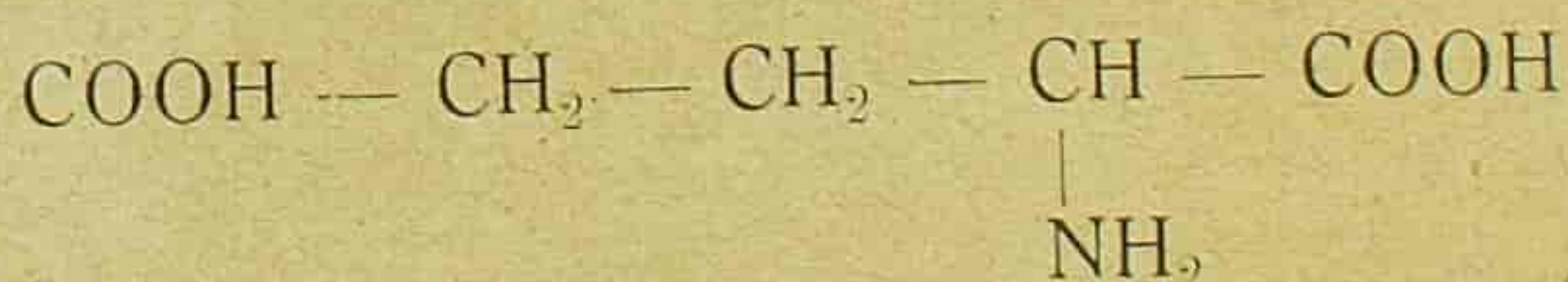
Леуцин.

Леуцин. (α -аминоизокапронска кис.).Изолеу-
цин.Изолеуцин (α -амино - β -метилетилпропионска
киселина).

Серин.

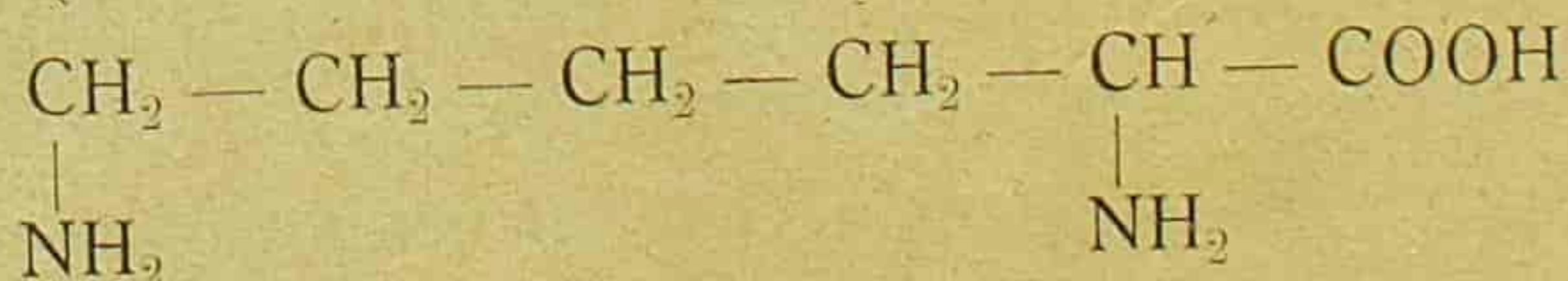
Серин (α -амино - β -оксипропионска кис.).Аспара-
гинска ки-
селина.Аспарагинска кис. (α -аминофилибарска кис.).

Док су пређашње аминокиселине једнобазичне киселине, аспарагинска кис. је двобазична аминокис., јер има две групе — COOH , а уз њу иде и

Глутамин-
ска кис.Глутаминска кис. (α -аминоглутарска кис.).

Све горње аминокиселине имају у своме молекулу само по једну аминогрупу — NH_2 ; оне су дакле моноамино-киселине. Следећа два тела јесу диамино-киселине:

Лизин.

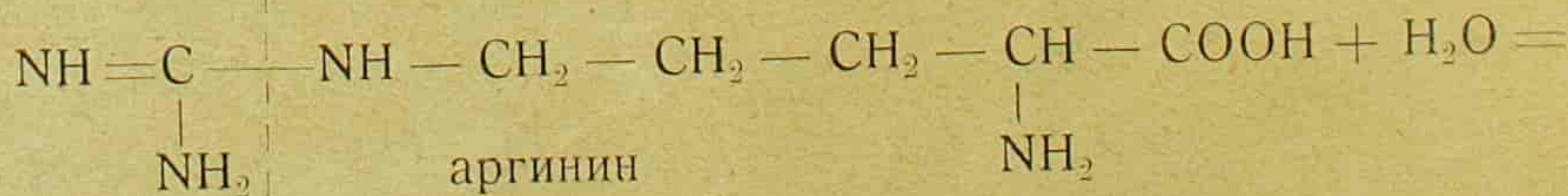
Лизин (α -, ϵ -диаминокапронска кис.)

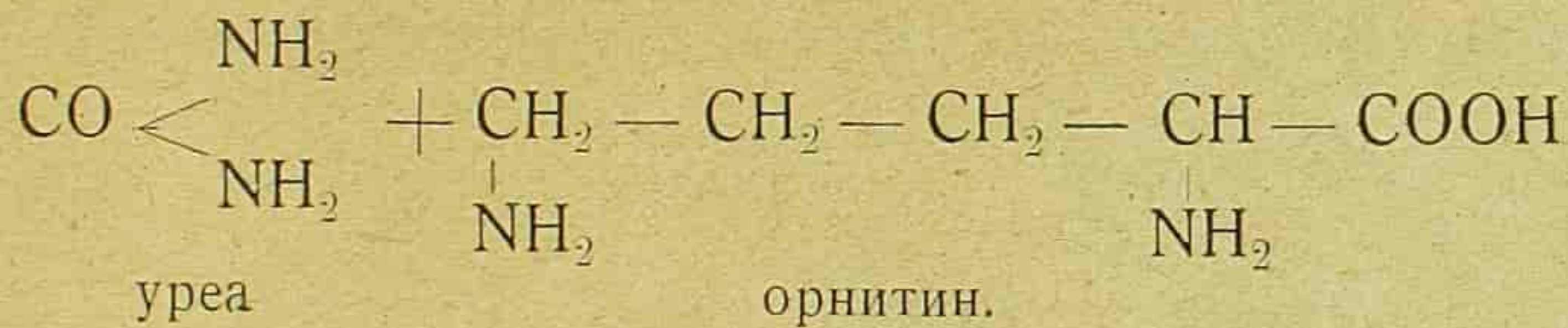
има две амино-групе у положајима α и ϵ .

Аргинин.

Аргинин (δ -гуанидо - α -аминовалерианска кис.).

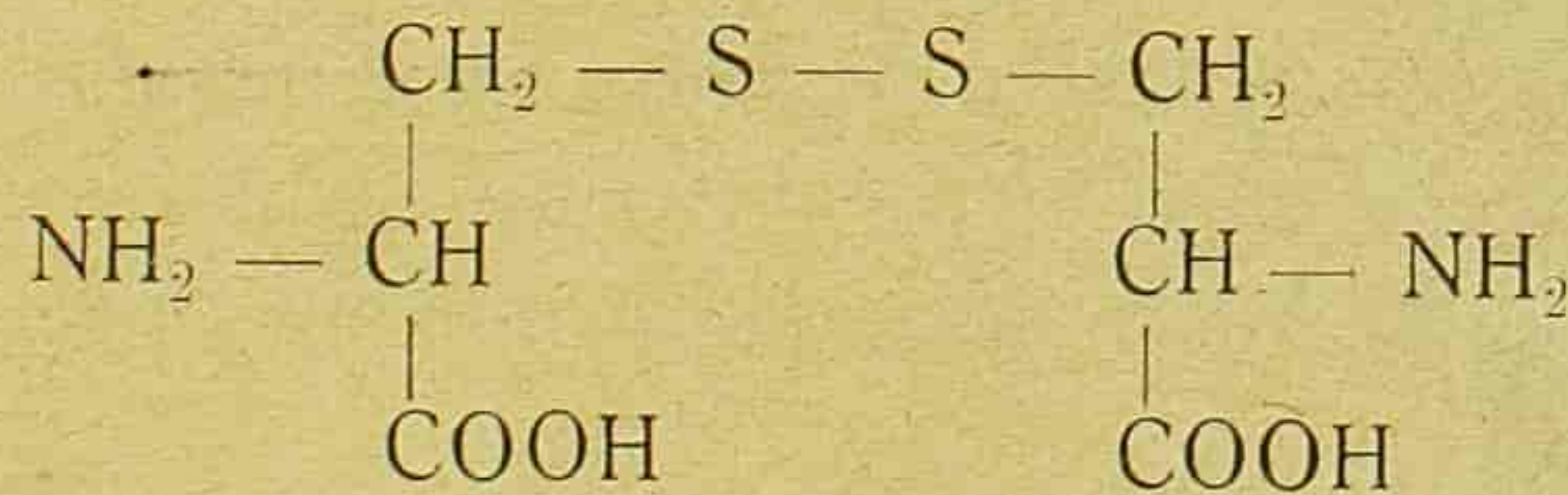
Ова диамино-киселина одликује се тиме што се под утицајем киселина или фермента аргиназа распада хидролизом у друга два тела, у уреу и орнитин:



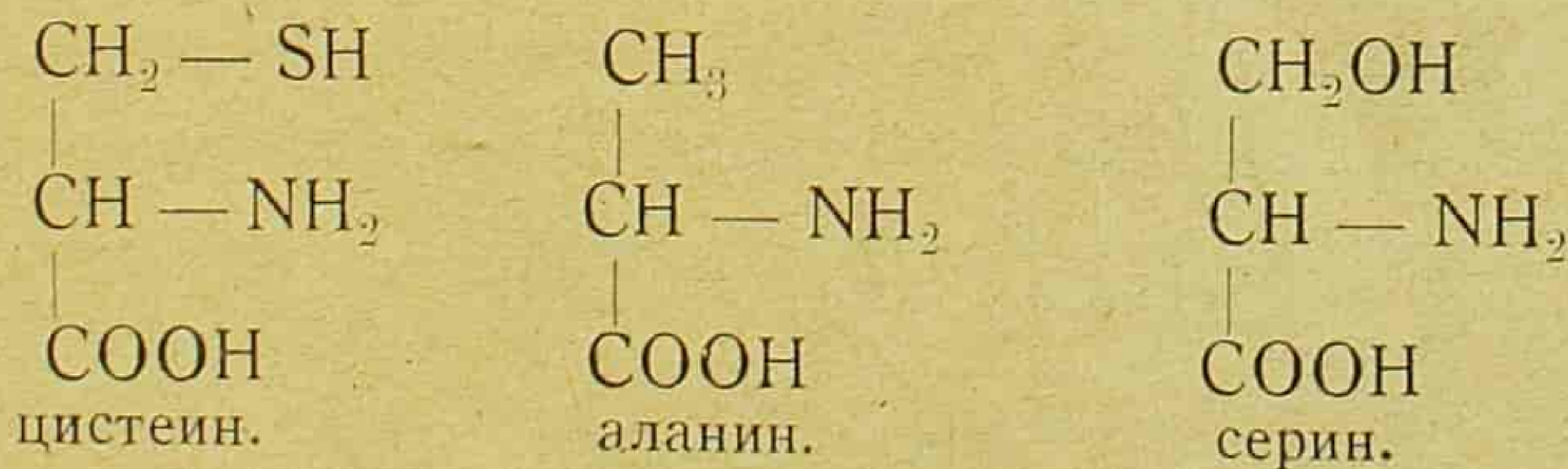


У формули аргинина назначили смо место где се прекида при тој хидролизи молекуларни ланац. И орнитин је диаминокис. и то диаминовалерианска кис. (α , δ). Важно је са физиолошкога гледишта, да уреа постаје из аргинина, јер то објашњује порекло, једнога дела бар, урее која постаје у организму.

Цистин. Знамо да сви протеини садрже сумпора. Овај се налази у молекулу протеина као саставни део једне диаминокиселине која се зове цистин (α -диамино- β -дитиолактилна кис.).

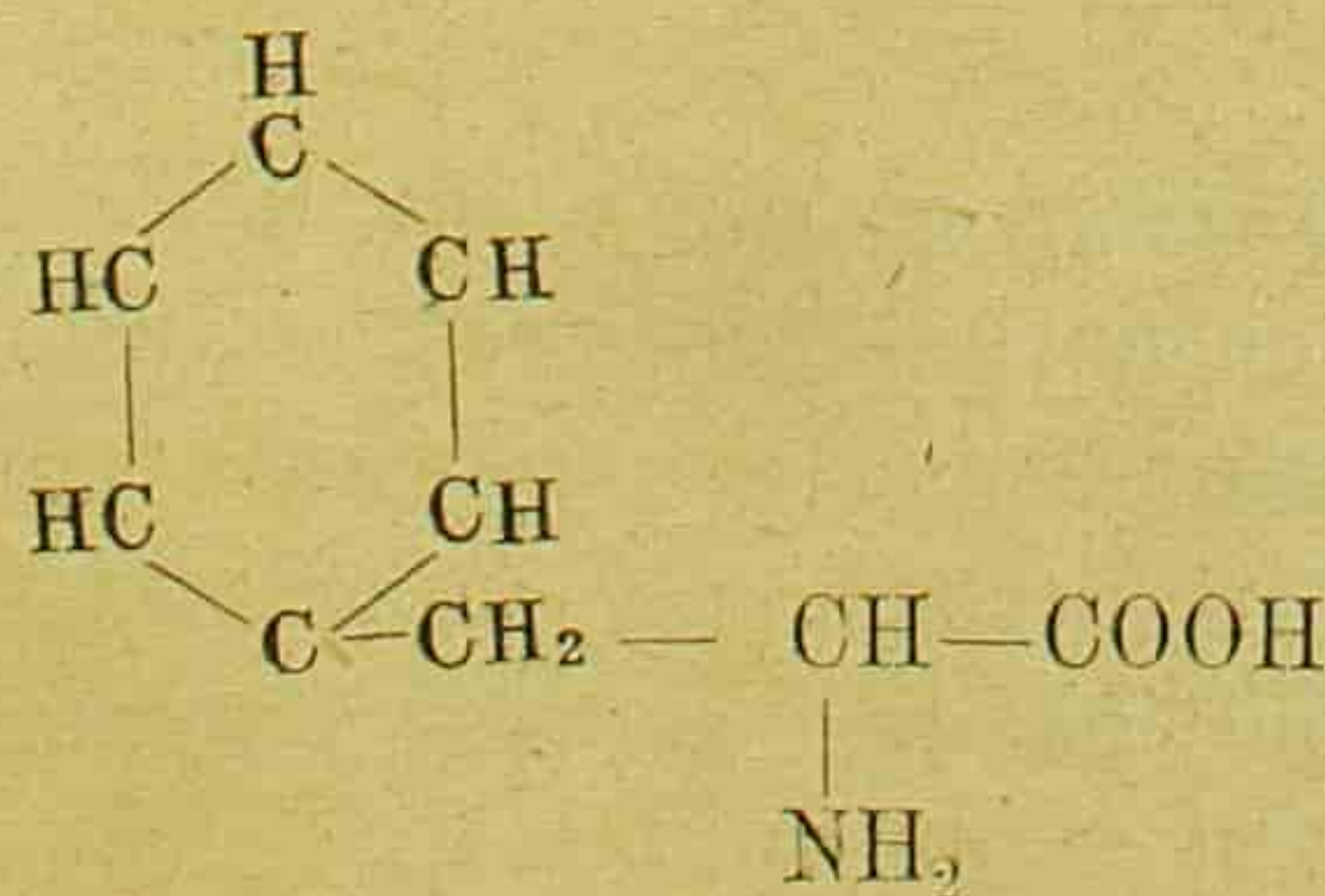


Редукцијом, цистин се претвара у цистеин, чија је сродност са аланином и серином очевидна:

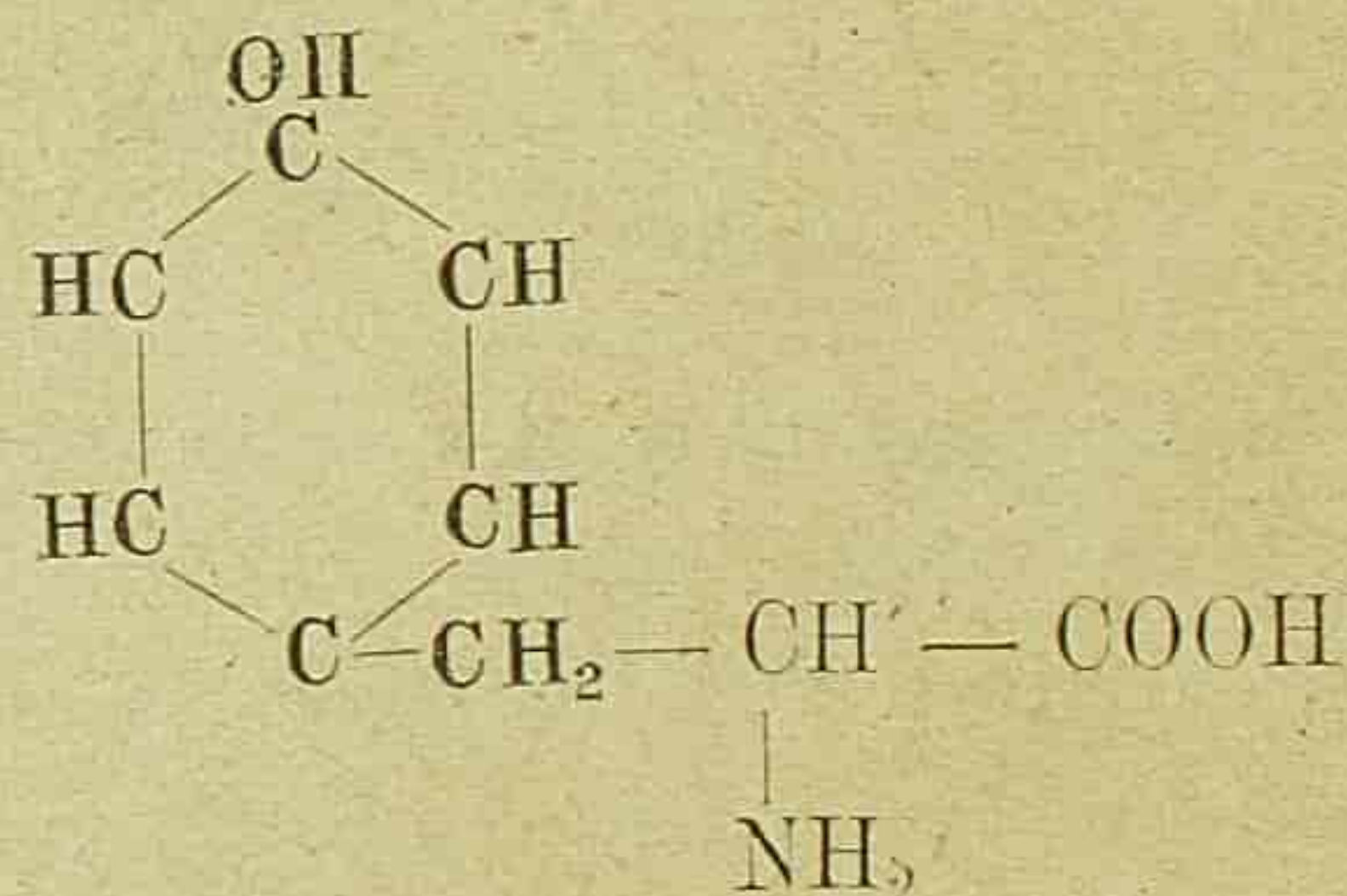


Међу продуктима хидролизе беланчевина, поред наведених тела налази се и извесан број аминокиселина које садрже какво циклично једро:

Фенилаланин. Као што му име казује, то је тело аланин који садржи фенилску функцију, дакле фенил- α -аминопропионска кис. Фенилаланин.



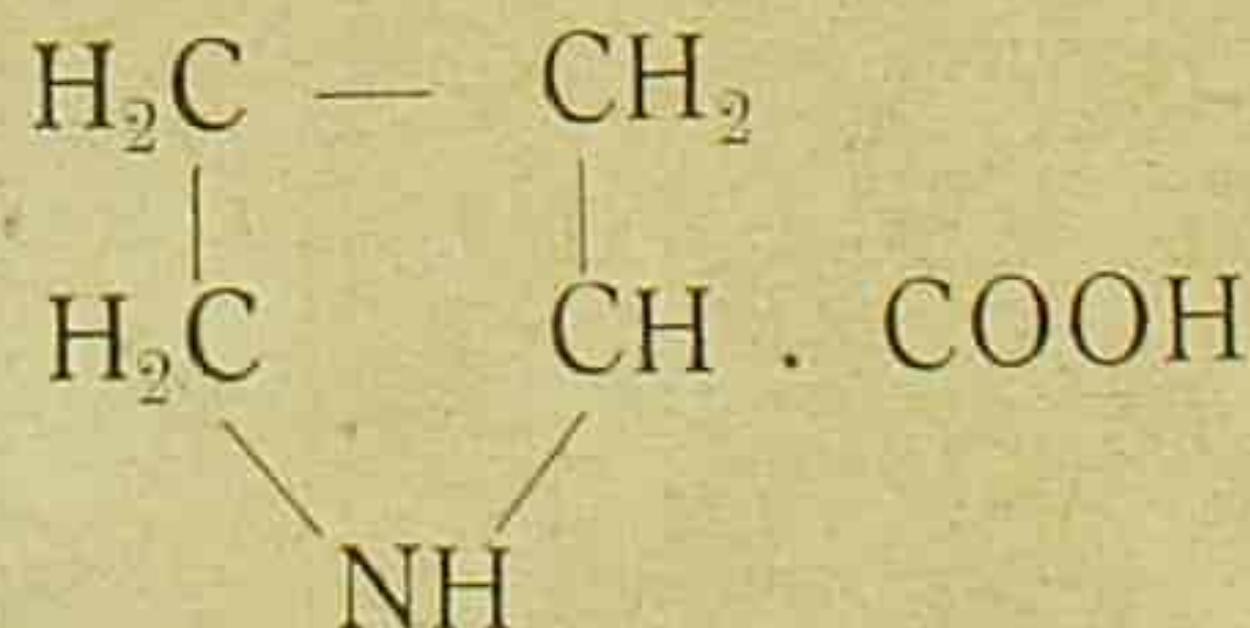
Тирозин. Тирозин (*p*-оксифенил- α -аминопропионска киселина).



Тирозин је одавно позната аминокиселина, која лако кристализује са своје врло слабе растворљивости у води. Тирозин даје Millon-ову реакцију, и због присуства те аминокиселине у своје молекулу, протеини дају ту реакцију. Сва тела која садрже бензолско једро у коме је један водоник заступљен са OH, дају Millon-ову реакцију. Тирозин даје и реакцију ксантопротеинску. Нека је још споменута Bertrand-ова реакција, која се састоји у томе што ферменат тирозиназа, у присуству кисеоника оксидише тирозин и тиме производи црвену боју која прелази у црну.

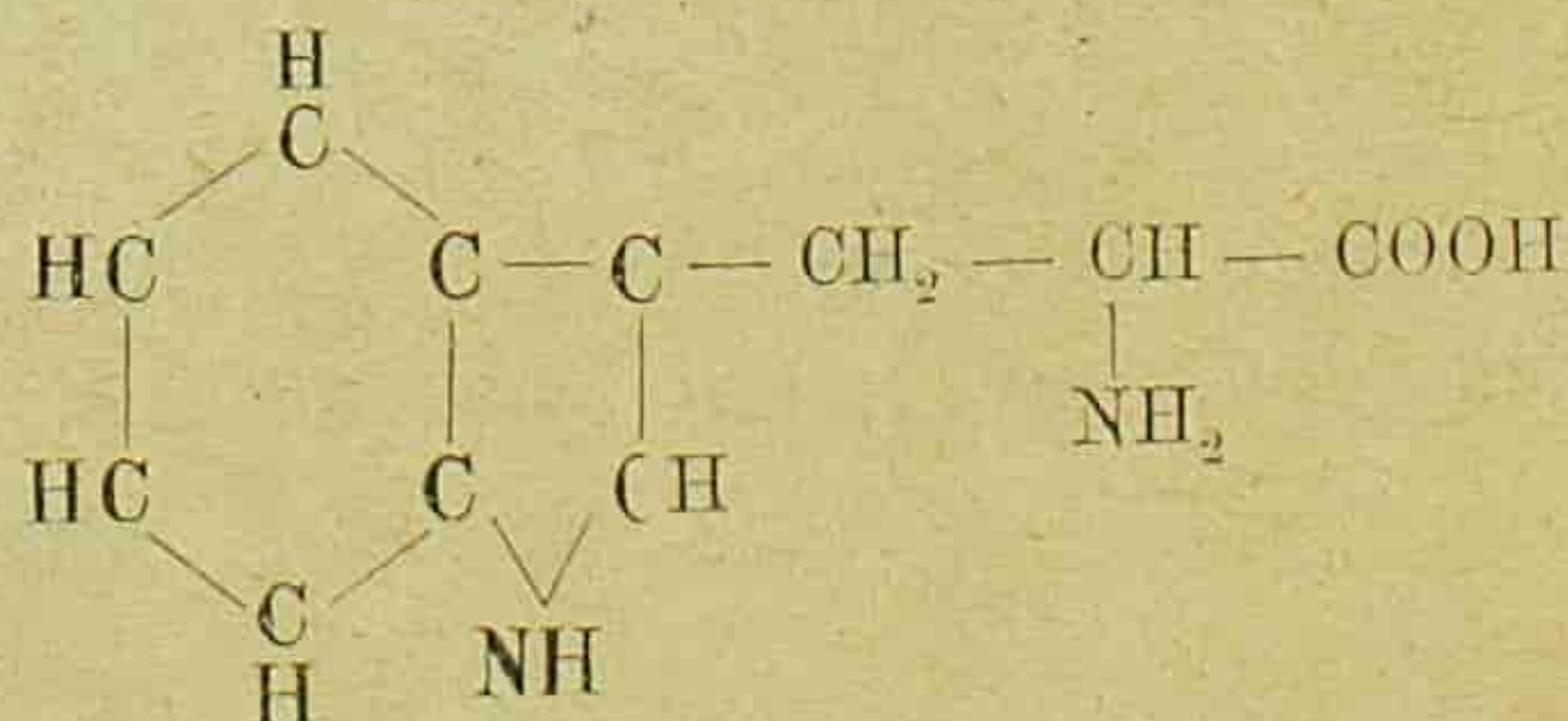
Следеће аминокиселине садрже у своје молекулу по једну хетероцикличну групу:

Пролин. Пролин (α -пирролидинугљена кис.), садржи циклично пиролско једро.



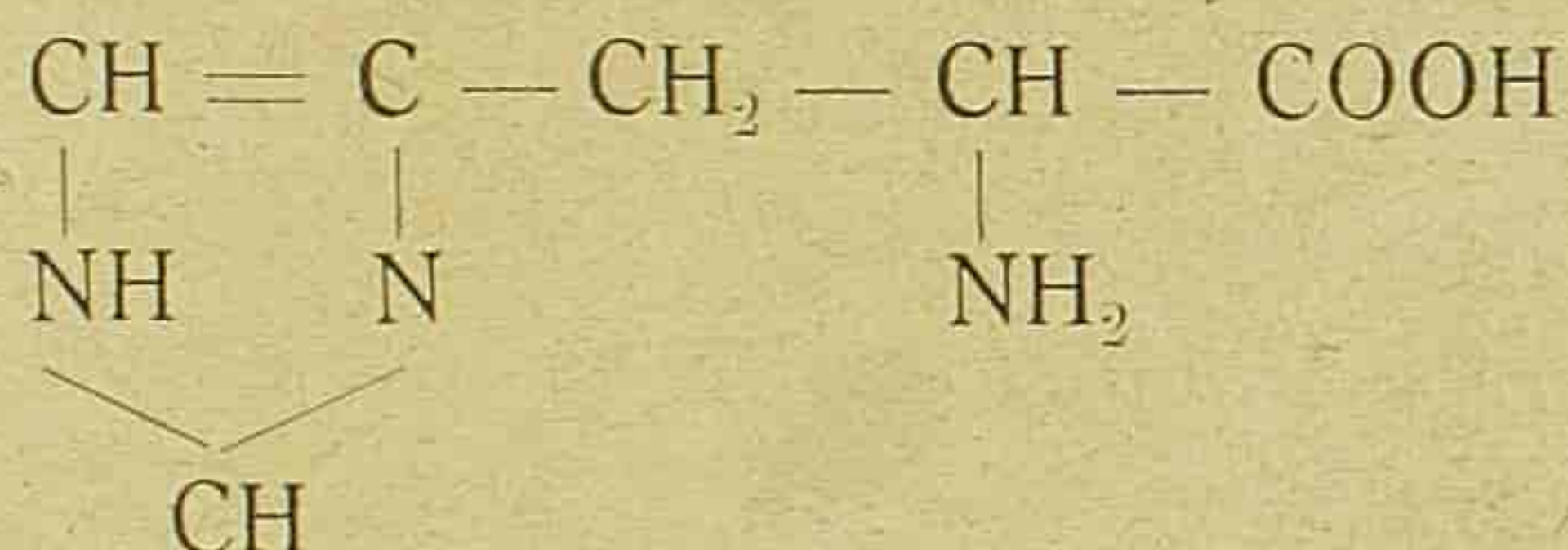
Триптофан.

Триптофан (индол- α -аминопропионска кис.).



Ово тело, које садржи цикличну индолску групу, распада се врло лако када се загреје са киселинама. Оно се добива нарочито варењем беланчевина панкреасним соком (триптично варење). Присутност триптофана у молекулу протеина даће нам објашњење о пореклу разних деривата индолског једра који се налазе у животињској економији.

Хистидин (имидазол - α - аминопропионска кис.) Хистидин



може се сматрати, као што се види из његова склопа, састављеним из аланина и имидазола (циклична група).

Из овога што претходи излази, да протеини дају хидролизом низ једињења представљених разним аминокиселинама: моно- и диамино-киселине, аминокиселине које садрже сумпора, аминокиселине у чији склоп улази каква ароматична функција, циклично или хетероциклично једно.

Као што рекосмо већ, та тела треба сматрати градивом протеинских молекула. Најпре стога, што се при хидролизи добијају исти продукти у истим размерама, било да се она врши киселинама или базама. Затим, варењем беланчевина добивене су све аминокиселине као и хидролизом киселинама или базама (изузев фенилаланин). Најзад, у биљака нарочито, нађене су разне аминокиселине у слободном стању. Све то говори у прилог томе, да аминокиселине нису секундарни производи утицаја разних агенаса на протеине, већ да се налазе у склопу молекула протеина. Овај пак мора бити необично сложен кад се има на уму да се већина наведених аминокиселина налазе у сваком молекулу беланчевина, и кад се томе дода, да нам сви његови саставни делови нису још познати, пошто се већи део тежине хидролизоване беланчевине не налази у познатим добивеним аминокиселинама. Следећи преглед показује у којим су размерама добивене разне аминокиселине некојих протеина (Abderhalden). Бројеви се односе на 100 гр. сувог протеина. (Види таб. на стр. 56).

Састав
протеина.

Комбиновањем разних аминокиселина у разним размерама и на разне начине у молекуларној грађи, јасно је да је број могућих протеина готово неограничен. Како је пак распоређено то градиво с којим смо се упознали, у молекулима разних протеина, није нам познато. Немогућно је дати макар приближну слику тога молекуларнога склопа који достиже врхунац хемијске сложености. Морамо се задовољити неколиким подацима о начину везивања аминокиселина међу собом у молекулу протеина.

Видели смо, да аминокиселине могу играти улогу киселина и база; ту особину искоришћују на међусобно везивање, дајући

Међусобно везивање аминокиселина. врсту киселих амида. На пример, два молекула гликокола једине се лако на следећи начин:



дајући тело овога састава:



Полипептиди. названо глицил-глицин. Оно је најпростији члан читаве једне класе тела добивених хемијском синтезом, која носе назив полипептиди (Emil Fischer).

	серум- албумин	овалбу- мин	серум- глобулин	глиадин из пшенице	глутенин из пшенице	фибрин
гликокол . . .	0	0	3,5	0,9	0,9	3,0
аланин	2,7	3,1	2,2	2,7	4,65	3,6
валин	—	—	присутан	0,33	0,24	1,0
леуцин	20	7,1	18,7	6,0	6,0	15,0
серин	0,6	—	—	0,12	0,74	0,8
цистин	2,3	0,2	0,7	0,45	0,02	1,0
аспарагинска кисел.	3,1	1,5	2,5	1,3	0,9	2,0
глутаминска кисел.	7,7	8,0	8,5	36,5	23,4	10,4
лизин	—	2,15	—	0	1,9	4,0
аргинин	—	2,14	—	3,4	4,7	3,0
фенилаланин	3,1	4,4	3,8	2,6	2,0	2,5
тирозин	2,1	1,1	2,5	2,4	4,25	3,5
пролин	1,0	2,25	2,8	2,4	4,2	3,6
триптофан . .	присутан	присутан	присутан	1,0	присутан	присутан
хистидин . . .				1,7	1,76	

До сада најсложенији полипептид добивен синтезом састоји се из 18 молекула аминокиселина и то: 3 мол. леуцина и 15 мол. гликокола, а молекуларна тежина му је 1213.

Полипептиде треба сматрати првим ступњевима на путу синтезе беланчевина, јер све говори у прилог томе да су аминокиселине везане у протеинима на исти начин као у полипептидима. Ови, нарочито сложенији, имају разне особине беланчевина и њихових још сложених производа распадања, о којима ће даље бити речи (албумозе и пептони); на пр., дају реакцију биурета,

таложу се махом неутралним солима, распадају се у аминокиселине под утицајем фермената који утичу на протеине. Затим, делимичном хидролизом разних беланчевина добивени су неки полипептиди истоветни онима који су добивени хемијском синтезом. Дакле, може се закључити: протеински молекул састављен је из аминокиселина које се, делом бар, налазе у њему у виду полипептида.

Присутност полипептида у молекулу протеина даје објашњење амфотерне реакције ових, јер и полипептиди имају слободне аминокиселинске функције и киселу функцију. Реакцију биурета пак дају беланчевине због групе — NH — CH₂ — CO — NH — присутне у свих пептида.

Треба напоменути, да се поред пептидског начина везивања налази у молекулу протеина бар још један, а то онај на који су уреа и орнитин везани у аргинину (стр. 52):



а који се разликује од пептидског везивања:



Први је начин везивања отпорнији од другог, јер се аргинин не хидролише киселинама, већ алкалијама или ферментом аргиназа.

Несумњиво је, да све аминокиселине нису везане у молекулу беланчевине у виду једнога простог ланца, јер тада би молекул имао само по једну киселу функцију; међутим он их има више. Молекул беланчевина треба сматрати једном врло сложеном грађевином; и као год што се разном употребом и распоредом истог материјала могу саградити разноврсне грађевине у бесконачност, тако су из извеснога броја аминокиселина саграђене беланчевине чији број у природи мора бити врло велик.

Албумозе и пептони.

Између крајњих чланова, протеина и аминокиселина, могу се при распадању протеина добити посредни чланови. То се нарочито постиже при хидролизи беланчевина ферментима, пепсином или трипсином. Та су тела албумозе и пептони. Ти производи протеина дају праве растворе, диализују кроз мембране, не згрушавају се топлотом.

Тим се особинама удаљују од протеина а приближују аминокиселинама; али, на супрот овима, дају реакцију биурета: дакле нису абиуретна тела. Подела на албумозе и пептоне почива на томе што се прве таложу амонсулфатом а други не.

Албумозе
и пептони.

Цепање
протеин-
ског моле-
кула.

Треба нарочито нагласити, да разне албумозе и пептони добивени таложењем помоћу соли нису хемијске јединке, као што се најпре мислило, већ мешавине разних тела, мешавине делова разне величине распрснуте протеинске молекуларне грађевине. Цепање протеинског молекула под утицајем фермената не врши се у подједнако све простија тела, већ одмах у врло неједнаке делове. На пример, извесне аминокиселине, тирозин нарочито, налазе се слободне одмах у почетку ферментског делања, поред албумоза и пептона, који могу садржавати у себи једну аминокиселину у целокупној количини у којој се налазила у протеину, а другу аминокиселину могу не садржавати никако. Тако при хидролизи едестина, кад је сав његов тирозин ослобођен, глутаминске киселине ослобођено је само 7⁰/₀.

Док су албумозе и пептони само прелазни ступњеви у триптичномом варењу, при утицају пепсина — фермента желудачнога сока — распадање протеина не иде даље од пептона.

Протамини и хистони.

Ова тела, која се налазе у природи сједињена са нуклеинском кис. (видети даље), могу се сматрати беланчевинама релативно простог састава.

Ова се тела пре свега одликују врло истакнутим базичним особинама које дугују великоме уделу што га имају диаминокиселине у грађи њихових молекула. Садрже нарочито много аргинина, хистони око 25⁰/₀ а протамини чак до 84⁰/₀. Топлотом се не згрушавају из својих водених раствора. Иначе се таложе обичним реагенсима таложења беланчевина и дају обојене реакције.

Прота-
мини

Протамини су добивени из зрелог рибљега млечца (Miescher) и према имену рибе којој припадају названи су: салмин, стурин, клупеин, скомбри итд. Протамини не садрже сумпора. Састав њихов добро је познат (Kossel): тако су клупеин и салмин једине беланчевине чији су сви саставни делови познати. Под утицајем разблажених киселина или фермената (трипсин, ерепсин) протамини дају тела слична пептонима, протоне. Потпуном хидролизом пак распадају се у аминокиселине, као и други протеини, али је њихов број ограниченији. Тако је нађено да се салмин састоји из 10 мол. аргинина, 2 мол. серина, 2 мол. пролина и 1 мол. валина и да му је елементарни састав



Хистони.

Хистони као и протамини нису нађени у слободном стању, већ као саставни део сложених беланчевина ћелијскога једра

белих и црвених (птичјих) крвних зрнаца, у незрелом млечцу рибљем, где су само претходници протамина, док у неких риба и бескичмењака налазе се стално на место протамина. Хистони садрже такође много аргинина, али релативно мање од протамина, тако да у томе погледу стоје између обичних протеина и протамина. А и по својој сложености заузимају исто место. Вероватно је, да при сазревању сперматозоа беланчевине губе све више неке од својих аминокиселина и прелазе у хистоне па у протамине. И хистони дају под утицајем фермената врсту пептона, хистопептоне. Треба забележити и ове особине хистона: таложе се амониакном; азотна киселина их такође таложи, али тај талог ишчезава грејањем а враћа се хлађењем; најзад, неутрални раствори хистона дају са растворима овалбумина, казеина и серумглобулина талоге који садрже та тела у сталном односу.

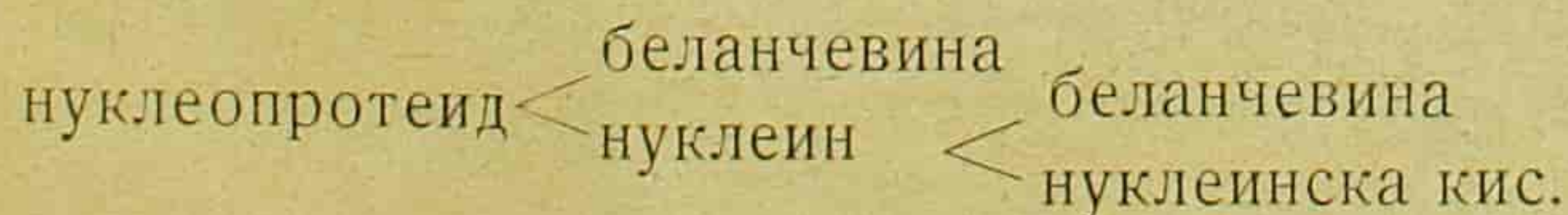
II. Протеиди или сложене беланчевине.

Праве беланчевине, протеини, о којима је било речи до сада, могу се налазити сједињене са разним телима која нису беланчевинске природе. Таква једињења зову се сложене беланчевине или протеиди (као што се једињења гликозе са разним телима зову гликозиди). Онај део молекула протеида који није беланчевинске природе назива се простетична група. Она може бити представљена разним телима као што су: нуклеинска киселина, фосфорна киселина, гликоза и др. Беланчевински део молекула пак представљен је протеинима, нарочито протаминима и хистонима.

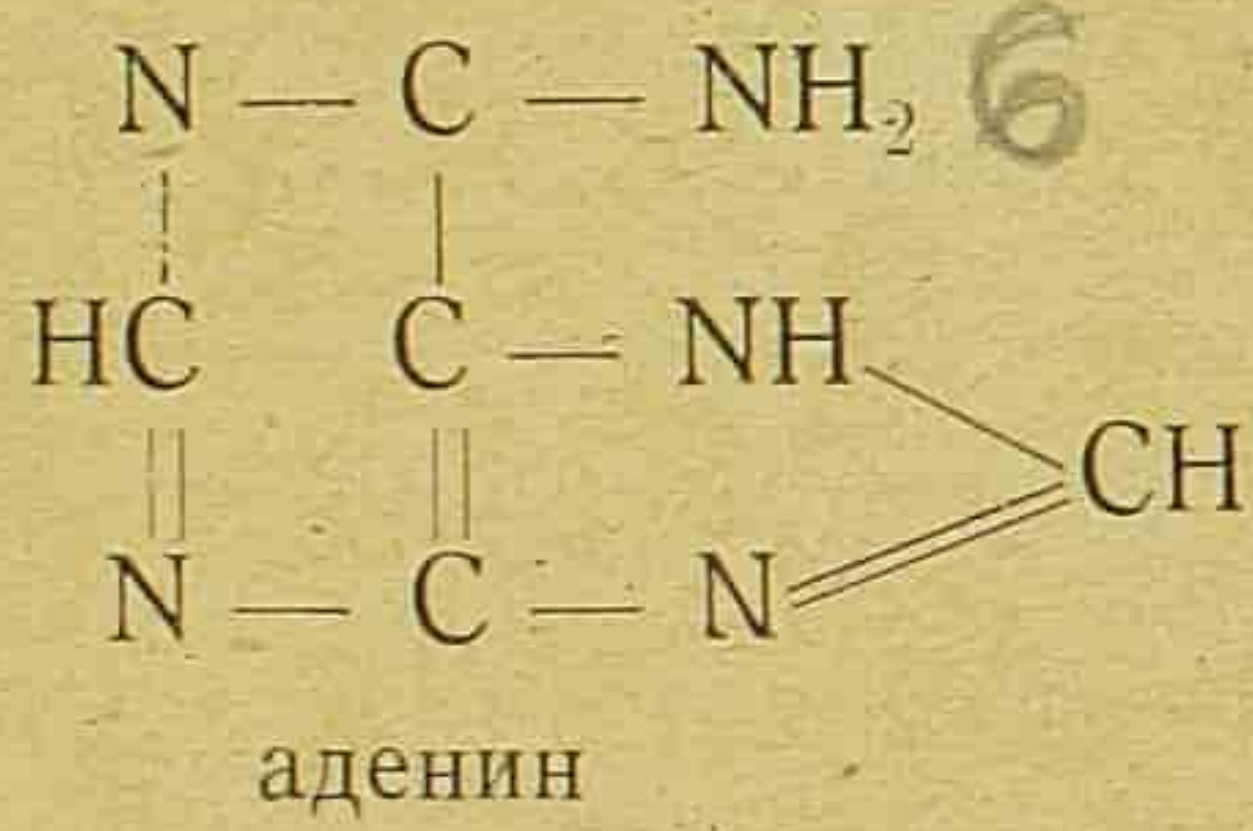
Према природи простетичне групе разликујемо ове протеиде: нуклеопротеиде, фосфопротеиде, гликопротеиде и хемоглобин.

А. Нуклеопротеиди.

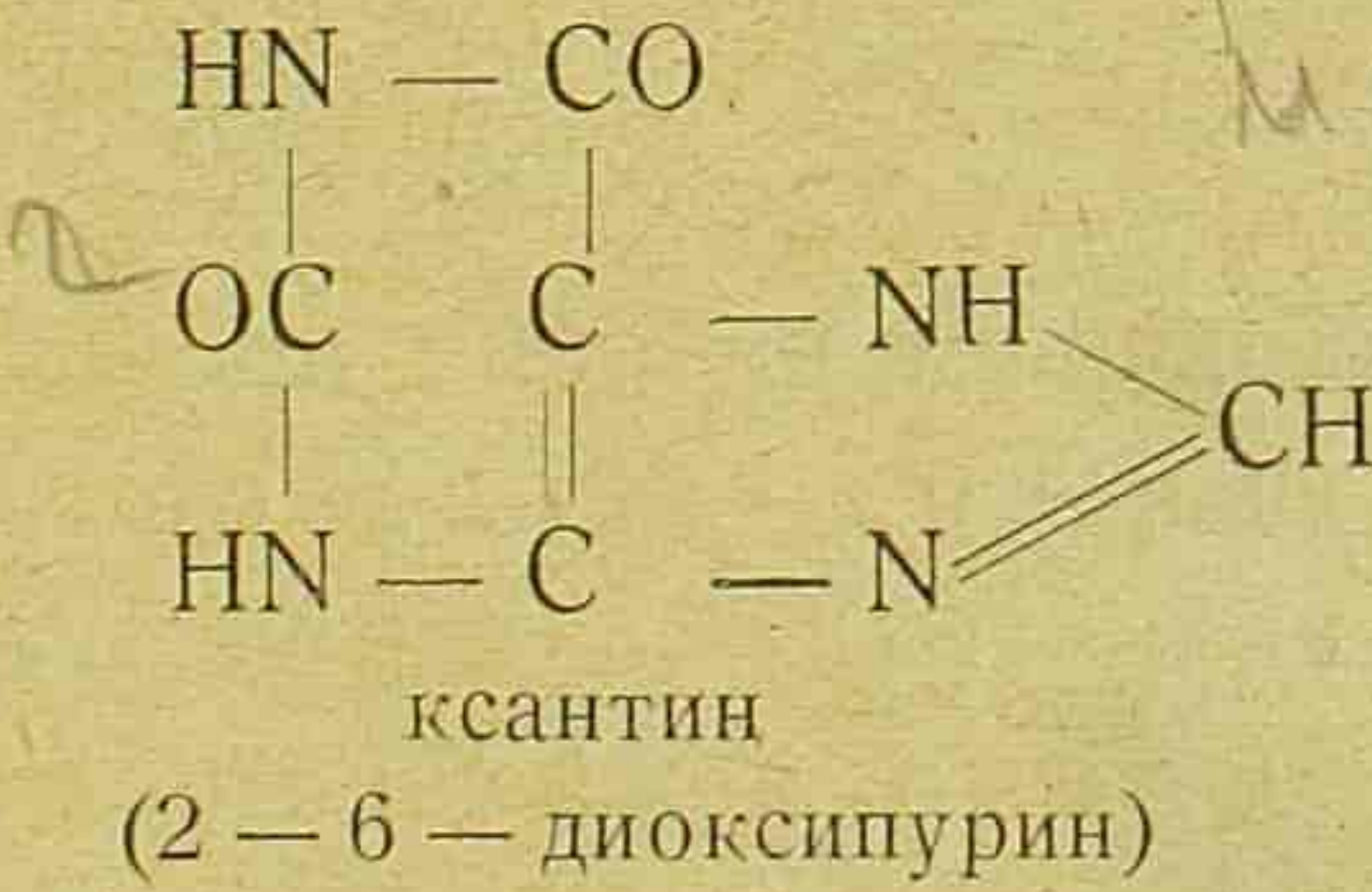
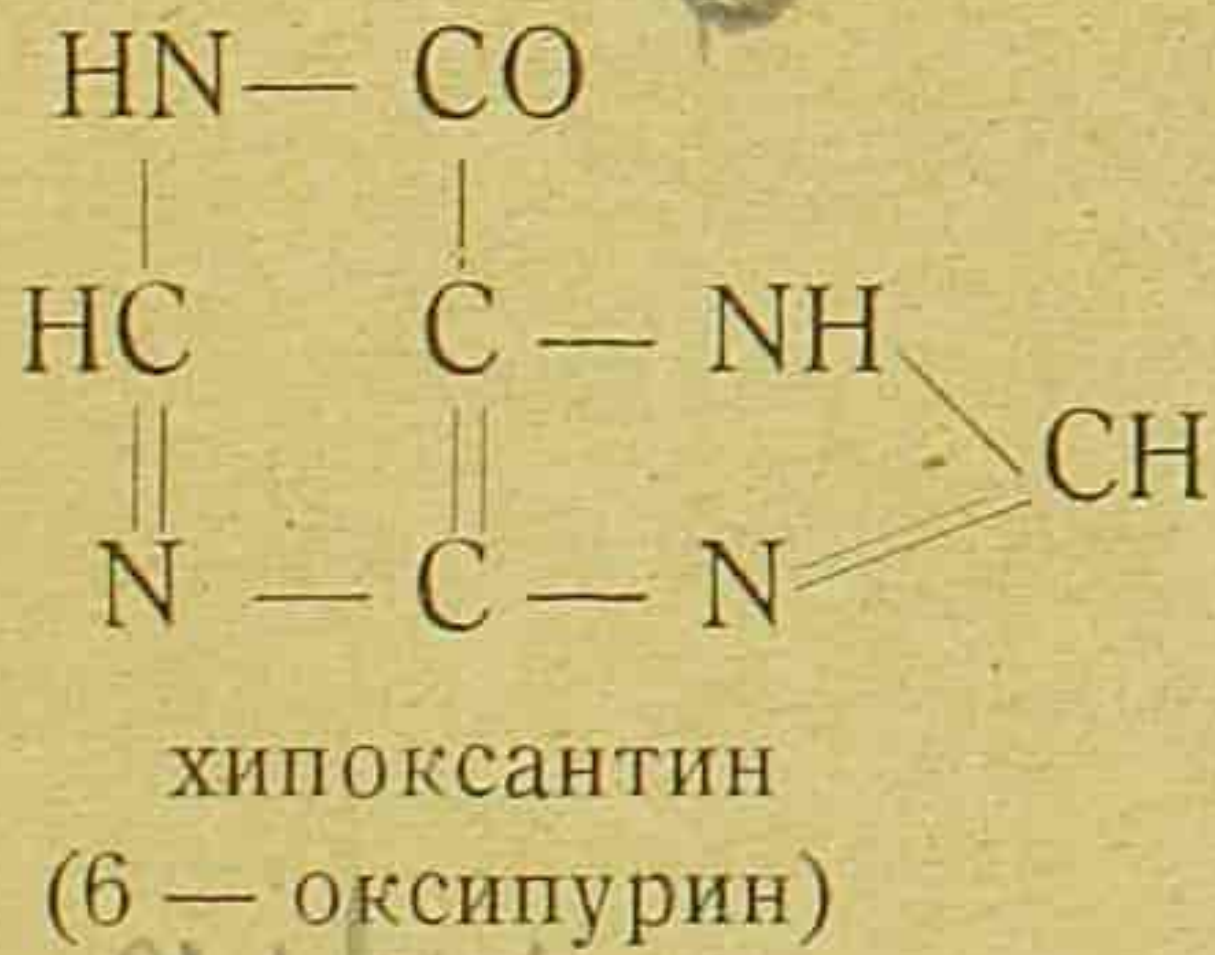
Нуклеопротеиди су сложене беланчевине у којима је простетична група представљена једном нуклеинском киселином. Под утицајем разних чинилаца нуклеопротеиди хидролизом не ослобођавају од једном своју простетичну групу, већ се најпре само један део беланчевинског састојка одвоји, тако да нуклеинска киселина остаје везана за други део; то се једињење зове нуклеин. То распадање молекула нуклеопротеида може се овако представити:



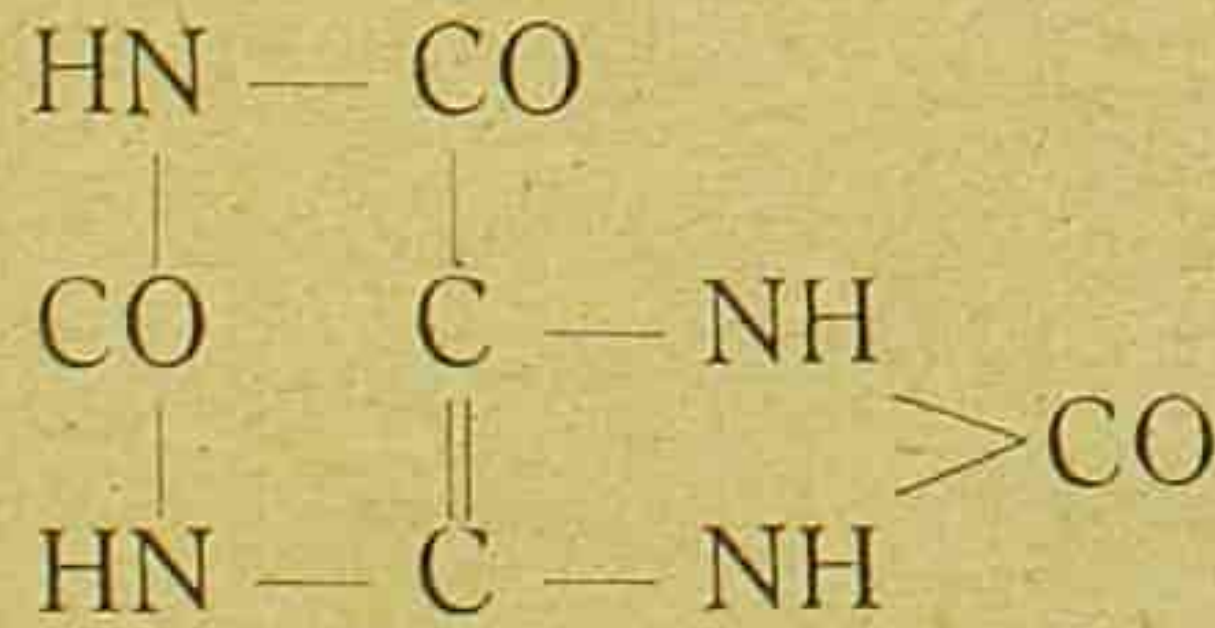
коме се положају налази додана група у горњем Fischer-ову нумерисању пурина); гуанин је 2-амино-6-оксипурин:



При хидролизи нуклеинске киселине минералним киселинама нађене су и две следеће пуринске базе: хипоксантин и ксантин које постају из аденина и гуанина губитком аминогрупе.



Урска киселина, о којој ће доцније још бити говора, јесте 2-6-8-триоксипурин и према томе постаје оксидовањем ксантина:

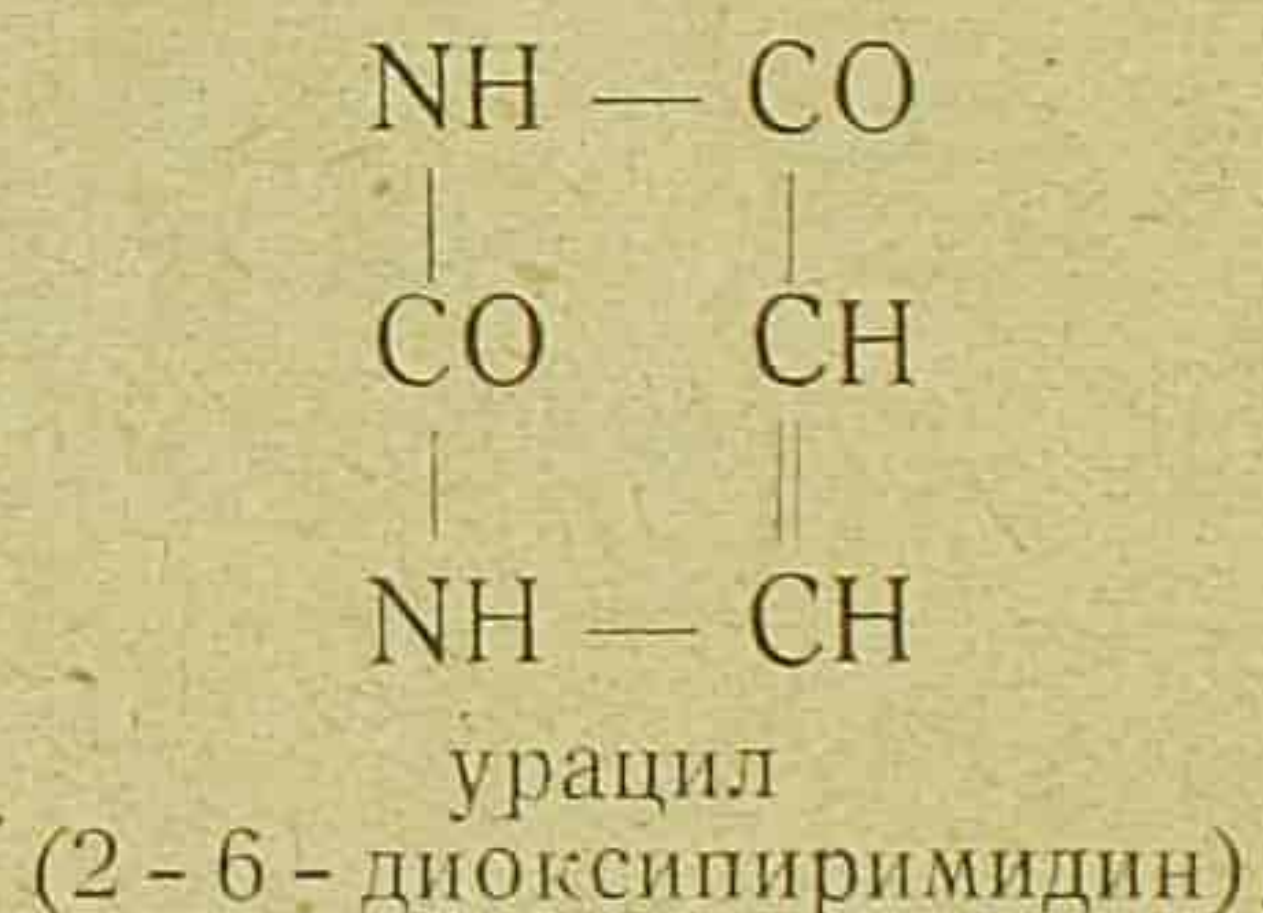
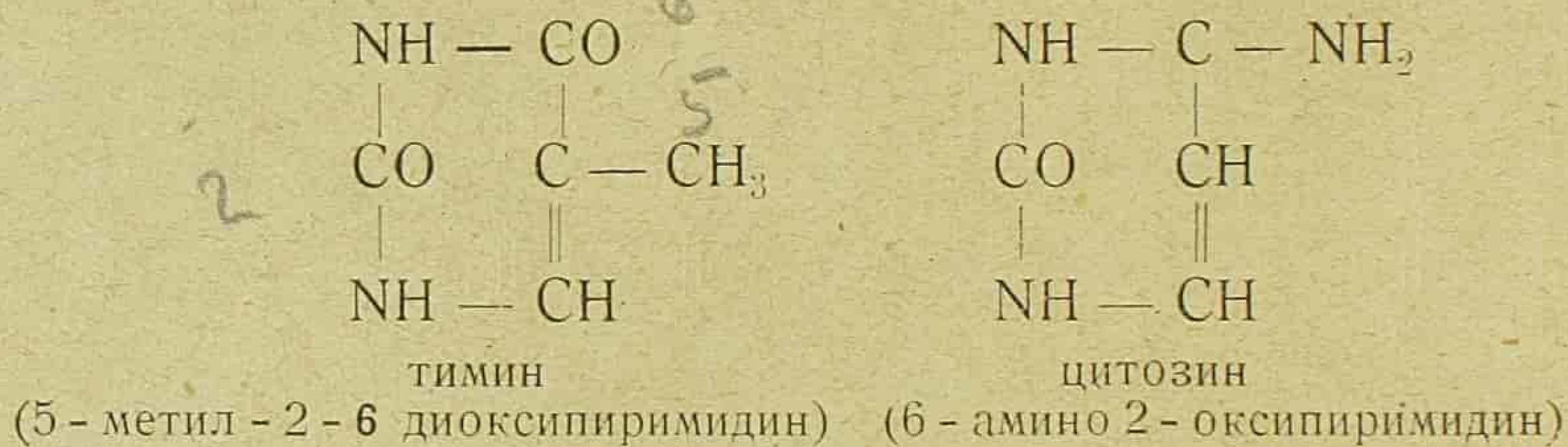


И у биљака се налазе тела која припадају групи пурина; **Кафеин.** кафеин, пуринска база која се налази у кафи и чају јесте: 1-3-7-триметил-2-6-диоксипурин; какао садржи теобромин, 3-7-диметил-2-6-диоксипурин.

Пиримидинске базе трећи су редовни састојак нуклеинских киселина. Та тела имају заједничко једно, пиримидин, **Пиримидин.** које се може сматрати упроштеним пуринским једром:

- (1) $\text{HN} - \text{CH} \quad (6)$
- (2) $\text{HC} \quad \text{CH} \quad (5)$
- (3) $\text{HN} - \text{CH} \quad (4)$

Међу производима распадања нуклеинских киселина нађене су ове пиримидинске базе: тимин, цитозин и урацил.



Оксидовањем цитозин прелази лако у урацил.

Угљени хидрати. У састав нуклеинских киселина улазе и угљени хидрати, и то вероватно и хексозе и пентозе.

Гуанилска и инозинска киселина. Нађене су нуклеинске киселине простијега састава, тј. које не садрже све наведене групе тела. Из панкреасне жлезде добивен је један нуклеопроteid чија простетична група, гуанилска киселина, има овај састав: хидролизована даје по један молекул гуанина, једне пентозе и фосфорне киселине; пиримидинских база не садржи.

Из мишићнога ткива извађена је инозитска киселина, која даје хидролизом по један молекул хипоксантина, једне пентозе и фосфорне киселине. Изгледа да се не налази у облику нуклеопротеида већ слободна, а вероватно да је посредан ступањ распадања нуклеопротеида.

Нуклеопро-
теиди и
хроматин.

Нуклеопротеиди се налазе у свакој ћелији, биљној и животињској, и то у ћелијском једру. Нарочито је изучаван нуклеопроteid добивен из леукоцита тимусне жлезде. Нуклеопротеиди су извађени из разних органа, птичјих крвних зрнаца, сперматозоа, кваса, микроба итд. У ћелијском једру заузимају, својом количином бар, важно место: у леукоцитима тимуса нуклеопротеиди представљају 77% њихове суве тежине, а у главирибљих сперматозоа до 96%. Вероватно је да играју и врло важне физиолошке улоге кад се има на уму да хроматинска материја једра, која је базофилна, дакле киселе реакције као и нуклеопротеиди, мора бити поглавито састављена из ових. У кратко речено: нуклеопротеиди су беланчевине једра као што су протеини беланчевине протопласме.

В. Фосфопротеиди или псеудонуклеопротеиди.

У ових протеида простетична група представљена је фосфорном киселином; пуринских и пиримидинских тела, угљених хидрата, фосфопротеиди не садрже.

Под утицајем разблажених алкалија фосфорна се киселина издваја из фосфопротеида. Пепсин пак издваја један комплекс који је састављен из фосфорне киселине удружене једним делом протеина што их садрже фосфопротеиди. Тај се комплекс може упоредити са нуклеином нуклеопротеида и стога се назива псеудонуклеин или парануклеин.

Фосфопротеиди имају киселе особине. Не растварају се у чистој води али се врло лако растварају у виду соли алкалија и амониака. Таложе се киселинама али не топлотом. Иначе дају обичне реакције беланчевина.

Главни представник ове врсте сложених беланчевина јесте казеин.

Казеин је главна и карактеристична беланчевина млека. Простетична група је фосфорна киселина а беланчевински део представљен је телом које даје хидролизом разне аминокиселине, нарочито много триптофана и тирозина; гликокола не даје никакo; садржи сумпора. Казеин је нерастворљив у води али се раствара у облику соли. Казеинат калциума даје беле млечне растворе и управо у томе се облику казеин налази у млеку. Кувањем казеин се не згрушава у млеку а кора која се ухвати на прокувану млеку садржи млечни албумин и глобулин. Казеин има знатну особину да се под утицајем фермента л а б, м а ј а, згрушава. На тој особини казеина, на којој ћемо се даље зауставити, почива прављење сира.

Казеин.

У жуманцету кокошјег јајета налази се фосфопротеид вителин. Из икре шарана и других риба добивен је фосфопротеид ихтулин, који се у рибљем јајету налази у виду кристала. Најзад у ћелијској протопласми налазе се поред глобулина и фосфопротеиди.

С. Гликопротеиди.

Гликопротеиди су састављени из једног угљеног хидрата и прости беланчевине. Тела која припадају тој групи одликују се и једном физичком особином: дају слузаве растворе. Ту спадају муцини и мукоиди.

Муцини се налазе у лучењима слузокожа и разних жлезда; у цревноме лучењу, у лучењу жучних и мокраћних канала. На-

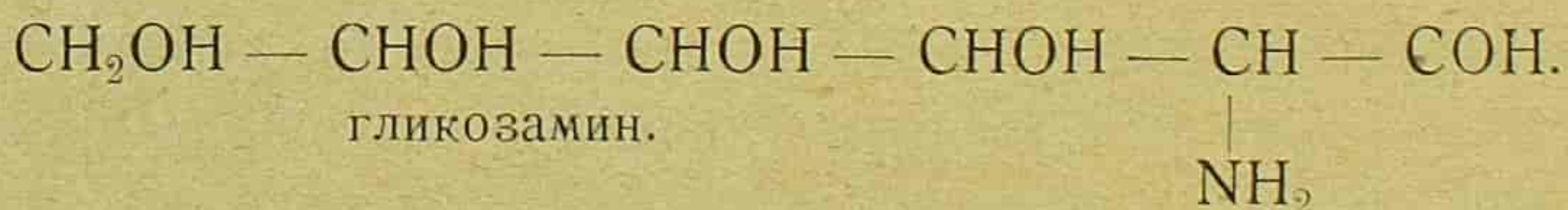
рочито су у бескичмењака муцини распрострањени: слуз пужева, на пр., садржи у изобиљу гликопротеиде.

Мукоиди су сродни муцинима; има их растворених и у виду градива разних ткива, мишићних жила, костију, рскавица. Слична се тела налазе и у рожњачи, стакластом телу (*corpus vitrosum*), пупчаној врпци, итд. У беланцету птичјег јајета нађено је тело које треба овде уврстити: о в о м у к о и д.

Гликопротеиди имају кисео карактер. Растварају се у алкалијама а таложе се киселинама (мукоиди не). Не садрже фосфора, али садрже сумпора. Не згрушавају се топлотом.

Угљени хидрат који се добива хидролизом гликопротеида, т. ј. њихова протетична група, јесте гликозамин. То је у ствари један дериват угљених хидрата, који садржи азота и који по своме саставу заузима место између правих угљених хидрата и аминокиселина:

Глико-
замин.



Гликозамин би се могао сматрати градивом исте врсте као и аминокиселине, и тада би гликопротеиди спадали у просте беланчевине. Али чињеница, да се гликозамин одцепљује од молекула гликопротеида када још ни једна аминокиселина није ослобођена, говори у прилог томе да га треба сматрати протетичном групом, а тела којима припада, сложеним беланчевинама.

Д. Х е м о г л о б и н.

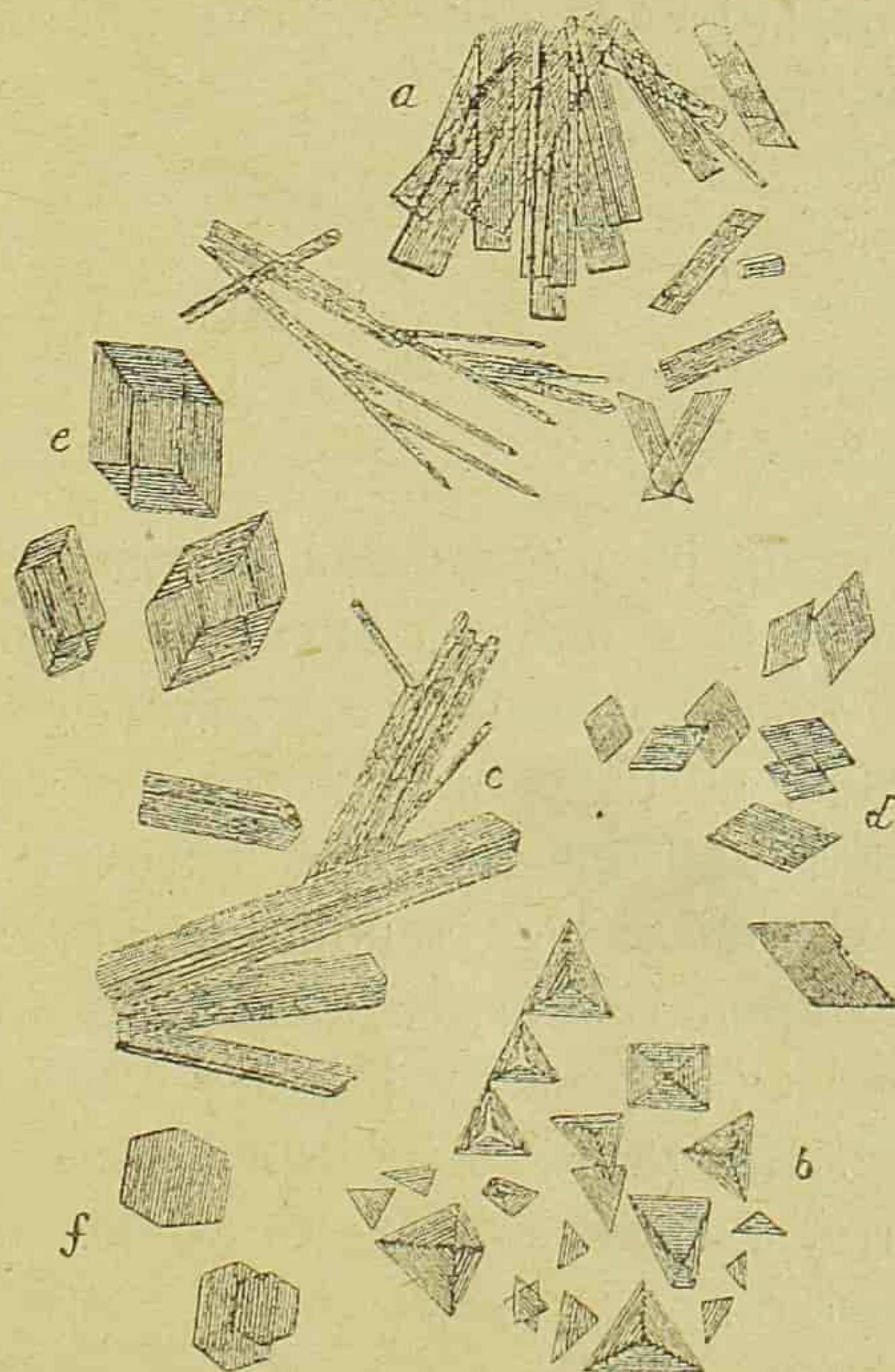
Хемоглобин, тело које даје крви црвену боју, припада такође сложеним беланчевинама. У кичмењака је хемоглобин везан за крвна зрнца, еритроците; налази се и у многих бескичмењака али махом растворен у крвној течности. Присутност или одсутност тога пигмента није одлика свих животињских класа, јер док је присутан у свих кичмењака, у неких класа има представника са црвеном крвљу и представника без хемоглобина: обични пуж, *Helix*, има у крви плавичаст пигмент хемоцианин, као и већина других пужева, док неки, као *Planorbis*, на пр., имају хемоглобин у својој крви.

Хемоглобин садржи гвожђа и њему дугује особину на основу које крв одиграва једну од својих најважнијих физиолошких улога: хемоглобин се лабаво везује са кисеоником дајући

оксихемоглобин, који у даним погодбама лако отпушта тај везани кисеоник. На тај начин крв снабдева кисеоником организм, упијајући га у додиру ваздуха, отпуштајући га у додиру ткива.

Глобин и хематин.

Хемоглобин кристализује у разним облицима, према своме пореклу (сл. 7). Као све сложене беланчевине, хемоглобин се може раставити у два дела: у простетичну групу, хематин, и у просту беланчевину, глобин. По својим особинама, глобин



Слика 7.

Хемоглобинови кристали
a и b човека. — c мачке. — d ко-
баја. — e коња. — f веверице.

се приближује хистонима. Хематин је пак носилац хемоглобинових одлика: њему припада црвена боја, ~~и~~ садржи гвожђа, па према томе њему припада и особина везивања кисеоника о којој је горе било речи. Према глобину, хематин је релативно простог састава. Целокупан му је састав: $C_{34}H_{34}N_4FeO_5$.

Као што се види, хемоглобин игра своју физиолошку улогу на основу једног јединог атома гвожђа који [се налази у његову молекулу. Хемоглобин и његови деривати дају карактеристичне спектре апсорпције. Док је спектар оксихемоглобина карактеризован двема тамним пругама између D и E, редуковањем у хемоглобин те се две пруге спајају у једну између D и E.

Спектар апсорпције.

Пошто хематину припада особина коју хемоглобин има да везује кисеоник, то и он може лако отпуштати и везивати кисеоник. Хематин одговара оксихемоглобину, док редукован хематин, хемохромоген, одговара хемоглобину.

Хемохромоген.

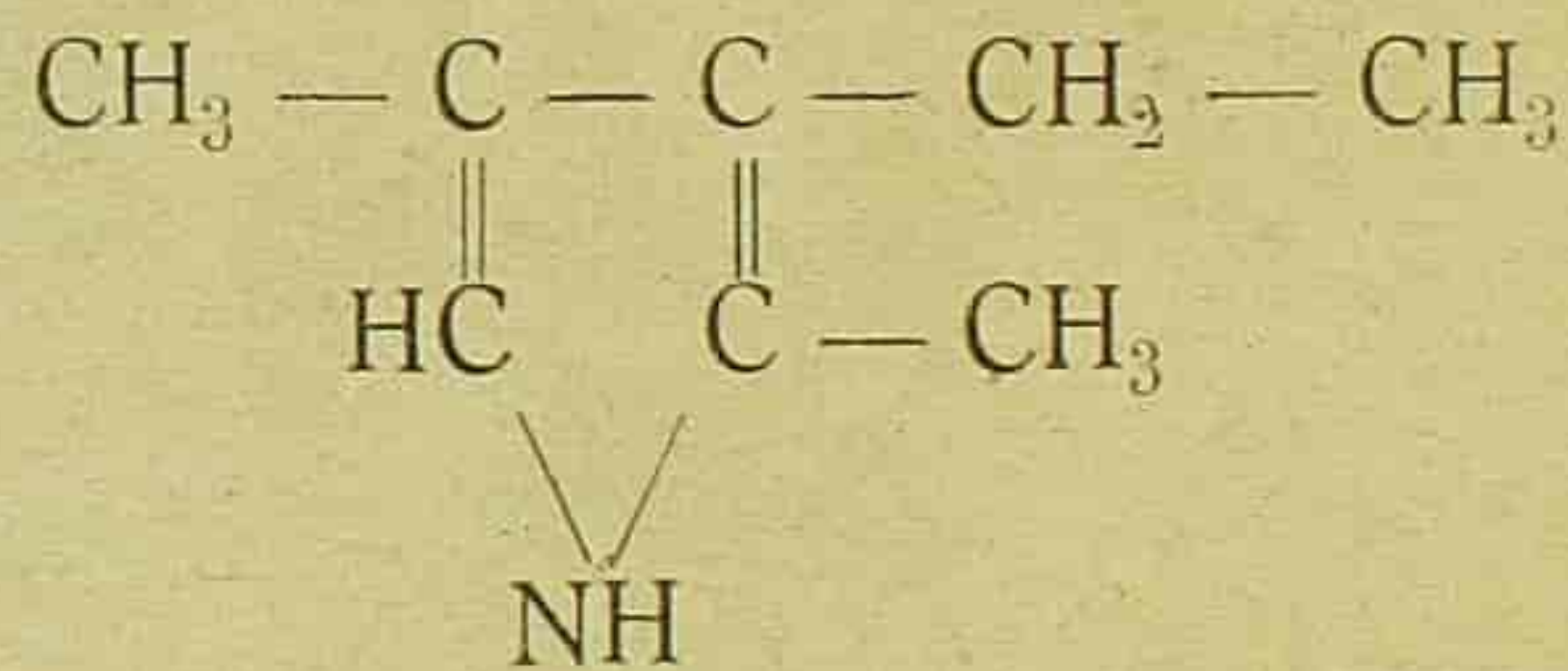
Од хематина се може откачити гвожђе које садржи његов молекул, и тако се добива тело хематопорфирин.

Хемин

Хематин се може претворити у тело које лако кристалише (вероватно хематинов хлорид), хемин, помоћу којег се карактеришу мале количине крви.

Хемопирол.

Хематин садржи у своме молекулу пиролско једро, — које смо већ нашли у пролину и триптофану (стр. 54). Једно од издвојених тела из хемоглобина, са пиролским једром, јесте хемопирол:



Хемоглобин и хлорофил.

Док је хемоглобин у животиња пигменат дисања, дотле је хлорофил у биљака пигменат асимиловања. Та два тела, у првим тако различна, у блиском су хемијском сродству. Хлорофил, истина, не садржи гвожђа, али садржи магнезиума. Иначе хлорофил даје сличне или истоветне деривате као и хемоглобин. Из хлорофила се такође добива хемопирол, то карактеристично тело крвнога пигмента. Шта више, магнезиум је везан на исти начин за пиролско једро у хлорофилу као гвожђе у хемоглобину. Према томе није ли оправдано помислити да та два пигмента, хлорофил и хемоглобин, имају заједничко филогенетско порекло?

III. Протеоиди.

У последњу групу увршћују се беланчевине које нису нашле места у претходним групама и које су представљене доста разноврсним телима, сродним више по природи улога које играју као грађа животињског организма него ли по својим хемијским особинама.

Улоге протеоида.

Протеоиди се не налазе у органским течностима, ни у протопласми ни у једру; они играју механичке улоге: заштићују, подржавају ткива и органе, дају им потребну отпорност, и томе слично. Важно је, да се протеиди налазе само у животињскоме свету, где играју улоге сличне онима што их игра целулоза у биљака. Та различност хемијске природе заштитнога и подржавајућег материјала јесте једна од најзнатнијих разлика између животиња и биљака у погледу њихова хемијскога састава.

У исхрани човека и виших животиња, протеоиди (с изузетком желатина) не играју готово никакву улогу јер не подлежу

утицају фермената. У води и сланим растворима нерастворљиви су и уопште су врло отпорни према хемијским агенсима.

Протеоиди који састављају органску материју разних кожних деривата човека и животиња: косе, перја, вуне, ноката, копита, ^{Кератиди.} рогова итд. називају се кератиди и одликују се високом садржином сумпора. Свакоме је познато да та тела не могу служити храном и да длаке, перје и слично пролази кроз црево неизмењено (птице грабљивице ослобођавају се кератида избацујући их на уста у облику лоптица). Међутим та су тела одабрана храна извесним нижим животињама, нарочито ларвама инсеката: мољци уништавају вунена ткива, крзна, а и рожаста тела имају своје паразите.

Међу протеоидима заузима засебно место желатин или ^{Желатин.} лепак, који је растворљив у топлој води и који игра извесну улогу у исхрани човека и животиња. Желатин се добива из костију, рскавица, везивнога ткива кувањем ових у води; на тај начин се њихов колаген претвара у желатин, који се хлађењем стврђава т. ј. даје дрхталице (питије). Хидролизован киселинама или ферментима, желатин даје разне аминокиселине, међу којима се не налази ни тирозин ни триптофан. Стога чист желатин не даје Millon-ову реакцију. Видећемо даље да наш организам искоришћује желатин који нам доноси храна.

Поменимо још од протеоида: Еластин који се налази у мишићним жилама (тендонима), везивноме ткиву, еластичноме ткиву; еластин се обично добива из *ligamentum nuchae* говечета. Фиброин, главни састојак свиле и паучине; у влакну чауре свилене бубе фиброин је удружен са једним питијастим телом. Спонгин је протеоид из којих је састављен костур обичног сунђера а конхиолин је органска материја костура разних шкољака (т. ј. заклопаца, „валва“) одакле се добива растварањем минералних састојака у соној киселини.

Целокупни састав хране.

Видели смо из претходних страна у која се хемијска тела рашчлањује храна човека и животиња. То су: вода, минералне соли, угљени хидрати, масти и беланчевине. Та се тела у природи не налазе никада издвојена у потпуно чисту стању већ смешана у разним сразмерама. Схватљиво је дакле да није била лака ствар одредити хемијски састав наше хране у којој су обично сва наведена тела органска и неорганска замршена у грађи биљних и животињских ткива. Човек чини своју храну још

сложенијом удружујући вештином кувања разноврсне биљне и животињске производе. У следећем прегледу изложен је хемијски састав важнијих састојака наше хране (на 100 гр.):

	Белан- чевине	Масти	Угљени хидрати	Соли	Вода
говеђе месо	20,96	5,41	0,46	1,14	72,03
телеће „ (мршаво)	19,86	0,82	—	0,50	78,84
овчје „	17,52	5,23	0,4	1,25	74,9
свињско „ (дебело)	14,54	37,34	—	0,72	47,40
шунка	25,0	36,5	—	10,0	27,0
кокошје месо(дебело)	18,49	9,34	1,10	0,91	76,22
шаран	15,71	4,77	—	0,54	78,90
моруна	18,08	1,90	—	1,43	78,59
свињска маст (истоп- љена)	0,26	99,04	—	трагови	0,70
кокошје јаје	12,55	12,11	0,53	1,12	73,67
млеко жене	2,29	3,78	6,21	0,31	87,41
кравље млеко	3,66	3,62	4,48	0,68	87,22
ементалер (сир)	29,49	29,75	1,46	4,92	34,38
бео хлеб	9,2	1,3	53,1	1,1	35,3
боранија	2,72	0,15	6,60	1,18	88,75
сочиво (суво)	25,0	2,0	60,0	2,5	12,5
грашак (сув)	23,15	1,89	52,7	2,6	13,92
кромпир	1,3	0,15	20,0	1,0	76,0
купус	1,89	0,20	4,87	1,23	89,97
спанаћ	3,49	0,58	4,44	2,09	88,47
ораси (без љуске)	15,77	57,43	13,03	2,0	7,18
јабуке	0,36	—	7,22	—	84,79
грожђе	0,6	—	14—28	0,53	77—81

Алкохол, зачини и др.

Поред основних саставних делова хране с којима смо се упознали и који се налазе у разним размерама у храни свакога човека и сваке животиње, улази читав низ других тела у њихов организам, било као природни пратиоци основних састојака хране, било да их човек одвојено узима.

Алкохолна
пића.

Многи људи, вероватно већина људи, узимају данас у облику разноврсних пића разне количине алкохола у свој организам. Алкохол вина, ракије, пива итд. јесте етилалкохол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Алкохолна пића се од памтивека употребљују, а справљају се превирањем разнога воћа или зрневља: грожђа, јабука, шљива, жита, јечма итд. Док се пиво добива превирањем екстракта проклијалога јечма, слада, који садржи у изобиљу угљених хидрата,

у Јапану се добива ракија саке превирањем пиринча; Арапи и Козаци справљају алкохолна пића (кефир, кумис) превирањем млека камиле и кобиле; наши су преци добивали из меда алкохолно пиће медовина.

Алкохол улази само у људску храну, али изгледа да би га животиње радо узимале, судећи бар по огледима на мајмунима. Овде ћемо само забележити алкохол као врло чест саставни део људске хране а на другом месту ћемо испитати његову судбу у организму и његове могуће улоге. Ево неколико бројева који се односе на састав алкохолних пића (на 100 гр.):

	Вода	Алкохол у тежини	Белан- чевине	Шећер	Слобод- не кисе- лине	Пепео
Бордо вино, црно	—	7,80	0,27	0,30	0,57	0,248
Јабуковача	—	2,92	—	1,72	0,37	0,26
Пиво	89,01	4,40	0,74	1,20	0,16	0,25
Коњак	—	37—48	—	—	0,012—0,08	—

Зачини. Ма где живео човек и ма којој раси припадао, он при справљању свога јела употребљује разна тела, махом биљнога порекла, која додаје храни због њихова укуса, мириса или извесна надражаја на слузокожу у устима. Та тела, зачини, врло су многобројна и различна у употреби разних народа. Код нас се у великој мери, вероватно и у превеликој, употребљује паприка, чији је надражај на слузокожу уста свакоме познат, а који дугује гликозиду капсицин. Употреба бибера, разних „трава“ (мирођија, першун, ловорика) готово свугде је распрострањена, тако исто и сирћета, цимета, ванилије итд.

Зачини не служе економији ни као градиво ни као извор енергије; не играју такође ни физичке улоге као што је случај са минералним солима. Њихова је улога нарочите врсте, психичке природе може се рећи, јер делују на чула мириса и укуса. Видећемо даље у чему се састоји механизам њихова делања.

Поменимо још тела која се одликују својим надражљивим утицајем на живчани систем. Ту спада кафа, која дугује свој надражљив утицај пуринској бази кафеину (стр. 61) и чија се употреба распространила по целој свему. Чај садржи пуринску базу теофиллин; како садржи поред теобромина и угљених хидрата, беланчевина и нарочито масти, тако да је у правој смислу алименат.

ГЛАВА ДРУГА

Излучивања (екскрета)

Сви материални издаци живогa организма, који су последица његова функционисања и трошења, називају се излучивања или истурања (екскрета).

Организам је, знамо, у непрекидним материалним разменама са својом средином. Материја коју прима јесте храна или алимент; материја коју издаје јесу излучивања или екскрета. Храна нам је сада у хемијскоме погледу позната; да се упознамо са излучивањима.

Материална примања врше се у животиња уопште двојаким путем: гасовита храна путем апарата за дисање (плућа, шкрге, трахеје, кожа), остала храна путем апарата за варење. Та два пута воде храну у организмову унутрашњу средину, у његову крв и лимфу.

Издавање материје, т. ј. излучивање или истурање, врши се такође разним путевима: на апарат за дисање, на бубрег и на црево.

Путеви
излучивања.

І. Излучивање апаратом за дисање.

Организам излучује на апарат за дисање угљендиоксид и воду. Утврђено је данас, да се у животињскоме организму азот не ослобођава из својих једињења и да, према томе, азот који се налази у издисаноме ваздуху проиходи у својој целокупности од удисаногa ваздуха. Напоменимо само, да у травоједа нарочито, мале количине азота ослобођеног делањем цревних микроба напуштају организм са издисаним ваздухом.

Ваздух који издишемо засићен је увек воденом паром, и тим путем организм избацује врло знатне количине воде: око 450 гр. дневно у одрасла човека који избацује свега 2300—2600 гр.

Плућна
вода.

воде (1300—1500 мокраћом, 600—800 кожом). Највећи део угљеника што га организам избацује налази се у издисаноме ваздуху у виду угљендиоксида. Од 250—270 гр. угљеника избачених у 24 ч., 230—260 гр. напуштају човечји организам путем плућа. У пса, у једноме огледу, од 125,7 гр. избаченога угљеника 116,6 гр. налазе се у издисаноме ваздуху.

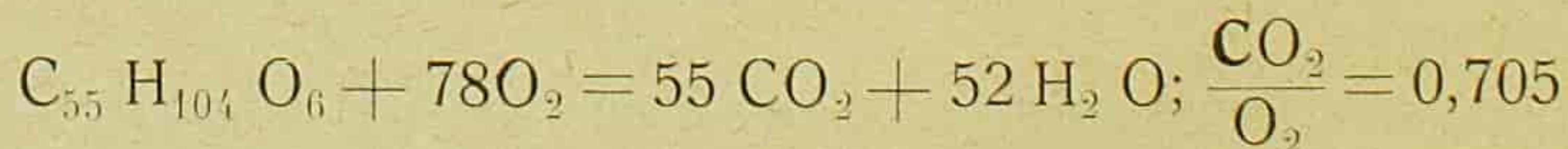
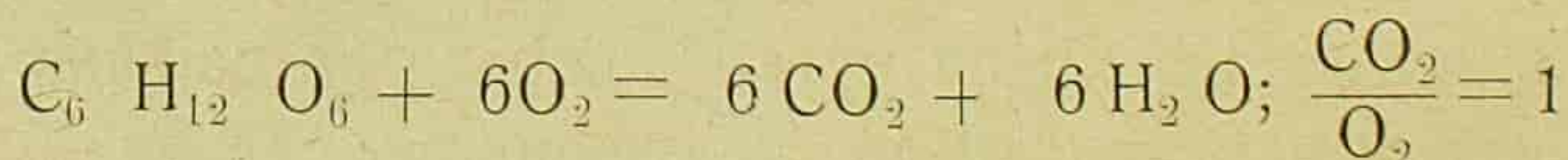
Порекло
излучива-
не воде.

Вода коју организам избацује, ма којим органом, може имати различна порекла: може произлазити из сагоревања свих органских састојака хране: угљених хидрата, масти, беланчевина, алкохола, који редовно дају воду међу производима свога сагоревања; затим, екскретована вода може бити просто она вода узета са храном и која непромењена пролази кроз економију. Готово сва апсорбована вода пролази непромењена кроз организам и напушта га са разним екскретима; мала количина воде може да нестане у економији, употребљена у хемијским реакцијама (хидролизе на пр.).

Порекло
угљенди-
оксида.

Угљендиоксид има исто порекло као и вода; тај гас постаје сагоревањем свих органских материја. Угљени хидрати и масти дају, управо, сагоревајући у организму, једино воду и угљендиоксид, док беланчевине, поред тих тела, дају и разне азотне производе, које ћемо наћи у мокраћи.

Сагоревање угљених хидрата и масти може се представити овим једначинама:



Количник
дисања.

Из тих формула се види да је за угљене хидрате однос за премина $\frac{CO_2}{O_2}$ између употребљенога кисеоника и произведенога

угљендиоксида једнак јединици, док је за масти мањи од јединице. Видећемо доцније важну примену тих „количника дисања“ у одређивању природе сагорелих тела у организму.

Излучива-
ње плу-
ћима ал-
кохола
и др.

Осим воде и угљендиоксида, нека тела која из црева продиру у крв могу делимично да је напусте на плућа и да се појаве у издисаноме ваздуху. То бива, на пример, са алкохолом, са есенцијама белог и црнога лука: отуда задах издисаног ваздуха после узимања тих тела; отуда нездравост локала у којима се пије много алкохола, и по оне који не пију али удишу ваздух који садржи издисани алкохол.

У травоједа на плућа су излучиване поред азота и мале количине водоника и метана, гасова који постају у цреву дејством микроба на угљене хидрате.

II. Излучивање кожом.

Организам човечји избацује кожом поглавито воду, и то, изгледа, једино знојним жлездама. И онда када се не опажа ни трага знојења, површина нашега тела одаје непрекидно знатне количине водене паре. То неосетно испаравање (*perspiratio insensibilis*), без појављивања зноја, зависи од спољашње температуре и од хигрометарског стања атмосфера. Јер ако је ваздух топао, сув и обнављан, пре ће се моћи вода претворити у водену пару при своме изласку из знојних жлезда а да се зној и не појави на површини коже. На целокупну пак количину лучене воде помоћу знојних жлезда хигрометарско стање нема утицаја, већ температура, живчани систем и др.

Неосетно испаравање и знојење.

Човек више губи воде кожом него ли плућима: у једним огледима (Atwater и Benedikt), човек, на средњој температури, у довољно проветраваној атмосфери и у одмору, испарава кожом и плућима 935 гр. воде дневно, а од те количине 60% припада кожи (дакле 561 гр.).

На вишој температури, а нарочито при напорноме раду, човек одаје велике количине воде (до неколико литара на 24 ч.) у виду зноја.

Зној је производ лучења знојних жлезда и садржи разна органска и неорганска растворена тела, нарочито натриумхлорид и уреу; према томе, зној није без сличности са мокраћом.

Функција знојења у животиња.

Док је у човека највећи део површине његова тела прекривен знојним жлездама (рачуна се да их има око 2,5 милиона), пас, мачка и јеж имају их само на меснатоме делу прстију; с тога је знојење у тих животиња незнатно и надокнађено, у пса бар, у борби против топлоте повећавањем плућног испаравања убрзаним дахтањем са отвореним устима и исплаженим језиком. Као човек зноје се целим телом, коњ и овца. Говече и свињче зноје се само њушком, а коза, зец, пацов и миш не знају за знојење, као ни птице. Водени сисари, китови, немају разлога да се зноје!

Кожа лучи још помоћу ситних жлезда, *glandulae sebaceae*, масну материју, *sebum*, која штити својим танким слојем кожу и длаке.

Sebum.

Наш организам избацује на кожу и врло мале количине угљендиоксида, док истим путем прима тако исто мале количине

Кожно дисање.

кисеоника. То кожно дисање незнатно је према плућноме, тако да се може квантитативно занемарити. Много је важније кожно дисање у жабе, које може чак да задовољи организмове потребе, тако да жаба којој су плућа извађена може и даље живети. У других животиња, у неких црва, на пр., гасовите се размене врше искључиво кожом, која је у њих нежна и увек влажна.

III. Мокраћа.

Мокраћа је производ бубрежнога лучења. Њоме организам избацује готово сав азот, сумпор и фосфор беланчевина употребљених у организму. Мокраћа је воден раствор врло сложеннога састава; садржи многобројна минерална и органска тела. Њен је састав израз сложеннога хемизма који се збива у животињскоме организму и драгоцен ослонац при испитивању тога хемизма.

Мокраћа изнојење.

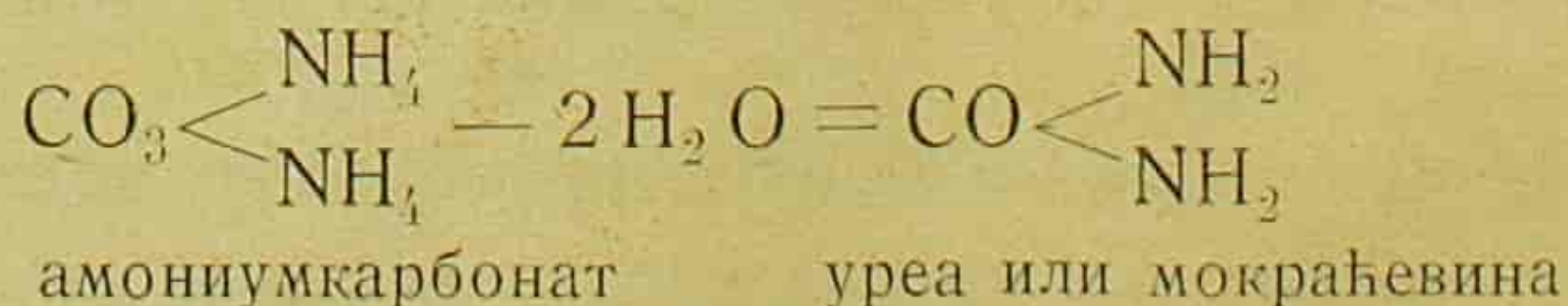
Процентни састав мокраће зависи од разних чинилаца. Пре свега њена количина и густина зависе од количине апсорбоване и од количине испарене воде. Између делања бубрега и делања знојних жлезда постоји међусобно надокнађивање у лучењу воде: кад је више воде употребљено на лучење зноја у борби против топлоте, бубрег лучи мање воде, дакле гушћу мокраћу; отуда се више мокри зими него лети. Већи део воде, људски организам у нормалним приликама избацује на бубрег; али при јакоме знојењу, количина воде избачене на кожу и плућа може много да премаши количину воде која се појављује у мокраћи:

изгубљено воде:	при одмору	при раду
мокраћом	1212	1155
измецима	110	77
испаравањем	931	1727
	<u>Свега 2253</u>	<u>2959</u>

Као средња вредност густине нормалне мокраће може се узети 1,020. Главни карактеристични састојак јесте:

Уреа или мокраћевина.

Ово је азотно тело по хемијској номенклатури карбамид, т. ј. одговара амониумкарбонату коме су одузета два мол. воде:



То је главни азотни производ распадања беланчевина у животињској економији. Као што се види, онај сложени молекул беланчевина, у чију се сложеност још није продрло, разрешава се у организму у тела најпростијега облика као што су: вода, угљендиоксид и мокраћевина.

Количина лучене мокраћевине зависи од разних чинилаца, нарочито од беланчевина у храни. Тако исто и њен однос према другим саставним деловима мокраће није сталан. У средњу руку може се узети да 80% целокупног мокраћног азота припада у човечјој мокраћи уреи. Уопште, у мокраћи свих сисара највећи део азота припада уреи иако се, као што ћемо видети даље, у травоједа добар део азота налази се у виду хипурске киселине а у гмизаваца (рептилија) и птица азот се поглавито налази у виду урске киселине, тако да на уреу пада само слаб проценат целокупнога азота. Ево упоредног примера како је азот расподељен између мокраћевине, урске киселине и амониака у мокраћи човека и гуске:

Мокраћни азот у сисара, птица и гмизаваца.

	човек	гуска	
урска кис.	0,8%	68,7%	целокупног мокраћног N
уреа	87,5	2,60	
амониак	4,3	15,80	

Из тога излази, да је урска кис. главни азотни производ дезасимилације беланчевина у организму птица и рептилија, као што је то мокраћевина у сисара. Та заједничка физиолошка особина птица и гмизаваца јесте хемијски податак додан зоолошким и палеонтолошким чињеницама које говоре о тесној сродности тих двеју животињских класа.

Амониак.

Амониак, NH_3 , је редован састојак мокраће. Човек га лучи при мешовитој храни до 1 гр. дневно, мање при биљној, више при животињској храни. Својим азотом амониак представља 3—5% целокупнога мокраћнога азота. Однос $\frac{\text{амониачни N}}{\text{целокупни N}}$ у мокраћи може имати разне вредности; видећемо даље, да се амониак појављује у јачим размерама када има у организму више киселине да се неутралише. Амониак се у мокраћи налази у виду соли, сулфата, фосфата, и као и уреа, води своје порекло из беланчевина.

Удео амонијачног N у мокраћи.

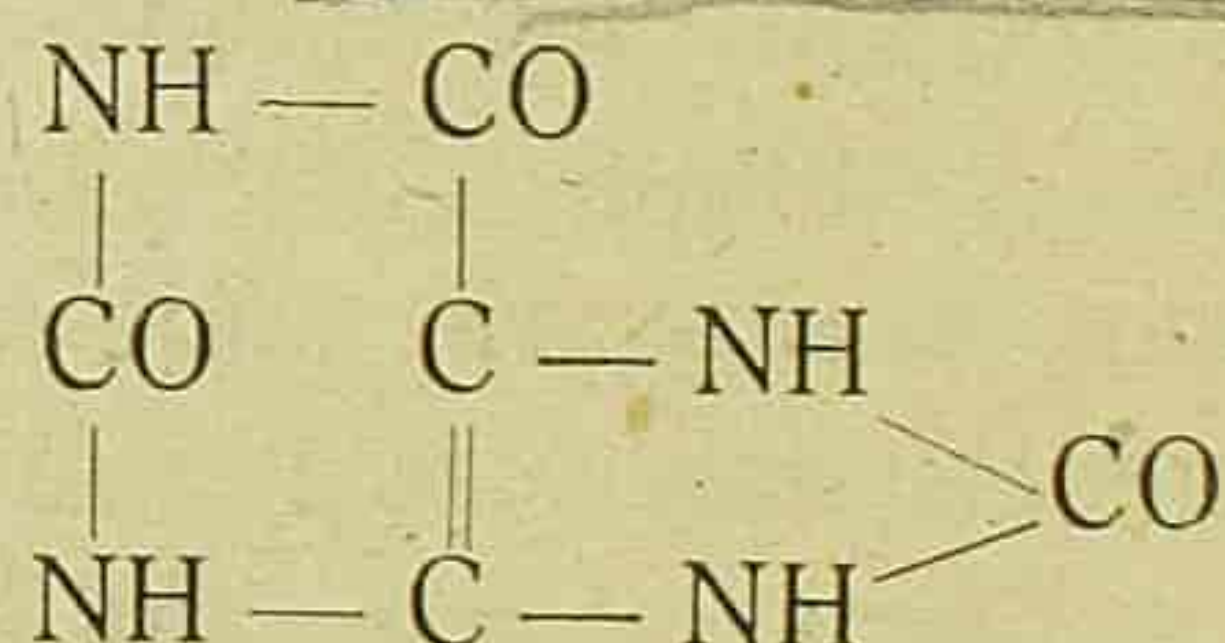
Урска или мокраћна киселина.

Трећи је редовни азотни састојак мокраће урска киселина, која се у човечјој мокраћи налази у виду соли, урата, на-

(Гмизавци и птице)

триумових и калиумових. Видели смо већ, приликом изучавања нуклеопротеида, да урска киселина припада класи пуринских или ксантинских база, и према, томе, можемо већ слутити о њену пореклу.

Урска киселина или ~~2—6—8~~ триоксипурин



појављује се у мокраћи у размерама независним од целокупног азота, тако да се однос $\frac{\text{целокупни N}}{\text{урска кис.}}$ може кретати између $\frac{25}{1}$

и $\frac{126}{1}$ *) Узрок томе јесте што све беланчевине не дају при

своме оксидовању у организму урску киселину, већ једино беланчевине које садрже пуринских база, т. ј. нуклеопротеиди. Садржи ли храна само такве беланчевине које не дају пуринских база, тада повећавајући количину те хране повећава се и азотно лучење, док количина урске киселине остаје иста. На против, када се повећава количина нуклеопротеида у храни, на пр. при јелу ткива богатих ћелијским једрима (телећи тимус, „крезде“), повећава се и количина лучене урске киселине. Урска киселина има дакле своје порекло у пуринским телима хране а и самих ткива организмових, јер при гладовању урска се киселина налази увек у мокраћи. Видећемо на другом месту да организам има вероватно моћ да синтетиче нуклеопротеиде из простих беланчевина. У томе случају, разуме се да урска киселина посредно произлази из простих беланчевина.

Храна и
урска ки-
селина.

Урска ки-
селина.

Као што видесмо, док се у човека и сисара уопште само мањи део мокраћног азота налази у виду урске киселине, у птица и рептилија на њу пада 60—70% целокупног азота. Несумњиво је да у томе случају сва урска киселина не произлази из пуринских тела, већ, као што ћемо видети, синтезом из разних производа оксидовања беланчевина.

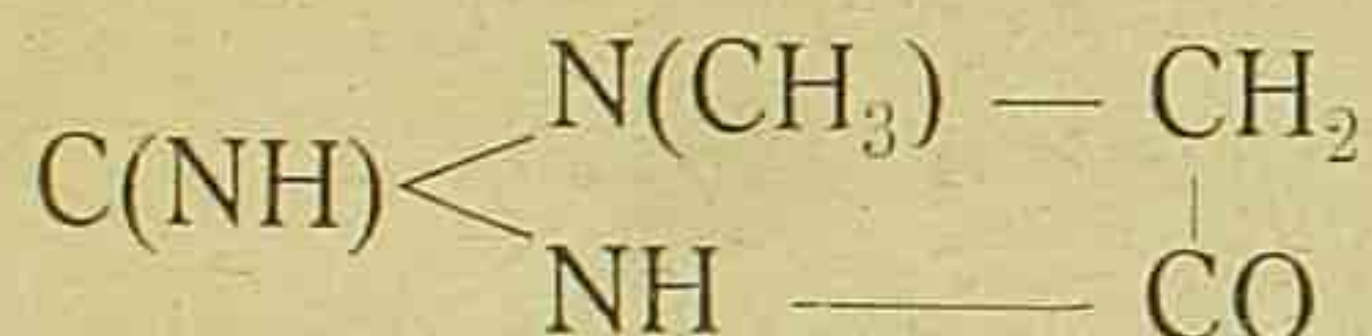
Подагра.

Поменимо још да се због своје врло слабе растворљивости урска киселина и урати лако таложе у организму, нарочито у зглавковима и да су узрок болесном стању, подагри (*Gicht*).

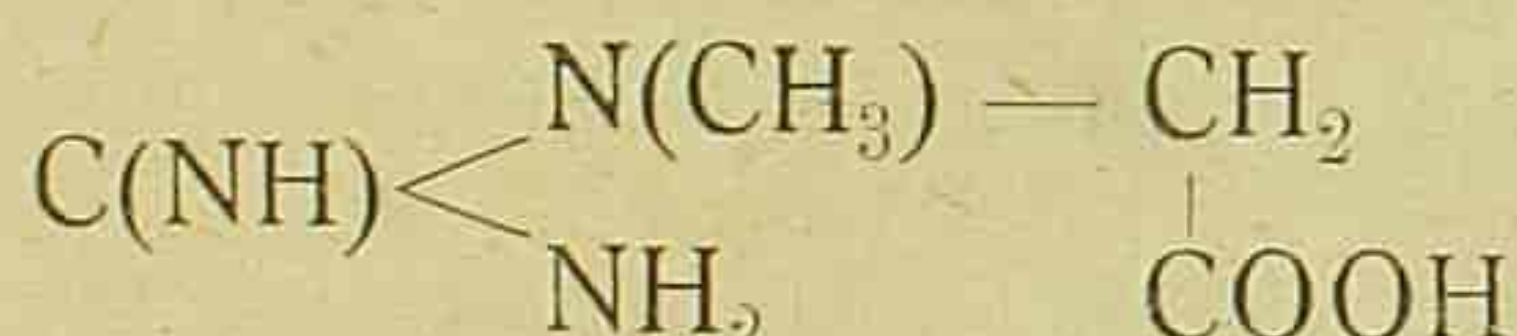
*) У мокраћи новорођенога детета тај је однос много мањи, према томе у детета на урску киселину пада већи део мокраћног азота него у одраслога.

Креатинин.

Ово је тело такође редован азотни састојак мокраће. Човек лучи дневно око 1 гр. тог тела. Креатинин има овај склоп:



Кад је питање о његову пореклу помишља се одмах на једно тело које се налази у мишићноме ткиву и из којег се креатинин може извести анхидровањем; то је тело креатин: Креатинин и креатин.



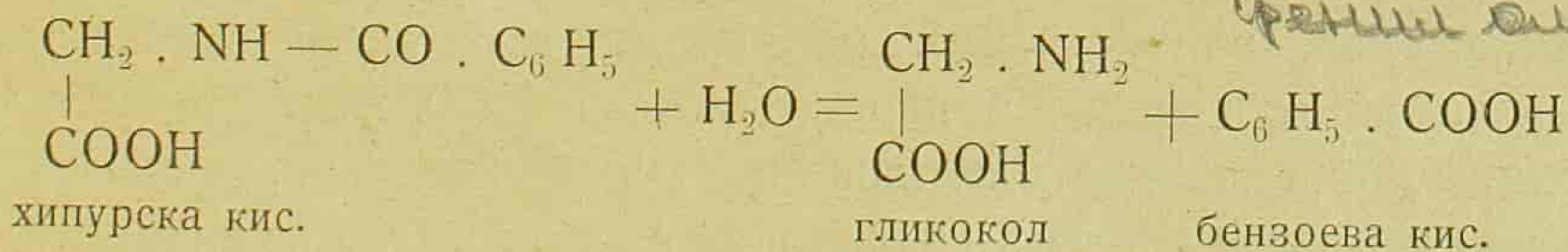
Креатин је пак по свој прилици производ дезасимиловања беланчевина. Може бити да постаје из аргинина.

Сви узроци који повећавају трошење мишићнога ткива, повећавају количину мокраћнога креатинина: гладовање,*) грозница, напоран мишићни рад итд. Такође повећава се лучење креатинина после узимања у храни јачих количина меса. Креатин даван у храни појављује се већим делом у мокраћи у виду креатинина; то би се претварање вршило једним ферментом што га садржи бубрежно ткиво.

У одојчета и креатин се налази у мокраћи поред креатинина, а у птица надмашује чак ово последње тело.

Хипурска киселина. *(из хипуријне)*

Ово је тело састављено из гликокола и бензоеве киселине, јер хидролизом даје та два тела:



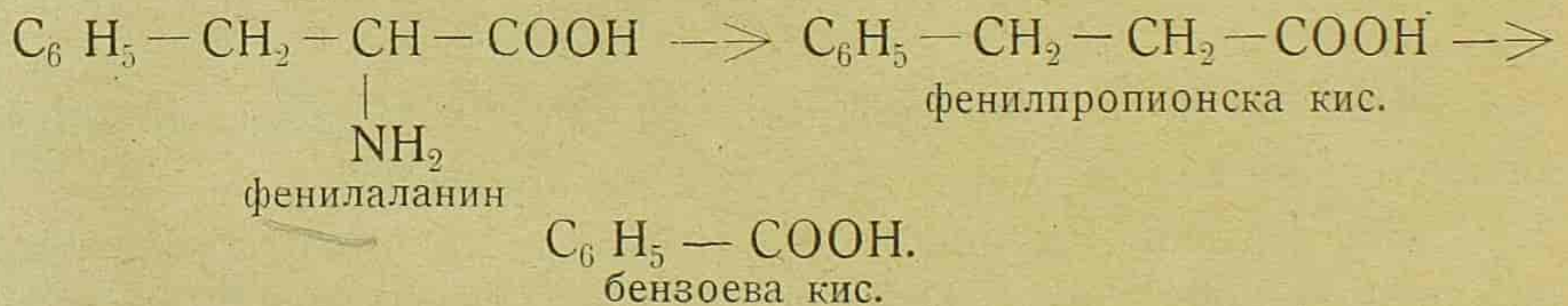
При мешовитој храни човек избацује дневно 0,7—1,0 гр. хипурске киселине својом мокраћом; при биљној храни више. Мокраћа травоједа садржи врло знатне количине хипурске кис., али ипак највећи део азота припада уреи, јер док уреа садржи 46,66% азота, хипурска кис. садржи само 7,75%.

Одакле произлази хипурска киселина? Нема сумње да постаје синтезом у организму, и то нарочито у бубрегу. Питање

*) У човека после 12 дана гладовања креатинин је представљао 3,7% целокупног азота.

Синтеза
хипурске
киселине.

је сада, одакле произлазе њени саставни делови, гликокол и бензојева киселина. Видели смо да је гликокол саставни део молекула многих беланчевина, стога се може с правом претпоставити да постаје из беланчевина. Бензојева киселина пак постаје из разних ароматичних биљних тела као што су циметна киселина, хидроциметна киселина, кинична киселина, које се у организму све претварају у бензојеву киселину; али постаје и из беланчевина, и то под утицајем микроорганизама у цреву: фенилаланин, тело које се добива хидролизом беланчевина, труљењем претвара се у цреву у фенилпропионску кис., а ова, пошто је апсорбована, прелази лако у бензојеву кис.:



Овде имамо један од примера на какве ћемо још наићи, да се организам заштићује од каквога тела јединећи га са једним другим или „парећи“ га.

Бензојева киселина може у слабој мери да се гради и у самим ткивима, јер хипурска кис. не нестаје потпуно из мокраће ни при дужему гладовању.

У травоједа организам лучи толико хипурске кис. да није могућно да сав гликокол што ова садржи постаје из беланчевина; у њих гликокол постаје без сумње и синтезом.

Уреа, амониак, урска киселина, креатинин и хипурска кис., јесу најважнији азотни производи које организам избацује. Али нису једини, јер мокраћа садржи многа друга азотна тела, али у slabим размерама, тако да на сва та тела пада само један мали проценат целокупнога азота. Та су тела: пуринске базе, деривати пурина као и урска киселина, (ксантин, метилксантин, аденин итд); алантоин (глиоксилдиуреид), оксипротеинске киселине итд.. Број органских тела која се налазе у виду трагова мора бити знатан а да не говорим о телима која се могу наћи у болесничким мокраћама. Пошто је хемијски састав мокраће тако рећи слика хемијских процеса који се догађају у организму, јасно је да се из тога састава извлаче најважнији подаци о ономе што се збива у здравоме или у болесноме организму.

Остали
азотни са-
стојци мо-
краћи.

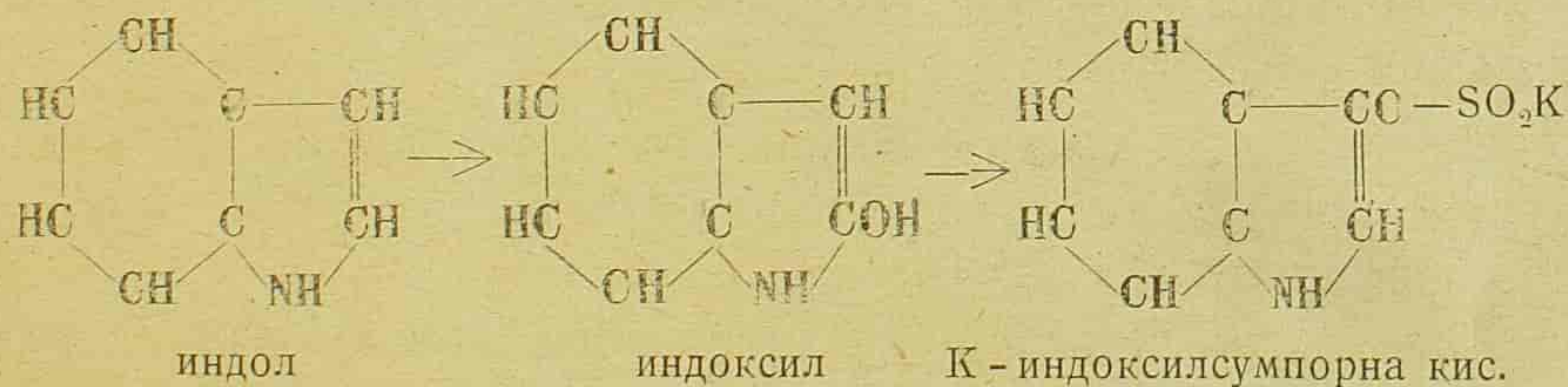
Сумпор.

Сумпор је редован мокраћни састојак. Налази се у њој поглавито у виду органских и минералних једињења сумпорне ки-

селине и према томе се назива естерски и неоргански сумпор. Осим тога, мањи део мокраћнога сумпора налази се у виду органских једињења: то је неутрални сумпор.

Естерски сумпор налази се у индоксилсумпорној киселини. Ово је тело интересантно са начина свога постанка у организму:

Под утицајем цревних микроба, из триптофана, саставног дела беланчевина, постају циклична тела индол и скатол. Ова су пак тела лако апсорбована и организам се брани од њихове отровне моћи „парећи“ их са сумпорном киселином која се, као што ћемо видети, редовно ствара у организму из сумпора беланчевина. На тај начин постаје индоксилсумпорна кис., која се налази у мокраћи у толико јачим размерама у колико је цревно труљење интензивније. Апсорбовани индол претвара се у организму у индоксил, који се сједињује са сумпорном киселином:



Постајање индоксилсумпорне кис. у организму исте је природе дакле као постајање хипурске кис. где се бензоева кис. пари са гликоколом. И других разних штодљивих тела, било да постају труљењем у цреву или да су унета са храном (фенол, крезол), организам се ослобођава на исти начин парећи их са разним производима којима располаже (гликоколом, сумпорном киселином, гликуронском киселином).

Из тога што претходи излази да један део сумпора напушта организам у виду сумпорне киселине везане за органска тела. То је естерски сумпор мокраће. Али највећи део сумпора налази се у виду неорганских соли. Најзад један мали део сумпора налази се у мокраћи као грађа органских тела (меркаптани, сулфоцијаниди); то је неутрални сумпор. Ево средње вредности добивене у процентном распореду сумпора мокраће:

неоргански S	87,8%
естерски S	6,8
неутрални S	5,1

Мокраћни сумпор произлази из беланчевина хране или ткива у чијем се молекулу увек налази. Један део пак лучене сумпорне киселине припада сулфатима који се налазе у храни.

Естерски сумпор.

Неоргански сумпор.

Натриум-хлорид у мокраћи.

Однос $\frac{N}{S}$ доста је сталан и једнак 14—15, што се објашњује доста сталним односом тих елемената у молекулу белачевина. Знатне количине сумпора организам лучи дуж црева: сулфоцијаниди пљувачке, сумпорно тело жучи: таурин; али у измецима има мало сумпора, јер је највећи део поново апсорбован у цреву.

Х л о р.

Порекло мокраћног фосфора. Готово сав хлор мокраћни налази се у виду натриумхлорида, који је редован састојак мокраће као и свих других органских течности. У средњу руку човек избацује дневно мокраћом 12—14 грама те соли.

Ф о с ф о р.

Мокраћа садржи фосфор у облику алкалних и алкално-земаљских фосфата.

Он произлази из неорганских соли хране или из органских материја које га садрже: нуклеопротеиди, лецитини, фосфатиди, фосфопротеиди.

Према томе јасно је да има много више фосфора у мокраћи при животињској храни него при биљној и да односи $\frac{N}{P}$ или $\frac{S}{P}$ могу имати врло различне вредности у мокраћи као и у храни. Фосфати калциумов и магнезиумов остају у цреву и избацивани су са измецима. У мокраћи $\frac{6}{10}$ фосфата су примарни фосфати а $\frac{4}{10}$ секундарни. У киселој мокраћи фосфати се налазе представљени моонатриумфосфатом $PO_4 H_2 Na$, монокалциумфосфатом $(PO_4 H_2)_2 Ca$, мономагнезиум фосфатом $(PO_4 H_2)_2 Mg$, а и неутралним фосфатима раствореним у угљендиоксиду; ти неутрални фосфати таложе се кад се мокраћа прокува.

IV. Измеци.

Измеци су материја коју организам избацује путем црева. У птица, гмизаваца и других животиња са клоаком, измеци напуштају организам измешани са мокраћом.

Измеци при глатовању. У човека и месождера измеци нису, као што се обично мисли, састављени готово једино из несварених и несварљивих остатака хране, већ су добрим делом, а може бити и највећим делом састављени из остатака разних тела лучених дуж апарата за варење: сокова са ферментима, жучи, слузи, цревних отпа-

дака. Докази су да та тела имају важнога удела у стварању изметака што се ови стварају и кад организам не узима никакву храну: пси од 7—32 кгг. тежине избацују при гладовању дневно 0,56—5,8 гр. изметака (сува тежина); човек при дужему гладовању (огледи на вештаку у гладовању Cetti-у) избацује дневно 20 гр. свежих (= 3,47 сувих) изметака са 0,3 гр. азота. Затим, изолује ли се подужи део црева између две везе, измеци се појављују у њему иако никаква храна није у њ продрла. Најзад, фетус или новорођенче, који нису још узели никакву храну у свој апарат за варење, садрже у својој цреву врсту изметака (*mesonium*).

Mesonium.

У травоједа су измеци обилнији него у месоједа и садрже у много јачим сразмерама несварених састојака хране.

Изметке састављају ова тела: несварљиви и несварени делови хране, неапсорбована храна, остаци тела лучених дуж апарата за варење и микроорганизми. Није могућно из те мешавине одредити тачно који део изметака припада храни а који лученим производима.

Несварљива тела животињске хране јесу разни протеоиди: делови везивнога ткива, мишићних жила, рскавица; длаке, перје (у месождера); при биљној храни измеци садрже нарочито целулозу и друге конденсоване несварљиве угљене хидрате (лигнин дрвенастих судова...). Сварљива а несварена тела јесу пак нарочито она која су у ткивима заштићена несварљивим деловима, те сокови тешко продиру до њих; целулоза је обично узрок те хранљиве материје прелазе лако у изметке: на пр. разна зрна, пасуљ, сочиво, кукуруз налазе се често у измецима; стога се биљна ткива много боље варе ако су претходно уситњена и кувањем омекшана.

Састав из-
метака.

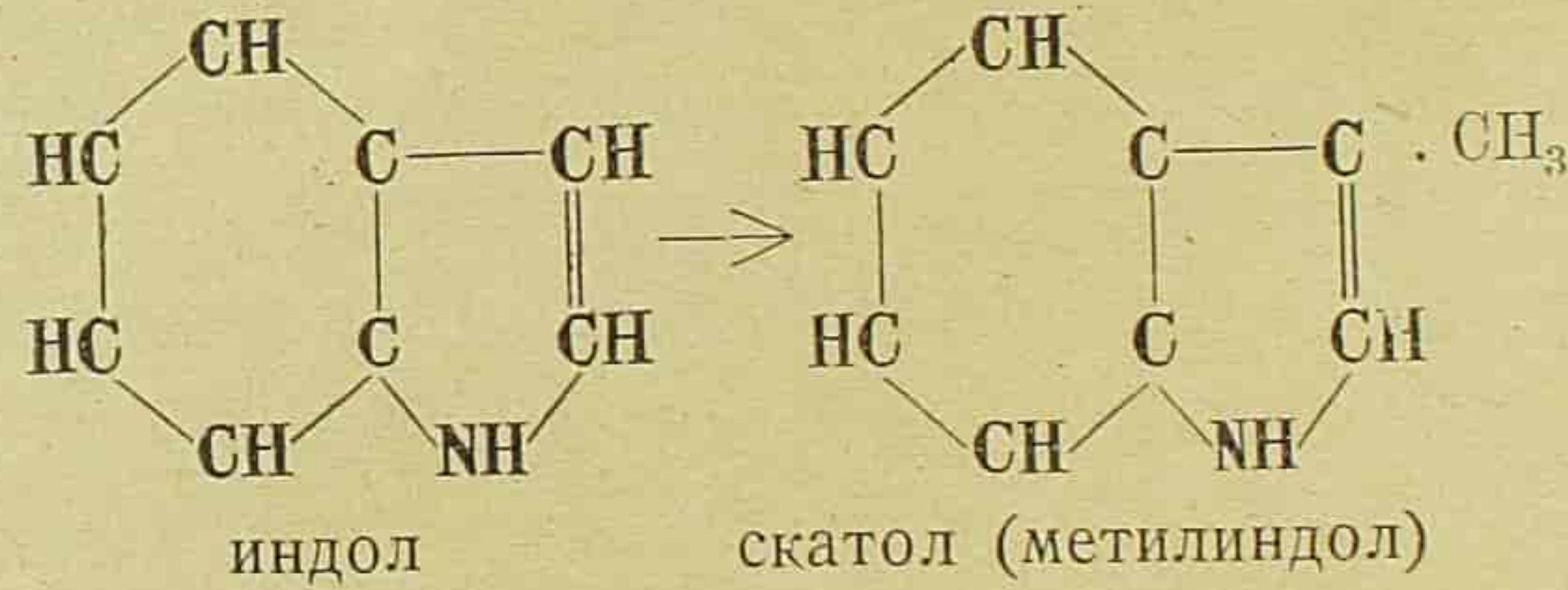
У измецима се могу наћи и сварена тела која нису могла бити апсорбована: масне киселине, на пример.

Тела лучена дуж апарата за варење, сокови разних жлезда, жуч, цревна слуз, отпаци слузокоже, претрпљују разне промене под утицајем фермената и микроба. У измецима се налазе као остаци тих тела: холестерин, лецитин, неутралне масти.

Организам избацује цревом и разне минералне соли које садрже калициума, магнезиума и гвожђа; доказано је да већи део кречних соли које су апсорбоване у танкоме цреву прелазе из крви у дебело црево и избациване су са измецима.

У цреву су саставни делови хране изложени утицају многобројних микроорганизма. Под њиховим утицајем постају, на рачун органских састојака хране и лучених производа, разна тела: метан, водоник, амониак, сумпорводоник (овај последњи постаје

из сумпорног састојка беланчевина, цистина) и други производи, међу којима су најважнији индол и скатол. Ова два тела ^{Индол и скатол.} постају из триптофана, аминокиселине коју смо нашли међу производима хидролизе беланчевина:



Видели смо већ да су производи цревнога труљења лако апсорбовани и да се организам заштићује од њих јединећи их са другим телима и тако „спарене“ избацује их на мокраћу. Видели смо такође да бензоева киселина постаје у организму из фенилпропионске киселине коју производе микроби у цреву на рачун фенилаланина. Фенол постаје у цреву из тирозина и фенилаланина.

^{Микроби у изме-}цима. И микроорганизми су својом масом важан саставан део изметака, јер им добар део тежине припада: око једне трећине у човека, који избацује дневно више од 100 билиона микроба.

Измеци износе из организма и извесну количину воде: 60 до 120 гр. дневно у човека, при обичној храни.

ГЛАВА ТРЕЋА

Промет материје у организму (Метаболизам)

Квалитативни промет.

У двама претходним главама упознали смо се са два крајња члана материалнога промета животињскога организма. Изучавањем хране — алимента — дознали смо за природу материалних примања, а изучавањем излучивања — екскрета — за природу материалних издавања животињске економије.

Знамо сада у коме виду материја ступа у животни механизам и у коме га виду напушта. Сав хемизам живота збива се између та два крајња члана, која сада треба везати тим хемијским догађајима који су се збили у живоме бићу, у крилу живота, и који су учинили да материја ушавши у једноме хемијскоме облику у лабораторију живота оставља је у сасвим другоме виду. Скуп свих хемијских метаформоза којима је животињски организам седиште, између два позната нам крајња члана, хране и излучивања, сачињава промет материје у организму или метаболизам.

Лако је схватити да се при изучавању метаболизма налази на највеће тешкоће. Питање крајњих чланова исхране, хране и екскрета, решава хемијска анализа; и оно је у главном решено. Знамо данас да одредимо у главном хемијски састав хране. То је један чисто хемијски задатак чије потпуно решење зависи од напретка хемијске анализе. Али је сасвим други проблем кад је питање о судбини хране у организму. Постављени идеални задатак: пратити састојке сваки молекул при његову пролазу кроз организам, у свима променама које претрпљује, до тренутка

када га напушта, није више проблем који се може решити самом хемијском анализом. Ту се не тиче више једино непосредне хемијске анализе, као при изучавању хране и екскрета, већ физиолошкога експериментисања, продирања у живи организам и међусобног везивања чињеница, добивених са разних страна разним методама. Пратити, у правој смислу речи, храну кроз животињски организам, јесте нешто немогуће. Храна је изложена у организму на свакоме кораку хемијским променама; она се провлачи кроз сваки орган, свако ткиво, долази у додир сваке ћелије и то увек у органским течностима које су врло сложена састава. Додајмо томе, да се у организму производи примљене хране налазе у соковима увек у врло разблажену стању и да се организам увек стара да одржи доста сталан састав својих сокова, те да се, према томе, и квантитативно важне реакције врше често а да се не могу констатовати промене хемијскога састава средине у којој се дешавају; уз то, свако дубље стварно продирање у животни механизам поремећује или спречава његово функционисање. Према томе лако је схватити да изучавање метаболизма живих бића није лака ствар.

Из разних података што нам их дају: физиолошко експериментисање, познавање хемијскога састава хране и излучивања, посматрања на болешћу поремећеном организму и познавање хемијских особина тела чија се судбина изучава, добивају се ослонци, светле тачке на томе мрачном путу. Помоћу њих се саставља највероватнији пут којим материја пролази у хемизму живота.

I. Ферменти.

У промету материје играју важну улогу извесни чиниоци који се налазе готово свуда по организму, нарочито у разним жлездама и њиховим соковима. Ти чиниоци имају особину да производе самим својим присуством, и у бескрајно малим количинама, одређене хемијске промене на разним телима. Ти се чиниоци зову ферменти или ензими или још диастазе.

Није искључена могућност да се већи део метаболизма своди на низ ферментских деловања. У сваком случају, хемијске промене које храна претрпљује нарочито у желудцу и цреву пре него што ће прећи у крвоток, то јест појава варења, састоји се искључиво у делању разних фермената на саставне делове хране.

Стога треба познавати те важне чиниоце пре него што се приступи изучавању самога метаболизма, који се управо почиње појавом варења.

Немогуће је дати хемијску дефиницију фермената, јер нам је њихова хемијска природа непозната. Вероватно је да су беланчевинске природе, али то није доказано. Њихова хемијска природа није позната из узрока што вероватно нико још није имао у рукама ни приближно чисте ферменте, већ само измешане са разним телима која су се налазила у средини из које је ферменат добивен. Хемијске реакције пак које ферменти производе (хидролизе, оксидовања) нису обично особене ферментима, већ се могу и другим чисто хемијским чиниоцима произвести; стога ни природа тих реакција не може послужити на дефиницију фермената.

Битним особинама фермената и њихових деловања треба сматрати ове три: 1. ферменти губе своју моћ деловања када су неколико тренутака у воденој средини изложени температури која не мора достићи 100° ; 2. врло мала количина фермената може деловати на сразмерно огромне количине материје; 3. разним средствима, али нарочито алкохолом, ферменти се таложе из својих раствора, и добивени талог, осушен, у виду праха, може дуго времена сачувати своју ферментску моћ деловања. На пример: Панкреасни сок додан раствору скроба претвара овај у шећер, то јест хидролизује га; загреје ли се сок претходно неколико тренутака на 80° , губи ту моћ. Додајући панкреасном соку алкохола, добива се талог; овај талог издвојен и осушен, даће и после неколико година раствор који ће утицати на скроб као панкреасни сок. Из тога се закључује да панкреасни сок садржи ферменат који хидролизује скроб.

Одлике
ферме-
ната.

Алкохол и друга тела која се употребљавају на таложење фермената, таложе и разна тела која се налазе са ферментима у истоме раствору, нарочито беланчевине. Пошто не умемо да издвојимо чисте ферменте, разумљиво је да није могућно изучавати њихову хемијску природу.

Ферменти губе своју активност, као што рекосмо, грејањем. Температура на којој један ферменат губи потпуно своју делатност зове се „с м р т о н о с н а т е м п е р а т у р а“ тога фермената (иако ферменти нису живи). Она је различна за разне ферменте а и за један ферменат зависи од реакције средине, од трајања грејања и др. Око 100° ферменти су сви разорени после кратког времена. Према ниским температурама ферменти су мало осетљиви.

Ферменти су колоидна тела. Као колоиди они не дифундују кроз мембране или то чине врло споро, и према томе могу се диализом ослободити разних електролита који их прате у соковима и органским течностима.

Катализа.

Као што рекосмо, једна мала количина фермента може трансформисати сразмерно огромне количине тела на које утиче. Та несразмерност између количине тела које делује и количине трансформисаног тела налази се у хемијској појави катализе. Разна неорганска хемијска тела могу као и ферменти да у врло малим количинама произведу неку хемијску реакцију на сразмерно огромним количинама другог тела. Та активна тела, катализатори, врше своју улогу самим својим присуством, не ступајући при томе ни у какво трајно једињење и не трошећи се при своме деловању, пошто се на крају реакције налазе у истој количини као и у почетку. На пример, мале количине једне минералне киселине, којом се скроб хидролизује, не нестају при томе деловању, и онда када су претвориле неколико хиљада пута своју тежину скроба у шећер. Тако исто платинска пена може да пренесе неограничене количине кисеоника у разним хемијским реакцијама не трошећи се при томе. Са тих сличности са неорганским катализаторима, ферменати се могу сматрати органским катализаторима непознатог састава.

Фермент-
ска специ-
фичност.

Али ферменти се разликују од правих катализатора не само тиме што се топлотом разоравају лако, већ и својом специфичношћу. Једна киселина, на пример, у својој улози катализатора може у повољним приликама хидролизovati неограничен број разних тела чија хемијска природа дозвољава то цепање њихових молекула. Истом киселином (при повољној концентрацији и температури) могу се хидролизovati сви сложени угљени хидрати, беланчевине итд. Али са једним ферментом то није могуће: један ферменат хидролизује само сахарозу, други хидролизује скроб, а без утицаја је на сахарозу, трећи хидролизује млечни шећер, а не утиче на претходне угљене хидрате. Другим речима, ферменти су специфични у своме деловању. Према томе да ли ферменат утиче на једно једино тело, или на неколико сродних тела, вели се да је више или мање специфичан.

У вези са ферментском специфичношћу стоји и њихова осетљивост према стереохемијској грађи оних тела на која утичу. Уопште, један ферменат делује само на један од двају оптичких изомера једног једињења (стр. 27). На пример, ферменат алкохолног врења, зимаза, изазива превирање *d*-гликозе а нема утицаја на *l*-гликозу иако су та два тела по своме склопу

једно према другоме као предмет према својој слици у огледалу. Из тога се мора закључити да и ферменти имају извесан склоп у простору и да, према томе, између фермента и тела на које овај утиче постоји неки однос грађе, као између кључа и кључаонице (E. m. Fischer): као што један кључ неће отворити браву која је симетрична са бравом којој је намењен, тако фермент који утиче на један оптички изомер неће утицати на његову антиподу.

Треба поменути овде једну важну чињеницу која ће, може бити, једнога дана донети решење загонетнога функционисања фермената. За многе ферменте доказано је да потребују за своју активност присутност каквога тела, обично неорганске природе, без кога је ферменат потпуно неактиван. Та помоћна тела зову се ко-ферменти. Говорећи о разним ферментима видећемо који су њихови ко-ферменти. Иако се не зна у чему се састоји механизам деловања ко-фермената, ови су ипак интересантни нарочито стога што су, на супрот ферментима, познате хемијске природе, махом минералне соли или киселине. Са теоријскога гледишта важна је та чињеница да неки ко-ферменти могу и сами унеколико вршити у извесним приликама исту реакцију као и њихови ферменти. На пример, пепсин је неактиван без соне киселине, која је његов ко-ферменат, али та киселина може и без пепсина хидролизovati беланчевине на истој температури; само је треба употребити сто пута концентрисанију. У другом случају, ферменат оксидовања, лаказа, неактиван је без манганових соли, а ове могу и саме произвести иста оксидовања, али много спорије. Из тих факата могло би се помислити да у ферментским акцијама ко-ферменти испуњују у ствари главну улогу, док их ферменти само подстрекавају у њиховој моћи. Али тој хипотези за сада одузима општу вредност чињеница, да сви ко-ферменти нису сами активни као у два наведена случаја, и што најзад за све ферменте нису познати ко-ферменти.

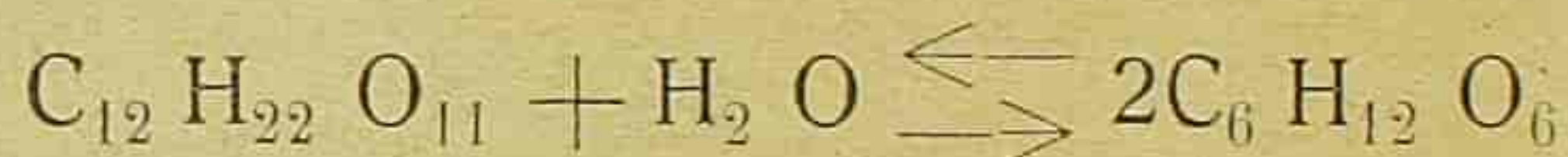
Ко-ферменти.

Активност фермената зависи много и од температуре. За сваки ферменат постоји једна температура на којој је његово делање највеће: то је оптимална температура. Удаљујући се од те температуре у оба правца, активност фермената опада; на доста ниској температури може бити незнатна; на високој, на „смртоносној температури“, ферменат губи неповратно своју моћ деловања.

У извесним погодбама ферменти могу да синтетишу она тела која иначе рашчлањују. Њихово се делање врши дакле у два супротна правца. Малтаза, која раставља малтозу у гликозу,

Реверсибилност ферментских деловања.

може, у погодним приликама, да гради малтозу из гликозе. Значи да су ферменска делања реверсибилна, што се, на пример за малтазу, представља овако:



У последње доба синтетизовани су помоћу емулсина многобројни гликозиди (Boirquelot). Док у воденој средини тај ферменат раставља те разне гликозиде, у алкохолној средини он их гради.

Та моћ синтетисања која припада ферментима врло је важна са физиолошкога гледишта, јер је могућно да ферменти узимају удела и у синтезама које се збивају у животињском и биљном организму.

Појаве што их ферменти проузрокују немају са хемијскога гледишта ничега особенога. Већина ферменатских реакција могу се добити и чисто хемијским путем; али неке ферменске реакције до данас су добивене само помоћу фермената: на пр., само се помоћу фермената шећер може раставити у алкохоли и угљендиоксид.

Подела
фермената.

Све хемијске реакције ферментима проузроковане могу се свести на ове три врсте: хидролизе, оксидације и цепања. Према томе коју од ових појава проузрокују, ферменти се убрајају у ове три групе: у хидролазе, оксидазе и кластазе. Али пошто неке од наведених хемијских појава имају за последицу промену физичког стања онога тела на које ферменти утичу, а та се промена састоји у згрушању (сирењу, коагулсању), то се ти ферменти, који у ствари припадају групама горе наведеним, увршћују у засебну групу, под именом коагулазе.

Хидролазе су најраспрострањенији ферменти и највише су изучавани. У појавама варења, на њих се готово једино и наилази. Упознаћемо се најпре са најглавнијим ферментима који хидролишу три групе органских састојака хране, т. ј. са хидролазама угљених хидрата, масти и беланчевина.

Хидролазе.

Ферменти угљених хидрата.

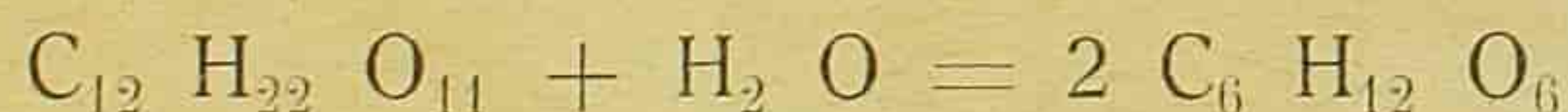
Амилаза.

Амилаза је ферменат који хидролизује скроб (*amylum*) до ступња малтозе. Та хидролиза не врши се од једном до тог крајњег ступња, већ прелазећи преко посредних производа, декстрина.

Амилаза је један од најраспрострањенијих фермената у оба жива царства. У биљака је онолико распрострањен као и

сам скроб. До сада је нађена у свих животиња у којих је тражена. У човека и виших животиња амилаза има више порекла. Она се налази у овим соковима за варење: панкреасни сок, цревни сок, пљувачка. Има је затим у крви, јетри, мокраћи и измецима. Ко-ферменат амилазе (бар панкреасне амилазе) јесу извесне соли, нарочито натриумхлорид. Ако се панкреасни сок ослободи соли диализом, његова амилаза постаје неактивна, али ако се таквоме диализованом соку дода мала количина натриумхлорида, он стиче поново моћ да хидролизује скроб. Амилаза не хидролізује само биљни скроб већ и гликоген, животињски скроб, према томе разумљиво је њено присуство у јетри поред резерва гликогена, као и у зрну које клија, поред резерва скроба. У оба случаја угљенохидратска резерва постаје покретљива и употребљива утицајем истога фермента.

Малтаза је ферменат који хидролизује малтозу и претвара је у гликозу по општој формули хидролизе дисахарида: Малтаза.



Налази се обично поред амилазе. Има је у крви, пљувачки, панкреасноме соку итд.

Лактаза. Лактаза је ферменат који хидролизује млечни шећер — лактозу. Овај шећер даје гликозу и галактозу по формули истоветној горњој. Лактоза је животињски ферменат. Налази се у танкоме цреву сисара, нарочито младих одојчади. Лактаза.

У птица не постоји. Нађена је у неких нижих организама, нарочито у пужева где њена улога није јасна, јер је сумњиво да се млечни шећер налази другде до у млеку.

Инвертин је ферменат који хидролизује, т. ј. инвертује, сахарозу, претварајући је у гликозу и фруктозу. Инвертин је врло распрострањен и у биља и у животиња. У виших животиња инвертин се налази у цревном соку; ни пљувачка, ни панкреасни сок, ни јетра не садрже инвертина. Као год и амилаза и малтаза, инвертин је неактиван у одсуству соли. Инвертин.

Инулаза, ферменат инулина, није нађен у виших животиња већ само у биљака и неких нижих животиња. Међутим и човек и домаће животиње варе инулин, т. ј. хидролизују га. Доказано је да ту хидролизу врши хлороводонична киселина желудачнога сока, јер се инулин необично лако хидролизује разблаженим киселинама. Инулаза.

Мананаза, галактаназа, ксиланаза. Ти ферменти, који се још називају заједничким именом цитазе, хидролизују конденсоване угљене хидрате: манане, галактане и ксилане. Не Цитазе.

налазе се у човека и виших животиња. Нађени су у биљака, обично поред самог угљеног хидрата, и у нижих животиња. Пужеви, разни инсекти и њихове ларве које живе у дрвету, садрже такве ферменте који су подобни варити дрвенаста биљна ткива.

Ферменти масти.

Као год што се помоћу прегрејане водене паре могу масти хидролизовати, т. ј. раставити у глицерин и масне киселине, тако се исто могу хидролизовати и помоћу фермената. Ферменат који хидролизује триглицериде зове се липаза. Липаза је врло распрострањена у животиња, а у биљака има сличних фермената. Липаза се налази у панкреасноме соку и у цревноме соку.

Липаза.

Монобутириназа.

Монобутириназа. У крви је нађен један ферменат који не утиче на неутралне масти већ само на монобутирин (једињење глицерина са једним молекулом бутерске киселине) и на неке естере нижих масних киселина (етилформиат).

Ферменти беланчевина.

Под узастопним утицајем разних фермената, беланчевине се постепено упроштавају, њихов молекул постаје све мањи, док се не сведу на тела релативно простог састава као што су аминокиселине. То постепено ферментско распадање беланчевина допринело је познавању њихова састава.

Главни су ферменти беланчевина, или протеолитични ферменти: пепсин, трипсин и ерепсин.

Пепсин.

Пепсин. Ферменат који први приступа рушењу сложено беланчевинскога молекула, јесте пепсин. Пепсин се налази у желудачноме соку и желудачно се варење састоји готово искључиво у делању тога фермента. Тим делањем отпочиње варење беланчевина. Пепсин је активан само у киселој средини. У желудачноме соку налази се хлороводонична киселина; према томе, сона је киселина ко-ферменат пепсина. Али је за пепсин киселина и од другога значаја: под њеним утицајем пепсин постаје из једнога про-фермента — т. ј. из једнога тела које није ферменат али се може претворити у ферменат, — који се налази у жлездама желудачне слузокоже.

Под утицајем пепсина беланчевине се упроштавају до ступња пептона. Али као год што између скроба и гликозе постоје прелазни ступњеви, тако се исто између беланчевина и пептона под утицајем пепсина нижу посредни прелазни ступњеви.

Пепсин је присутан у свих виших животиња и то у желудачноме соку. У нижих животиња налазе се такође ферменти

слични пепсину или трипсину. У биљака такође постоје: у такозваних месождерих биљака, као што је *Drosera rotundifolia*, — екстракт лишћа може пептонизовати беланчевине.

Т р и п с и н. Трипсин је панкреасни протеолитични ферменат. Трипсин. Утиче на иста тела као и пепсин, али његово разоравање молекула иде даље. Док се пепсин зауставља на ступњу пептона, трипсин разорава и пептоне и друге производе пепсинова делања, производећи тела која не дају више опште беланчевинске реакције, па ни биуретску. Међу тим крајњим производима трипсинова утицаја налазимо: тирозин, триптофан, леуцин, хистидин и друге аминокиселине. Трипсин утиче и на парануклеопротеиде, на пр. на желатин, дајући желатино-пептоне и аминокиселине. Нуклеопротеиде разрешава у простетичну групу и протеине; ове ослобођене протеине хидролизује.

Пошто у појави варења беланчевине наилазе најпре на пепсин а затим на трипсин, може се рећи да се улога трипсина састоји у овоме: хидролизовати беланчевине које су промакле утицају пепсина и довршити хидролизу производа пепсинова утицаја.

Трипсин се не разликује само по производима свога делања од пепсина, већ и тиме што је за његово делање најподобнија слабо алкална реакција средине, док је пепсин, као што рекосмо, активан само у киселој средини.

Чист панкреасни сок, какав се добива на панкреасни одводни канал, без утицаја је на беланчевине, јер његову трипсину недостаје ко-ферменат. Тај ко-ферменат налази се у слузокожи танког црева, и стога кад панкреасни сок дође у додир са том слузокожом, његов трипсин постаје активан. Ко-ферменат трипсина зове се ентерокиназа и органске је природе (вероватно нуклеопротеиди). Тај органски ко-ферменат може бити замењен и неким минералним солима, нарочито растворљивим калциумовим солима.

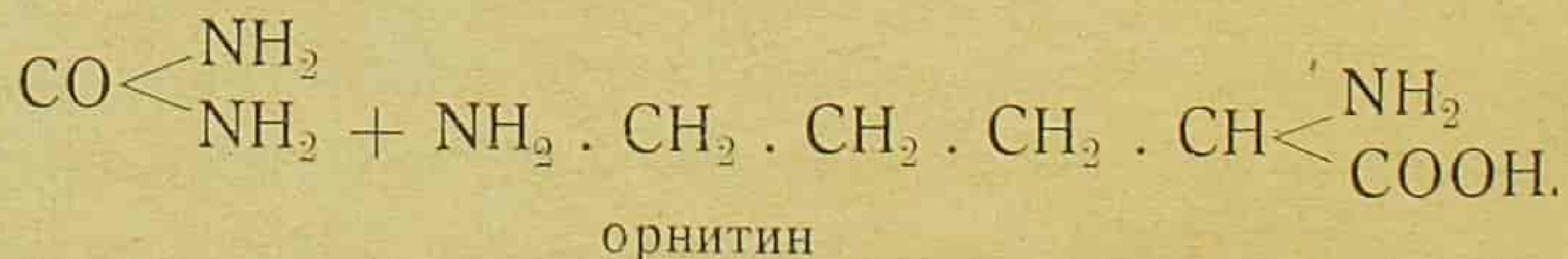
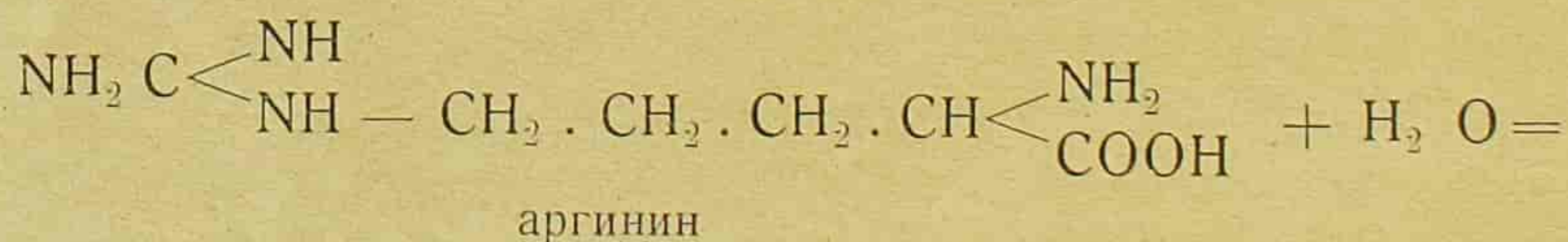
Трипсин се налази у свих виших животиња, и он је по дефиницији панкреасов протеолитични ферменат. У нижих животиња се протеолитични ферменти називају час пепсином, час трипсином, према томе у којој средини, киселој или алкалној, боље делују. Таква је подела произвољна, јер су производи делања пре свега карактеристика тих фермената, па тек реакција средине.

У биљака су нађени ферменти који се могу сматрати врстом трипсина у толико што се при њихову утицају на беланчевине налазе исти производи као и при утицају трипсина. Такви су ферменти нађени у разном семењу и у нижих биљака, бактерија и гљива.

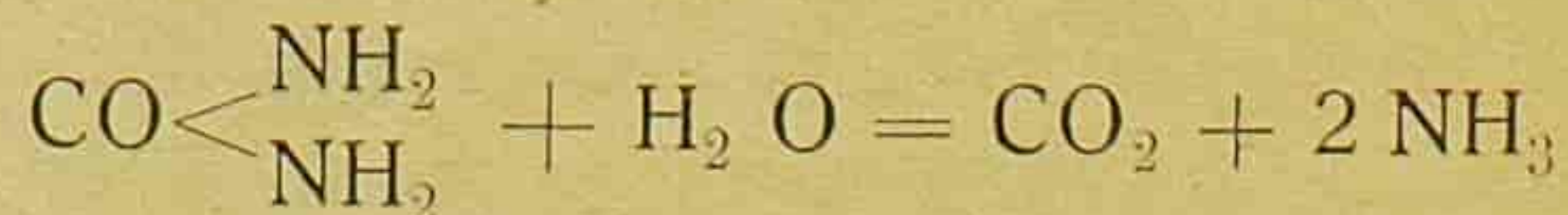
Напомињемо напоследку, да неке чињенице говоре у прилог томе, да би трипсин у ствари био мешавина двају фермената. Први би био сличан пепсину и претварао би беланчевине до ступња пептона, други би претварао пептоне у аминокиселине и био би сличан протеолитичноме ферменту танкога црева, ерепсину, којим ћемо се сада упознати.

Ерепсин. Ерепсин. У слузокожи танкога црева и у цревном соку налази се протеолитични ферменат ерепсин. Крајњи производи његова делања исти су као и производи трипсинова делања. Али ерепсин није активан према правим беланчевинама, већ само према онима које су већ у неколико упроштене претходним утицајем пепсина или трипсина, а то су албумозе и пептони. Ерепсин је активан према многим полипептидима а утиче и на казеин и протамине. Ерепсину слични ферменти налазе се распрострањени по организму, у крвној пласми и у соковима разних органа. У биљака је нађен у кваса и неких базидиомицета.

Аргиназа. Аргиназа. У разним органима и мишићима нађен је ферменат аргиназа који претвара аргинин (један од производа делања трипсина и ерепсина на беланчевине) у уреу и диаминокиселину орнитин:



Дакле, као што се види, помоћу фермената беланчевине могу бити врло дубоко деградоване, јер наилазимо на уреу међу производима њихова распадања. Па и уреа се под утицајем фермента уреаза распада у угљендиоксид и амониак.



Уреаза. Уреазом коју садржи, микроорганизам *Micrococcus ureae* производи превирање мокраће. Велика је важност тога фермента у кружењу азота у природи. Као што је познато, животиње избацују свој азот нарочито у виду урее. Претварајући уреу у амониак и CO_2 , уреаза је учинила употребљивим њен азот и угљеник за биљке, које ће из амониачних соли и CO_2 моћи саградити беланчевине.

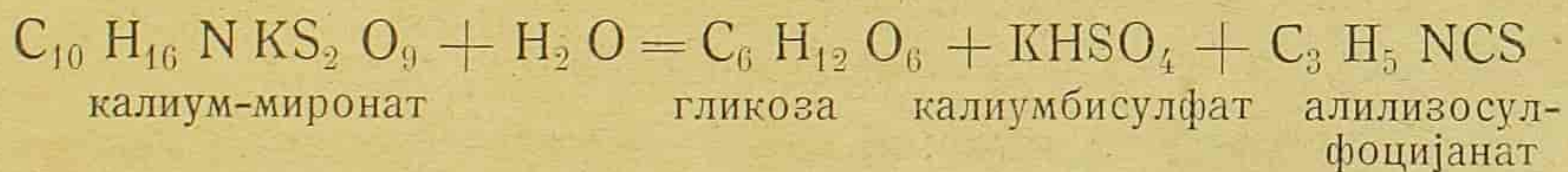
Ферменти гликозида.

Емулсин је ферменат који хидролизује разне гликозиде: амигдалин, салицин и др. Под његовим утицајем амигдалин даје гликозу, бензалдехид и цијанводоник: (Емулсин.)



Емулсин се налази у горкоме бадему и у семену многих розацеа. Нађен је у цревноме соку нижих животиња. Мирозин.

Мирозин је ферменат који утиче на сумпорни гликозид слачице, калиум-миронат, дајући при томе сенфову есенцију: алилизосулфоцијанат.



У животиња тај ферменат није нађен.

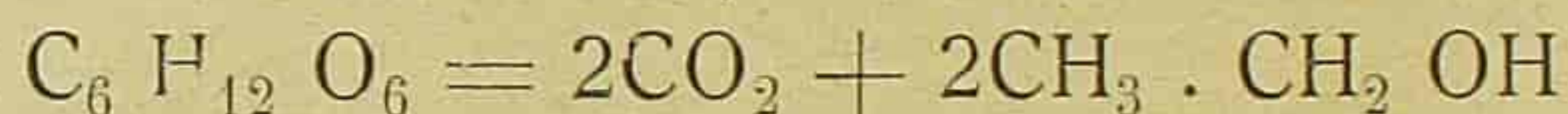
Оксидазе.

Ферменти чије се делање састоји у везивању кисеоника за тело на које утичу зову се оксидазе. Ти су ферменти врло распострањени у животиња и биљака, али им физиолошке улоге нису увек јасне. У разним животињским органима налазе се и оксидазе које утичу на пуринске базе, ксантин и хипоксантин те их претварају у урску киселину. Друге оксидазе утичу на феноле; такав је ферменат лаказа, чији је ко-ферменат једна манганова со. Тај је ферменат нађен у латексу дрвета *Rhus succedanea*; под његовим утицајем латекс изложен ваздуху поцрни. Најзад поменимо ферменат тирозиназа, који оксидише тирозин и друга тела са фенолским једром. Биљни сокови који на ваздуху потамне (сок репе, кромпира, печурака) махом садрже тирозиназу. Тирозиназа би била узрок што хемолимфа неких инсеката потамни на ваздуху. Тирозиназе играју свакако велику улогу у произвођењу животињских пигмената и меланина. Лаказа,

Кластазе. = *диаклазе*

Ферменти чија се акција састоји у растављању, цепању, молекула на које утичу зову се кластазе. Ту спада ферменат алкохолнога врења, зимаза. Када се пивски квас, који је претходно измешан са песком, изложи притиску од 400—500 атмосфера, тада се добива сок који садржи ферменат алкохолнога врења. Тај ферменат има опште особине свих фермената, таложи се Зимаза.

алкохол, разорава се топлотом. Додан раствору гликозе, производи CO_2 и етилалкохол:



Најзад поменимо међу кластазама ферменте назване каталазе, који растављају водоников пероксид у воду и кисеоник. Ти су ферменти распрострањени у биљака и у животиња. Налазе се нарочито у масноме ткиву.

Пероксидазе.

Пероксидазе су такође врло распрострањени ферменти у животиња и биљака, који имају особину да оксидишу разна тела на рачун водониковог пероксида, од којег одвајају активан кисеоник. Због тог растављања $\text{H}_2 \text{O}_2$ увршћују се у кластазе и ако по своје резултату долазе у оксидазе.

Коагулазе.

Фибрин-ферменат и лаб.

У ову се групу увршћују ферменти који производе коагулисање, — сирење, грушање — разних тела. Та промена физичкога стања последица је разноврсних хемијских реакција, по којима би коагулазе могле бити увршћене у једну од пређашњих група. Главне су коагулазе: фибрин-ферменат, који згрушава крв, и лаб-ферменат који сири млеко. Говорићемо о њима пошто будемо познавали те течности.

II. Промет кисеоника.

Отпочећемо са кисеоником праћење саставних делова хране у организму. Да видимо најпре како тај гасовити алименат продире у организам.

У једноћелијских бића кисеоник продире махом целом њиховом површином. Пошто ови организми, услед својих слабих димензија, имају према својој запремини релативно врло велику површину, то им ова зајемчава изобилно снабдевање кисеоником из средине у којој се налазе. Сила пак која је узрок продирању кисеоника у ћелију, јесте разлика између његова напона с једне и с друге стране ћелијске мембране или површине. У целентерата такође кисеоник продире површином тела непосредно у ћелије.

У многоћелијских створова са унутрашњом средином, свака се ћелија снабдева кисеоником као и самостална амеба, из своје течне унутрашње средине која је овде представљена крвљу и лимфом. И као год што се у непосредној средини амебе или хидре, у капи воде, језеру или океану, кисеоник обнавља додиром течне средине са атмосфером, тако се и унутрашња сре-

дина сложених организама мора обнављати у погледу кисеоника непрекидним разменама са атмосферским ваздухом или са ваздухом раствореним у води. У томе циљу гасовитих размена између крви и спољашње средине постоје разни физиолошки апарати за дисање.

У ствари физиолошка појава дисања не састоји се у томе размењивању гасова између унутрашње и спољашње средине, већ у процесу сагоревања који се збива у ћелији а који се испуљава нарочито трошењем кисеоника а производњом угљендиоксида. Стога је тачније називати апарате помоћу којих се врше размене гасова између крви и спољашње средине, апаратима за проветравање унутрашње средине.

Дисање и проветравање унутрашње средине.

Унутрашња течна средина организмова налази се у једноме затвореноме простору, а представљена је ограниченом количином течности. Пошто је пак кисеоник у свакоме тренутку потребан а организам га може само у ограниченим количинама примити на стоваришту, то је јасно да организам мора бити у могућности да ту своју течну средину непрекидно обнавља кисеоником, ослобођавајући је у исто доба произведенога угљендиоксида. У томе циљу крв при своме протицању долази у додир са мембранама или ткивима са чије се друге стране налази атмосфера или ваздух растворен у води и кроз које се могу вршити гасовите размене. Те гасовите размене између крви и спољашње средине, кроз мембрану за дисање, сачињавају појаву звану хемотоза.

Та преграда кроз коју се врше гасовите размене може да не сачињава никакав нарочити апарат као што су плућа и шкрге, већ може бити представљена кожом. Тај је случај у многих црва у којих се гасовите размене врше једино кроз нежну кожу одржавану у влажном стању. Али „кожно дисање“ постоји у разним размерама и у организама који имају и други начин дисања; незнатно у човека, у амфибија има важнога удела у целокупним гасовитим разменама, тако да жабе даждевњаци и тритони којима се изваде плућа могу и даље живети, јер у њих кожно дисање може задовољити потребе организмове.

Кожно дисање.

Инсекти, чије је тело покривено непробојним хитином, снабдевању своје ћелије кисеоником помоћу многобројних цевчица, трахеја, које се отварају на површини тела а увлаче у унутрашњост ткива, па, изгледа, завршавају танким огранцима у унутрашњости ћелија. У трахејскоме дисању може се рећи да

Трахејско дисање.

кисеоник тражи непосредно елементе који га потребују, док у другим начинима дисања кисеоник је довлачен на место где ће бити употребљен.

Дисање на
плућа и
шкрге.

Кичмењаци дишу на плућа и шкрге. Та два апарата могу се сматрати кожом прилагођеном на гасовите размене. У оба случаја налазимо да је мембрана кроз коју крв долази у додир ваздуха тако удешена, да њена површина буде што већа, што је наравно повољно за гасовите размене. Тако плућна мембрана сачињава мноштво сићушних кесица, алвеола, (0,2 mm. пречника) чија целокупна површина достиже у човека око 200 квадратних метара. Кроз ту релативно огромну површину која је много пута већа од површине људскога тела, схватљиво је да крв протичући кроз плућа у облику танких капиларних кончића може да размени знатне количине гасова. У шкргама, мембрана за дисање достиже такође знатне површине распоредом у облику бора, реса и др. Плућа су орган прилагођен нарочито животу у ваздуху, док су шкрге прилагођене животу у води, или бар у влази; јер унутрашњи положај плућа и течна средина у којој се налазе шкрге спречавају сушење мембране за дисање, а то је прва погодба њенога функционисања. Сушење шкрга и немогућност развијања њихове површине изван течне средине јесте узрок смрти риба изван воде.

У гасовитим разменама непокретних једноћелијских организама (бактерија на пр,) у течној средини претпостављеној потпуно мирном, дифузија сама игра улогу у обнављању кисеоника што га је организам одузео својој околини као и у одстрањивању избаченог угљендиоксида, ако организам не располаже неким средством за производњу кретања течности око себе. Обично се средина обнавља кретањем створа и кретањем средине. Не можемо се задржати овде на разним механизмима помоћу којих то разни нижи организми постижу (амебоидна кретања, цилија која трепере итд.). При дисању на шкрге, поред кретања саме животиње ова обично постиже на разне начине обнављање воде која је у додиру са шкргама: свакоме су познати они ритмички покрети уста и шкржних поклопаца у риба, који производе протицање воде.

Обнављање ваздуха који је у додиру мембране кроз коју се врше гасовите размене, нарочито је потребно у плућноме дисању, где се ваздух налази у дубини једне кесе са уским излазом и где сама дисфузија не би могла ни приближно да обнавља ваздух потребном брзином. Обнављање плућнога ваздуха врши се плућном вентилацијом: плућа се на основу своје еластичности, механизмом о коме ће бити речи кад будемо гово-

рили о функционисању тога органа, ритмички шире и скупљају и на тај начин при свакоме томе ритмичкоме мењању запремине обнове један део свога гасовитог садржаја, замењујући избачени ваздух новим атмосферским ваздухом своје средине.

У алвеолама, тј. онде где се врше гасовите размене са крвљу, узмимо да при удисању кисеоник има делимичан напон од 16,2% атмосфере, а угљендиоксид пак напон од 4,6% атмосфере. Међутим кисеоник алвеоларнога ваздуха прелази у крв плућних капилара, док из те крви, у супротном правцу, угљендиоксид прелази у алвеоларни ваздух; јер издисани ваздух, као што знамо, садржи мање кисеоника а више угљендиоксида од удисаног, док крв губи угљендиоксида а добива кисеоника при своме пролазу кроз плућа.

Та ће се појава моћи објаснити познатим физичким законима о дифузији гасова само ако је доказано да је напон кисеоника алвеоларнога ваздуха већи од напона тога гаса у крви плућне артерије (која води венску крв плућима), а да је, обрнуто, напон угљендиоксида већи у тој крви него у алвеоларноме ваздуху.

До скоро се држало да се хематоза врши једино на основу тих закона дифузије. У прилог томе схватању говори нарочито овај факат: запуши ли се експериментално бронхија једнога плућнога крила, тако да ваздух остане затворен у овоме, тада се после извеснога времена налази да у томе ваздуху угљендиоксид има исти напон као и угљендиоксид у венској крви која иде ка плућима; дакле, по законима дифузије гасова, успоставила се равнотежа између напона угљендиоксида који је у крви и онога који је у додиру крви.

Механизам хематозе.

Из следећег прегледа који се односи на пса, лако је схватити правац гасовитих размена, између плућа и крви и између крви и ткива, на основу разлике напона (изражен процентом атмосфере):

	атмосферски ваздух	алвеоларни ваздух	венска крв	артерска крв
Напон кисеоника	20,95	18,4	3	13
Напон угљендиоксида	0,04	2,4	5,4	2,6

Али та чисто физичка теорија хематозе порицана је у новије време тиме што је нађено, да напон кисеоника у алвеоларноме ваздуху није увек виши од напона тога гаса у артерској крви, већ да може бити и нижи; тако исто напон угљендиоксида у алвеолама није увек нижи од његова напона у крви,

већ може бити и виши. Ако су та опажања тачна, значило би да се гасовите размене могу вршити и у супротном правцу од онога изискиваног дифузијом; својом физиолошком активношћу плућни епителиум био би кадар да лучи угљендиоксид и против јачега напона у алвеолама, а да сабија кисеоник у крв. Сумњиво је да се то дешава при нормалној хематози; али је неоспорно да такав механизам, који дозвољава концентрисање гасова против закона дифузије, постоји у физиологији: у мехуру за пливање у риба нађено је до 80% кисеоника, док га у ваздуху у води има 33%; испразни ли се мехур, кисеоник је поново лучен. То гасовито лучење плућа и рибљег мехура под упливом је живчаног система као и течна жлездана лучења која се такође махом не слажу са законима дифузије и осмозе.

Физико-хемијске и виталне појаве.

Овде морамо учинити једну општу примедбу. Налази се обично у физиологији, при покушају да се каква појава сведе на познате физико-хемијске законе, да се ова у ствари понаша супротно тим законима. Тако се ни бубрежно ни млечно лучење, и уопште ни једно лучење жлезда, ни цревна апсорпција, па ето ни неке особине хематозе не могу за сада у својој целини објаснити непосредно законима физико-хемије: дифузијом, осмозом, филтровањем, капиларношћу итд. У тим случајевима вели се, да појава није чисто физико-хемијска, и тада се позива у помоћ животна, витална активност каквога епителиума, протопласме и др. Разуме се да то „објашњење“ помоћу непознатог није никакво објашњење већ признање нашега незнања; али, у садашњем стању биологије намеће се, у горњему смислу, разликовање физико-хемијских појава од виталних. Било би пак неоправдано мислити да у виталним појавама владају силе које су ван физике и хемије; такве појаве треба сматрати непознатом игром физичких и хемијских сила и истраживати их у томе смислу док супротно не буде доказано. Треба и ово имати на уму: када се једна појава збива у супротном смислу него што изискује један физички закон, не треба мислити да она тиме стоји изван физике, јер знамо да се у физици разним механизмима, на основу других закона може постићи та обрнутост разних појава. Да бића пак располажу необично сложеним физико-хемијским механизмима, који су узрок те нам често изгледа да физиолошке појаве пркосе законима физике, у то се не сме сумњати. Некада се мислило да ће синтеза органске материје остати повластица живих бића. Данас пак синтетишемо у лабораторији, шећер, на пример, из воде и угљендиоксида као што то чини хлорофилна биљка.

Једна од најважнијих особина крви, помоћу које ова испуњава своју улогу носиоца кисеоника, јесте моћ њенога хемоглобина да лабаво хемијски везује кисеоник. Без хемоглобина крвна течност би могла преносити само слабе количине растворенога кисеоника, које не би ни из далека могле задовољити потребе нашега организма. Видећемо даље да је крв кадра преносити такође и угљендиоксид у много већим размерама него ли што би то могла учинити једино на основу растворљивости тога гаса у крви. Тај физиолошки механизам омогућава избацавање произведенога угљендиоксида путем крви на плућа. Гасовити азот пак, који не игра никакву активну улогу, налази се у крви једино на основу своје растворљивости у тој течности под одговарајућим притиском у алвеолама.

Улога хемоглобина.

Сада долазимо на питање: шта бива са кисеоником што га је крв примила на плућа и који се у њој налази већим делом у облику оксихемоглобина, а мањим делом растворен у крвној пласми? При пролазу кроз капиларе, у разним ткивима и органима, крв претрпљује промене које се састоје нарочито у губитку једног дела свога кисеоника; оксихемоглобин је редукован у хемоглобин, и артерска крв, отворено црвене боје, постаје мрко црвена; у исто време крв прима од ткива у капиларима, угљендиоксид. Трошење кисеоника и производња угљендиоксида јесу чланови једнога процеса који је у основи хемизма готово свих живих створова. Својом хемијском хипотезом да је организам седиште сагоревања која су извор животињске топлоте и да дисање има за циљ да то сагоревање одржава, Lavoisier је дао чврсту основу на којој почива данас физиологија.

Докле год се није схватио прави значај појаве дисања, приписујући јој час улогу хлађења крви, час механичку улогу ширења плућа да би крв лакше протицала, јасно је да се није могло тачно схватити ни значај ни смисао промета енергије и материје у животном механизму. По Lavoisier-у, извесне органске материје организма једине се са кисеоником, т. ј. сагоревају истим процесом као и комад угља или свећа. Избачени угљендиоксид јесте производ тога сагоревања, и Lavoisier и Laplace покушали су да докажу огледом да та сагоревања која су узрок топлоти коју животиња производи јесу и квантитативно истога реда као и сагоревања ван организма. Што се тиче места где се то сагоревање врши, Lavoisier је мислио, не тврдећи нарочито, да се оно врши у плућним капиларима где кисеоник ступа у крв. Данас знамо да то није тачно и да кисеоник није утрошен ни на коме месту у организму у самој крви, већ тек пошто ју је напустио и продро у ћелије. Према томе јасно је

Lavoisier-ова теорија о сагоревању у организму.

да и крв, која је у ствари једно ткиво, троши извесну количину кисеоника коју потребују њени ћелијски елементи: црвена и бела зрнца и крвне плочице; али према количини преношенога кисеоника, утрошена је количина незнатна, као што је мала количина угља што изгори локомотива према терету угља што може превући. Сагоревања која кисеоник одржава у организму врше се дакле у крилу самога живота, у унутрашњости ћелија.

На основу којих се чињеница може то тврдити?

Докази да се сагоревања не збивају у крви.

Пре свега крв нема моћ да оксидује разна тела: у додиру крви разна тела која у организму иначе брзо сагоревају, соли млечне и сирћетне киселине на пример, остају непромењена. Пролази ли пак крв на вештачки начин кроз какав свеж орган, јетра, мишићи и др., који је тек издвојен из живог организма, тада се посматрају оксидовања на разним телима која се налазе у тој крви. Затим, успело се да се у жабе замени сва крв сланим раствором од 0,75% NaCl и констатовало се је да у атмосфери чистог кисеоника та животиња троши кисеоника а производи угљендиоксида у истим количинама као и нормална жаба; међутим та оксидовања нису се збивала у крви, пошто је животиња није имала. Најзад у једноћелијских организама оксидовања се очевидно врше у унутрашњости ћелије.

Процес оксидовања у ткивима може се на следећи начин оком пратити. Убризга ли се у крв једној животињи раствор метиленског плаветнила, тада се ово обојено тело распе по свим ткивима, али у убијене животиње ткива немају ни трага обојености метиленским плаветнилом, а то стога што је то обојено тело редуковано у ткивима која му одузимају кисеоник, а редуковано метиленско плаветнило безбојно је; остану ли ткива неко време на ваздуху, тада у изобиљу кисеоника појављује се плава боја.

Из горњих и других чињеница не може се данас више сумњати у то да се процеси оксидовања у живих бића врше у унутрашњости ћелија у крилу живе материје. Крв је носилац али није чинилац оксидовања. Појаве оксидовања налазе се гдегод је живота, животињскога или биљнога, независно од тога да ли организам има крви и унутрашњу средину уопште.

Размена гасова између крви и ткива.

Кисеоник продире дакле кроз капиларе у ткива. Тај се прелаз без сумње врши на основу разлике напона тога гаса у крви и у ћелијама. Ћелија троши непрекидно кисеоник, и напон тога гаса у њој тежи ка нули. Артерска крв, међутим, садржи велике количине тога гаса под нешто слабијим напоном него у атмосфери. Дође ли та крв у додир ткива, у којима напон кисеони-

ка, као што рекосмо, тежи ка нули, тада ће на основу физичких закона, кисеоник да прелази кроз танке зидове капилара и ћелијске мембране тежећи ка равнотежи између ткива и крви. Та се равнотежа наравски неће постићи, јер прво, ткива троше примљени кисеоник, а друго, крв само пролази у капиларима, не задржавајући се у њима док не изгуби сав свој кисеоник. У обрнутоме правцу, и на основу истих закона, ткива уступају крви у капиларима свој угљендиоксид, о чему ће даље бити говора. Према томе, артерска крв садржи више кисеоника а мање угљендиоксида од венске, али нити прва губи сав свој кисеоник у капиларима органа, нити друга сав свој угљендиоксид у плућима. Азот остаје готово у истој количини. Следећи преглед даје средње вредности нађене за састав крвних гасова; венска крв је узета у десној половини срца и према томе представља мешавину венских крви из свих делова тела.

Артерска
и венска
крв.

Бројеви изражавају у кубним центиметрима колико је гасова нађено у 100 кубних центиметара крви.

	артерија	десно срце
кисеоник	22,4	14,5
угљендиоксид	44,2	50,1
азот	1,20	1,26

Између гасова артерске и венске крви, као год између крвнога и алвеоларнога ваздуха, постоје дакле само квантитативне разлике састава и ове одређују, као што видесмо, правац разним гасовитим разменама у организму. У целој појави гасовитих размена имамо циљање ка равнотежи која се не постиже, што одржава трајно ту појаву.

Из горњих бројева се види како су крвни гасови мешавина сасвим другог квантитативнога састава од ваздуха атмосферскога или растворена у води. Док у атмосфери $\frac{4}{5}$ припадају азоту, у крвним гасовима овај има врло скроман удео. Затим пада у очи да крв садржи много више угљендиоксида него кисеоника, артерска два пута више а венска готово четири пута. Али та су два гаса хемијски везана у крви, а, као што већ приметисмо, за све гасовите размене важан је напон а не количина гаса; видели смо пак (стр. 97) да је напон кисеоника у артерској крви много већи од напона угљендиоксида.

Шта бива са кисеоником који је продро у ћелију? Он ступа у реакцију са органском материјом, и ти многобројни и разноврсни процеси сагоревања или оксидовања, који се збивају у крилу саме живе материје, јесу извор енергији која одржава цео животни механизам. Као што нам казују тела која напуштају организам, то је сагоревање органске материје увек дубоко а

Органско
сагорева-
ње.



често и потпуно. Док беланчевине не сагоревају потпуно, дајући поред воде и угљендиоксида тела, као што је уреа, која нису потпуно оксидована, дотле шећери и масти сагоревају у организму до крајњих граница, претварајући се искључиво у воду и CO_2 .

Не знамо шта је узрок да тела, као што су беланчевине, масти и угљени хидрати, која на обичној температури не претрпљују изложена ваздуху никакво дубље оксидовање, сагоревају лако и брзо у организму, што се ван њега може постићи једино кад су изложена кисеонику на несразмерно вишим температурама. Комад шећера изложен на ваздуху, на температури нашега тела, неће дати трага никаквога сагоревања; исто тело унето у организам сагореће брзо и потпуно. Према данашњем стању нашега знања, не можемо објаснити ту необичну моћ оксидовања у живој материји.

Ферменти
и сагоре-
вање.

Као што смо видели, познати су ферменти (оксидазе, пероксидазе) који производе оксидовања, али су ова увек површна и њихово дејство ни из далека не подсећа на сагоревања којима је жива материја седиште. Међутим било би погрешно мислити да ти ферменти не играју никакву улогу у организму; довољно је подсетити да је претварање пуринских база у урску киселину дело фермената који производе оксидовања.

Пошто је кисеоник ступио у реакцију са материјом коју сагорева, његова се даља судбина поклапа са судбином те материје, односно њених делова у које се распада. Стога ћемо овде престати да пратимо тај саставни део хране.

III. Промет воде.

Животни се механизам одликује једним непрекидним протичањем воде. Сва жива бића испуштају неизбежно воду у своју спољашњу средину. То је погодба одржавања њихова живота. Пошто је извесан степен водљивости организма такође погодба да би се живот могао обављати, то је јасно, да неизбежно издавање воде повлачи као другу погодбу живота: примање воде из спољашње средине. Другим речима: вода непрекидно протиче живим организмом. За воду и, као што ћемо даље видети, за минералне соли, може се у правој смислу говорити о протичању: јер док органска храна, при своме пролазу кроз организам претрпљује најдубље хемијске промене, дотле вода (а и већина минералних соли) пролази највећим делом кроз животни механизам не претрпевши никакве промене.

Готово сваколика вода која ступа у организам напушта га у истоме виду. Али обрнуто није више истинито, тј. сва вода

коју организам избацује није у њ ступила као вода. Јер, као што смо већ поменули, сви главни органски саставни делови хране, угљени хидрати, масти и беланчевине, сагоревајући у организму дају, поред других производа, редовно и воду. Према томе, вода коју организам избацује има два порекла: један део није друго до она вода која је у томе облику и ступила у организам, као састојак хране и пића; та вода у правоме смислу протиче кроз организам. Други пак део избачене воде постаје у самоме организму као производ сагоревања органских састојака хране и ткива: за ту воду могло би се рећи да извире у организму. Разуме се, да се та два дела избачене воде не могу стварно одвојити једно од другог, јер су помешана у организму. Али, рачунским путем, може се одредити део који припада једноме или другоме пореклу.

Двојако порекло избачене воде.

Вода, било да је спољашњег или унутрашњег порекла, може и ишчезнути привремено или коначно у организму, узимајући удела у разним хемијским реакцијама. Као пример привременог нестајања, узмемо реакције хидролизе, које су тако многобројне у организму, а нарочито у апарату за варење: сваки молекул сахарозе, на пример, хидролишући се у цреву упија молекул воде; али та вода нестаје само привремено, јер ће се доцније угљени хидрати који су постали хидролизом сахарозе претворити у организму у воду и угљендиоксид.

Ишчезавање воде у организму.

Према овоме што смо изложили излази да је вода у организму по својем пореклу неоргански састојак хране и производ сагоревања органске материје хране и ткива. Вода је дакле и храна и излучивање. Разуме се да се, у погледу одигравања својих физиолошких улога, вода не разликује према томе својем двогубоме пореклу, јер, као што рекосмо, вода једнога порекла помешана је са водом другог порекла, у организму као и у његовим лучењима.

Физиолошке улоге воде дате су нам неким особинама тога тела, које смо раније поменули (стр. 11). Вода је, пре свега, гравитивно живе материје. Затим, као растварач многобројних тела, она омогућава хемијске реакције које се збивају у организму; она је у томе смислу потребна у организму као и у хемијској лабораторији. Као растварач кристалиода, она игра улогу у осмотским појавама и у производњи осмотске енергије а служи као средина колоидним телима и њиховим реакцијама. Најзад, као преносно средство, вода разноси по организму потребни материјал, као год што односи непотребни, и на тај начин одржава везу између разних делова, или, боље рећи, између свих тачака

Физиолошке улоге воде.

организма. Ова је веза врло важна по одржавање сарадње удаљених делова организма. Без тога хуморалнога пута и живчаног пута, о коме ће бити реч у своје доба, не би се могао замислити склад који постоји и који се одржава између удаљених органа и онда када се мења циљ коме је намењена њихова сарадња.

У свима тим улогама није говора о размени воде између организма и његове средине, јер би се могло замислити, да једна иста маса воде неограничено испуњава те улоге. Том разменом пак вода омогућава размену материје уопште између организма и средине. Вода која ступа у организам може се сматрати преносним средством минералних састојака које садржи у себи, али је она нарочито преносно средство производа варења, који су апсорбовани у цреву само ако су растворени или емулсовани у води. Исто је тако важна и вода коју организам избацује: она односи собом разна тела којих се организам мора ослободити, да би могао даље функционисати. Те улоге чине протицање воде кроз организам животном погодбом свакога живог створа. Најпоследње, као што већ помену смо (стр. 11), организам животиња са сталном температуром (хемеотерми) искоришћује латентну топлоту испаравања воде да би се ослободио сувишне топлоте и тиме одржао своју сталну температуру. У ствари то се одношење калорија из организма испаравањем воде врши у свакоме тренутку, па и онда када се организам бори против хладноће, јер се не може спречити испаравање воде у плућима и на површини коже (*perspiratio insensibilis*).

IV. Промет минералних соли.

Минералне су соли, као и вода, градиво живе материје. Од како је Liebig привукао пажњу на важност минералних састојака живих бића, та је важност постајала, упоредо са изучавањем тога предмета, све већа и очевиднија. Тако да данас, далеко од тога да сматрамо минералне соли „нечистотом“ која прати органску материју, знамо да су та тела неопходно потребна обављању живота као и саме беланчевине.

У живих бића имамо упоредо са прометом органске материје и промет неорганске материје, воде и минералних соли. Пошто сваки орган, свако ткиво, свака ћелија садржи минералних соли, то је јасно да су оне редовни састојак сваке хране. Храном унете минералне соли могу просто протицати кроз организам, са или без промена, или се задржавају у њему дуже или краће време

као градиво. Неке су соли, на пример, трајно задржане као градиво костију.

Минералне соли могу у своме промету у организму претрпети разне промене. На пример, знамо да хлороводонична киселина желудачнога сока постаје из натриумхлорида. Та је киселина затим неутрализована у цреву алкалним карбонатима панкреаснога сока.

По Bunge-у, у организму би се вршила ова реакција између натриумхлорида и калиумових соли: када калиумова со дође у додир са NaCl, те две соли измењају међусобно своје киселине; ако је калиумова со била фосфат тада се добива натриумфосфат и калиумхлорид. Том реакциом Bunge објашњава главну организмову потребу натриумхлорида. Јер калиумхлорид и натриумова со (у овоме случају фосфат) избачени су из организма да не би променили стални састав крви. Али тиме је одузета организму извесна количина натриумхлорида коју он тежи да надокнади. Отуда потреба коју осећају човек и животиње да храна буде посољена. Нарочито је у травоједа развијен нагон за сољу, јер њихова храна садржи много калиумових соли. Међутим, постоје чињенице које доводе у сумњу оправданост ове теорије.

Bunge-ова
теорија о
потреби
NaCl.

Минералне се соли налазе, као што рекосмо, у свакој органској храни и води. Једну пак со, натриумхлорид, човек додаје својој храни да би задовољио своје чуло укуса. Нема сумње да се организам може задовољити знатно мањим количинама натриумхлорида од оних што их човек обично узима. Натриумхлорид који се налази у органској храни и води довољан је за потребе организмове, тако да сољење хране одговара пре задовољењу укуса него стварној физиолошкој потреби. Извесну пак количину натриумхлорида, као и других минералних соли, организам мора примати да би одржао своје непоремећено функционисање.

При мешовитој храни, човек узима дневно око 10—15 грама натриумхлорида; али се не посматрају никакви поремећаји када та количина спадне на 5 грама, па чак и на 1—2 грама. Ако се укине свако примање те соли, ослободивши храну тога састојка, тада се посматра да организам лучи све мање и мање количине натриумхлорида и да упорно чува извесну сланост своје крви.

И кречне су соли потребан састојак хране. Одрастао човек потребује дневно око 1—1,5 gr. CaO. Разуме се да неодрасли организам задржава знатне количине кречних соли за грађење својих костију. То исто важи и за фосфорну киселину, коју ор-

ганизам добива из хране у виду фосфата. Подсетићемо овде, да организам прима фосфор и у органскоме облику као састојак нуклеопротеида, фосфопротеида, лецитина и фосфатида. У храни је калциум обично праћен магнезиумом. Док се креч налази нарочито у костуру, магнезиума има у мишићима који готово и не садрже калциумових соли.

Двојак
порекло
лучених
минерал-
них соли.

За промет неорганских соли, као и за промет воде, важи да све излучиване соли нису као соли ступиле у организам. Један део избачених минералних састојака происходи од неорганске хране, прошавши, са или без промена, кроз организам. Други део пак води своје порекло из органских састојака хране. Распадајући се у организму, беланчевине, лецитини, и др. ослобођавају свој сумпор и фосфор, који напуштају организам у неорганском облику т. ј. у виду сулфата и фосфата.

Соногла-
довање
и потпуно
гладовање.

Живот не може дуго трајати ако је храна ослобођена својих минералних састојака. При таквоме „сономе гладовању“ посматрају се разни дубоки поремећаји који претходе смрти. Голуби храњени таквом храном умиру чак раније од оних који потпуно гладују. Соно гладовање било би дакле кобније од потпунога гладовања. То се објашњава на овај начин. Кад организам не прима више алкалних карбоната, тада сумпорна киселина, која постаје у организму сагоревањем беланчевина, није неутралисана, тако да смрт наступа због нагомилавања сумпорне киселине у организму. При потпуноме гладовању разорава се мање беланчевина него при сономе гладовању; отуда смрт у првоме случају раније наступа него у другоме. То је објашњење међутим поколебано неким огледима који говоре у прилог томе, да у сономе гладовању смрт не наступа само са недостатка минералних соли већ и због недостатка витамина (стр. 143.), разорених при ослобођавању хране минералних састојака.

Промет
гвожђа и
других
елемената.

Знамо како важну улогу испуњава гвожђе у човека и животиња чија крв садржи хемоглобина, иако се тај метал налази у организму у slabим размерама. У организму тих животиња имамо и промет гвожђа. Тај метал ступа у организам у виду неорганских и органских једињења. Дневна је потреба човечјега организма 0,06 грама гвожђа. Излучивање гвожђа врши се поглавито цревом, било да оно доспева у црево жучју, било да га луче цревни зидови, било да представља остатак неапсорбованог гвожђа хране.

Поменули смо раније (стр. 7), да се у животињском организму налазе у врло малим количинама, јод, арсен, флуор и други елементи. Нема сумње да постоји промет и тих елемената. У по-

следње доба утврђено је, да се мале количине цинка налазе редовно у људском организму, најмање у слезини, највише у мозгу. Тај се метал налази редовно и у мокраћи (око 0,00017 грама на литар). Према томе постоји размена и цинка између организма и његове средине као и многих других елемената.

V. Промет угљених хидрата.

Дуж апарата за варење, разни угљени хидрати претрпљују хемијске промене које се састоје у њиховој хидролизи и које сачињавају појаву варења угљених хидрата. Моносахариди пак, као што су гликоза, фруктоза, галактоза, не подлежу у апарату за варење никаквој претходној хемијској промени. Ти су шећери апсорбовани у цреву и прелазе као такви у крв. Сложени угљени хидрати пак, дисахариди и полисахариди, да би могли бити употребљени у организму, морају се разрешити у просте шећере, т. ј. у моносахариде. Ту хидролизу угљених хидрата врше разни ферменти, који се налазе у соковима што их луче разне жлезде дуж апарата за варење.

Варење
угљених
хидрата.

Варење угљених хидрата отпочиње већ у устима. Пљувачка садржи једну амилазу („птиалин“), те према томе хидролиза скроба отпочиње док се храна налази у устима: свакоме је познато да залогај хлеба постаје слађи боравећи у устима. Међутим улога пљувачке у варењу угљених хидрата није знатна; прво стога што се храна не бави дуго у устима, друго стога што киселина желудачнога сока спречава њено даље дејство кад је залогај доспео у желудац.

У желуцу угљени хидрати не претрпљују ферментске промене. Киселина желудачнога сока, на температури топлокрвних животиња, може хидролисати инулин, јер се тај угљени хидрат необично лако хидролише. Једино на основу тога инулин има хранљиве вредности за више животиње, које немају фермента тога тела.

Главно је место варења угљених хидрата танко црево. Ферменти панкреаснога сока, који се излива у дванаестопалачно црево (duodenum), претварају скроб и малтозу у гликозу. Тај сок садржи дакле ферменте амилазу и малтазу. Цревни сок што га луче многобројне жлездице смештене у зидовима цревним, садржи такође ферменте угљених хидрата; ти су ферменти: инвертин, који претвара сахарозу у гликозу и фруктозу, и лактаза, ферменат који хидролише млечни шећер, лактозу, дајући моносахариде, гликозу и галактозу.

Угљених хидрата
инвертин
и лактаза

Према томе, ти разни угљени хидрати: скроб, малтоза, сахароза и млечни шећер, претварају се у цреву у моносахариде. И гликоген се претвара као и скроб у гликозу, дејством истих фермената. У томе се састоји варење угљених хидрата. Моносахариди који се нађу у цреву, било да су као такви били у храни, било да су производ варења сложених угљених хидрата, прелазе кроз цревне зидове и доспевају у крвоток. Моносахариде, хексозе бар, организам може непосредно да употреби, т. ј. они могу бити асимиловани. Док су сложени шећери, као што су сахароза и млечни шећер, избачени из организма путем бубрега, када су убризгани у крвоток, дотле хексозе нестају у организму када су убризгане у крвоток у умереним количинама и постепено

Апсорбо-
вање угље-
них хидра-
та.

У цреву апсорбоване хексозе доспевају вену портном у јетру. У томе органу шећери могу претрпети једну важну промену. У јетри се шећери који долазе из црева претварају у гликоген. Моносахариди се дакле конденсују у јетри у један полисахарид, гликоген, као што се у биљним котиледонима шећер претвара у скроб. Ту ћемо гликогенску функцију јетре изучити када будемо говорили о функцијама тога органа, јер наш је циљ за сада само тај, да пратимо угљене хидрате при њихову пролазу кроз организам. Гликоген који је саграђен у јетри задржан је у томе органу; он је угљено-хидратска резерва организма а јетра је његово главно слагалиште. Како се врши у јетри конденсовање шећера у гликоген, није нам познато.

Улога јетре
у промету
угљених
хидрата.

У јетри се збива и обрнути процес: гликоген се претвара у гликозу, према потребама организма, пак та гликоза напушта јетру на надхепатичну вену и распростире се по крвотоку. Разумљиво је, према томе, да јетра игра улогу регулатора количине шећера који се налази у крви. За време варења угљених хидрата, кад велике количине шећера прелазе из црева у крв, јетра задржава вишак потребнога шећера и претвара га у гликоген. Према потребама организма, јетра претвара тај гликоген у гликозу, коју пушта у крвоток.

Глицемија.

Важност гликогенске функције јетре указује се у пуној својој важности кад се зна да је гликоза нормалан крвни састојак и да организам, и поред различног састава хране, па и при гладовању, одржава сталан проценат шећера у крви. У томе одржавању сталне количине шећера у крви, т. ј. глицемије, јетра игра најважнију улогу.

По томе што је гликоза редован састојак крви и да је и онда налазимо у сталном односу кад животиња не добива никакве угљене хидрате у својој храни, може се већ помислити да

шећеру припадају важне физиолошке улоге. Одабрани шећер који врши те улоге јесте гликоза. Видели смо да су у цреву апсорбоване поред гликозе и друге хексозе, фруктоза и галактоза. Међутим, из тих разних моносахарида постаје један исти гликоген, који хидролизом даје само гликозу, тако да се може претпоставити, да у нормалној исхрани само гликоза долази у обзир међу шећерима који могу бити храна ћелија организмних. Шећер, који је, као што рекосмо, редовни састојак крви, јесте гликоза. Људска крв садржи 1—1,5 грама шећера на литар.

Гликогенска функција не припада само јетри, јер се гликоген налази у свима органима, а нарочито у мишићима. Кад се има на уму да мишићи за производњу рада троше нарочито — а можда и искључиво — шећер, онда је јасна важност њихове гликогенске функције, јер њоме имају у себи на стоваришту своје гориво у облику гликогенске резерве коју могу мобилисати кад се потреба укаже.

Гликогенска функција.

О даљој судбини шећера у организму знамо поуздано само то, да сагорева потпуно, дајући воду и угљендиоксид. Нема сумње, да се шећер не претвара одједном у те крајње чланове. Између њих и шећера морају постојати разни посредни производи. Али се о њима не зна готово ништа поуздано. Једино се зна да се млечна киселина налази међу њима. Напоменимо да у крви постоји ферменат који разорава крвну гликозу; та се појава, названа гликолиза, посматра кад се крв бави у једном суду изван организма: крвни шећер тада брзо нестаје. Да ли тај гликолитични ферменат игра какву улогу у промету шећера у организму, није познато.

Гликолиза.

Претварање угљених хидрата у масти.

Шећер, уместо да сагори као такав у организму, може поћи и другим путем: може се претворити у масти.

Свако зна, да се човек особито гоји храном која, као хлеб и теста, садржи у изобиљу угљених хидрата. Данас је ван сваке сумње утврђено да угљени хидрати могу бити извор масти у организму. То се може на овај начин доказати. Узму се две што сличније животиње, две гуске, на пример, које су се у исто доба излегле и које су на исти начин храњене. После неколико дана гладовања, једна је заклана да би се одредило колико масти садржи. Другој се почне давати храна која садржи много угљених хидрата. Претходном хемијском анализом одреди се састав те хране; тако исто одреди се колико је у току огледа избачено масти у измецима и колико је избачено азота у мокраћи и измецима. Претпоставимо сада да је сва маст коју је животиња апсорбовала у току огледа (т. ј. маст хране мање маст изметака) остала у организму у облику масти, и да су, затим, све белан-

шећер у
масти

чевине што су за то доба разорене у организму (мокраћни је азот њихово мерило) употребљене на грађење масти. Према томе зна се колико би у крајњем случају могло да се сагради масти у организму на рачун масти и беланчевина. Међутим, кад је животиња заклана, може се наћи да је она неколико пута више масти саградила него ли што је на горњи начин прорачунато. То значи, да је један део бар нађене масти морао постати из угљених хидрата хране.

И на други се начин може утврдити претварање у организму угљених хидрата у масти. Одреди се колико једна животиња, за време огледа са храном која садржи мало беланчевина а много масти, прима у тој храни угљеника и азота. Тако се исто одреди количина истуранога угљеника и азота у измечима и мокраћи. Констатује се, да је организам задржао и азота и угљеника, али угљеника у много јачој количини према азоту него ли што је размера у којој се та два елемента налазе у беланчевинама. Значи дакле да је извесна количина угљеника хране задржана у организму у облику безазотних тела, т. ј. у облику угљених хидрата или масти. У неким огледима пак задржано је толико угљеника да је немогућно претпоставити да се он налази само као градиво угљених хидрата, јер их организам не може толико садржавати. Затим количина задржаног угљеника премаша много количину коју су садржавале апсорбоване масти и беланчевине разорене у организму. Дакле тај задржани угљеник делимице је морао припадати угљеним хидратима хране, а, као што видимо, није могао бити задржан ни у облику беланчевина, ни у облику угљених хидрата: другим речима, у овоме случају угљени хидрати претворили су се у организму у масти.

VI. Промет масти.

Масти не претрпљују знатније промене пре него што дођу у црево. Желудачни сок не садржи фермента масних тела, липазу, а ако се дешава почетак варења масти и у желуцу, то је стога што сокови могу у извесним приликама да продру из црева у желудац и да у њему утичу на масти. Варење масти врши се поглавито у танкоме цреву. У чему се оно састоји?

Масти у хилиферима.

Један стари оглед, што га је учинио лекар Aselli у XVII веку, могао би нас упутити на мисао, да масти у опште не претрпљују никакве хемијске промене у апарату за варење. Жртвује ли се пас који је неколико часова раније добио масну храну, тада се посматра како су хилифери (лимфатични судови) црева и цревне марамице испуњени млечном течности. Та је течност

пак састављена из емулсованих масти. Према томе, видимо да се масти налазе с оне стране цревне преграде и да ће у томе облику dospети лимфатичним путем у крвоток. Међутим нема сумње да се један део бар масти сапонификују у цреву. Дејством липазе панкреаснога сока, масти се распадају у глицерин и масне киселине; ове киселине пак, јединећи се са алкалијама цревнога садржаја (панкреасни сок, на пр., доноси у црево натриумкарбонат) дају сапуне. На тај се начин масти претварају у растворљиве производе; чак се и калциумов сапун раствара у цреву дејством жучи. Сапонификовање се несумњиво збива у цреву. Али, с оне стране црева, у хилиферима, не налазимо ни глицерина ни сапуна, већ масти. Ова се чињеница може објаснити једино приписавши цревној слузокожи моћ да синтетише масти из њихових састојака у које су се рашчланиле у цреву. Следећи оглед говори у прилог томе. Ако се животињи даје храна која не садржи масти, већ масне киселине без глицерина, тада се у хилиферима опет појављују праве масти. Значи да су се масне киселине, при своме пролазу кроз цревне зидове, спојиле са глицерином — који је дошао не зна се одакле — давши масти.

Варење
масти.

Та неоспорна моћ цревне слузокоже да синтетише масти не значи, да се масти морају сапонификовати па да би могле бити апсорбоване. Јер, спречи ли се изливање панкреаснога сока у црево, тада, иако је тиме спречено дејство липазе на масти, ипак већи део масти нестаје у цреву. Према томе, сапонификовање масти није погодба за њихово апсорбовање. Али, да би масти могле проћи кроз цревне зидове, ако се не сапонификују, т. ј. ако се не претворе у растворљиве производе, оне се морају емулсовати. То се емулсовање масти врши удруженим дејством жучи и панкреаснога сока; нарочито су слузавост и алкалност тих сокова повољне погодбе за производњу емулсије.

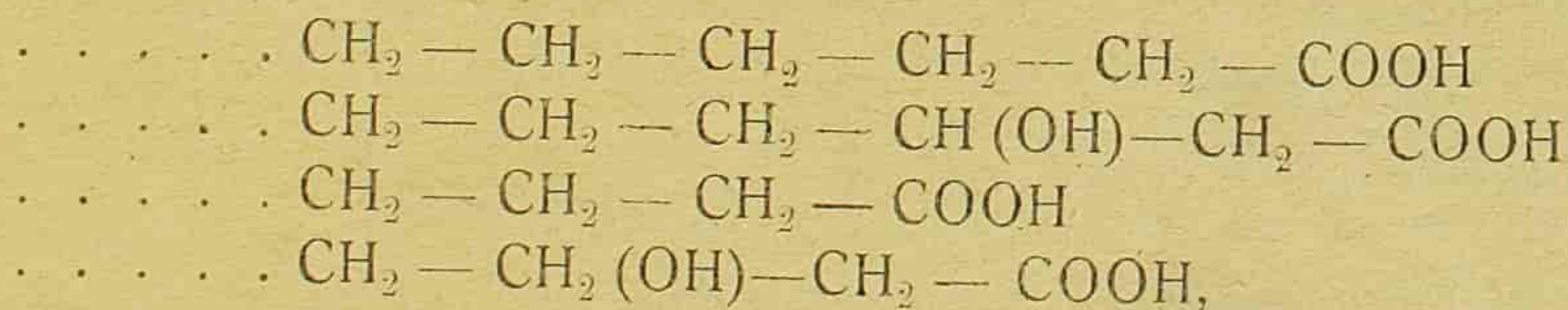
Моћ син-
тезе црев-
не слузо-
коже.

Улога жучи и панкреаснога сока у апсорбовању масти јасно је доказана овим огледима. У зеца панкреасни сок увире у црево око 35 центиметара ниже жучи. У те животиње констатовано је (С. I. Bergard) да хилифери постају јасно млечни тек ниже места увирања панкреаснога сока, док имају једва тај изглед навише тога места. Други оглед (А. Dastre), обрнут првome, састоји се у томе, да се у пса оперативним путем удеси да се жуч излива у црево ниже од панкреаснога сока. У овome огледу, као и у претходnome, налази се да су хилифери млечнога изгледа тек од онога места где су масти биле изложене дејству оба сока, т. ј. ниже онога места где се жуч излива.

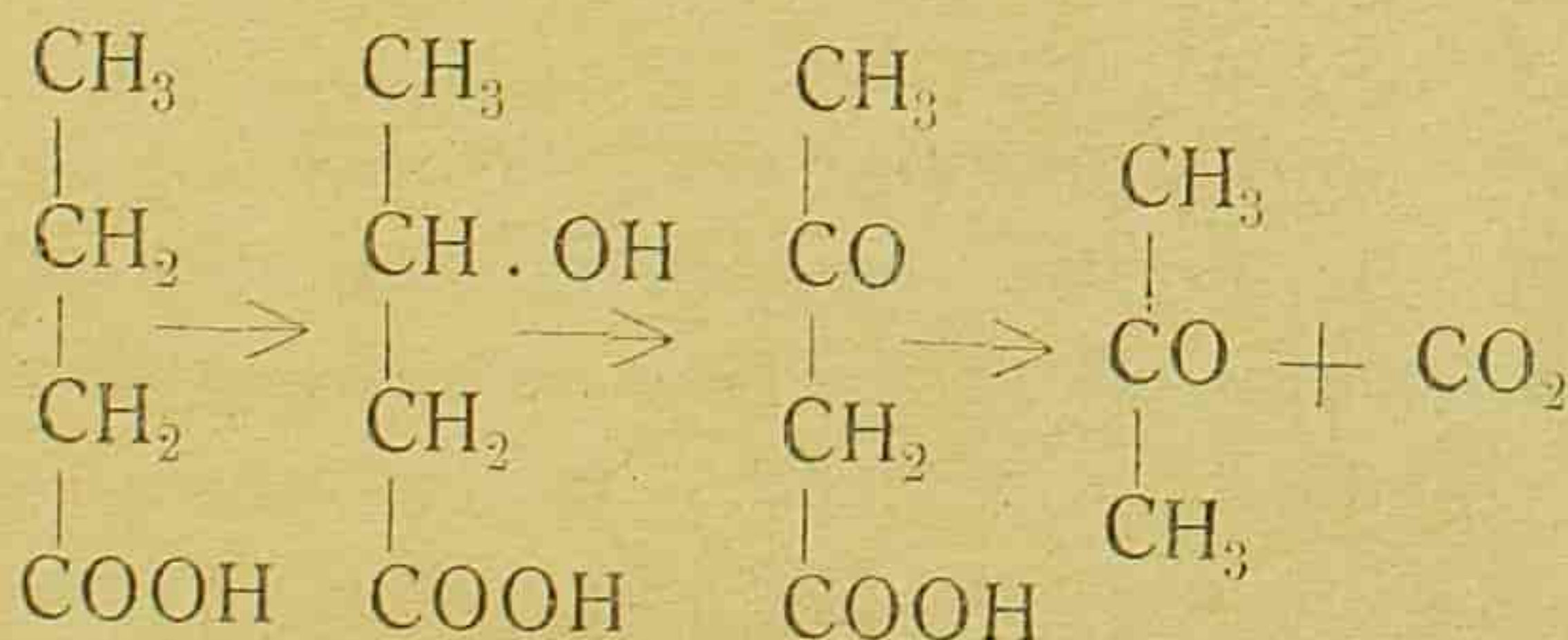
Улога жу-
чи у ап-
сорбовању
масти.

Апсорбовање масти не врши се искључиво лимфатичним путем; јер ако се подведе *ductus thoracicus*, т. ј. главни

Масти, било да непосредно проишходе од хране, било да ^{Сагорева-}проишходе од масних резерва организмoвих, сагоревају у њему ^{ње масти.} дајући искључиво воду и угљендиоксид. Видели смо раније, да је за сагоревање масти количник дисања $\frac{CO_2}{O_2}$ мањи од јединице, јер је извесан део кисеоника, потрошеног на њихово сагоревање, употребљен на грађење воде. Као год и за угљене хидрате, нема сумње да се то разоравање масти не врши у један мах, већ да постоје прелазни ступњеви између масти и њихових крајњих производа сагоревања. Изгледа, да се алифатичне масне киселине распадају у организму оксидовањем њихова угљеника у положају β, истискујући затим она два атома угљеника који се налазе пред том тачком у којој делује кисеоник. На тај начин постају, наравно, киселине све нижега реда:



а најзад се појављује и ацетон:



Константовано је, пак, да разне киселине са парним бројем угљеникових атома, пролазећи вештачким крвотоком кроз јетру, дају ацетон.

Могу ли се масти у организму претворити у угљене хидрате? Док је обрнути процес, као што видимо, несумњиво утврђен, о претварању масти у шећер не може се ништа поузданог рећи. Питање претварања масти у угљене хидрате дели се, у ствари, у два питања: прво, може ли се глицерин претворити у шећер; друго, могу ли то исто учинити масне киселине. За глицерин одговор је позитиван, јер глицерин спада у она тела из којих може да се гради гликоген у организму. Али кад се има на уму, да глицерину припада само десети део тежине масти, онда је јасно да у другоме питању лежи, са практичнога гледишта, проблем претварања масти у угљене хидрате.

У биљака је утврђено, да се масти, при клијању, претварају у угљене хидрате. Али, разуме се, да се из те чињенице не

Претварање масти у угљене хидрате.

*реширештур
ДНК
013*

106

сме извући никакав закључак што се тиче животињскога организма. У шећерној болести (*diabetes mellitus*), организм може лучити огромне количине шећера (гликозе), тако да се тај шећер не може ставити на рачун ни резервних угљених хидрата организма, ни на рачун разорених беланчевина. Количина тих беланчевина одређује се лученим мокраћним азотом. Али, у неким случајевима, може се десити, да тај азот није тачно мерило разорених беланчевина, јер се један део азота тих беланчевина може задржати у организму.

При дужему гладовању, организм извлачи из својих масних резерва највећи део енергије потребне за производњу мишићнога рада. Ако заиста мишић може задовољити своје потребе једино шећером, тада бисмо имали у томе доказа да се масти претварају у угљене хидрате. Али није строго доказано, већ је само врло вероватно, да мишић може само из шећера извући потребну му хемијску енергију за производњу рада.

VII. Промет беланчевина.

Варење
беланче-
вина.

У апарату за варење, у желуцу и цреву, беланчевине претрпљују дубоке промене. Варење беланчевина отпочиње у желуцу. Пепсин, ферменат желудачнога сока, претвара беланчевине (протеине, желатин...) у албумозе и пептоне. Ти производи желудачнога варења и осталих беланчевина које су промакле утицају желудачнога сока прелазе кроз пилорус у црево. Црево је главно место варења беланчевина. Сокови који се у њ изливају, панкреасни и цревни, садрже ферменте који су довољни да произведу потпуно варење беланчевина. Отуда, строго узевши, желудац није неопходно потребан за варење тих тела; а, као што видесмо раније, ни угљени хидрати ни ма ти не подлежу утицају желудачнога сока, који не садржи ферменте тих тела. Према томе разумљиво је да се псу може одузети желудац вештом операцијом, а да животиња остане дуго времена у животу без дубљих поремећаја варења, иако је једњак непосредно спојен за црево. Новија истраживања казују, да би желучева улога била пре механичнога реда, у томе смислу што желудачни сок у првоме реду раствара беланчевине, док је његова моћ хидролизе далеко слабија од те моћи растварања; растварајући везивно ткиво мишића, т. ј. мяса, желудачни сок уситњава храну и тиме наставља процес отпочет у устима, којим се храна припрема за дејство цревних фермената.

У цреву, беланчевине наилазе на ове ферменте, који утичу на њих: на трипсин панкреаснога сока и на ерепсин црев-

нога сока. Први од та два фермента пептонизује беланчевине које су промакле дејству желудачнога сока, али у своме деловању иде даље од пепсина: он може да претвори пептоне у абидуретна тела, т. ј. да их разреши у разне аминокиселине. Говорећи о ферментима, напоменули смо, да је вероватно да аминокиселине не ослобођава сам трипсин, већ један други ферменат, који би се налазио поред њега у панкреасноме соку. Тај би ферменат био сличан ерепсину, који се налази у цревном соку. Ерепсин претвара протеозе и пептоне у аминокиселине а не делује на праве беланчевине, као што су фибрин, овалбумин итд. Те беланчевине морају претходно подлећи дејству пепсина или трипсина да би ерепсин могао довршити рушење молекула што су они отпочели.

Као што видимо, беланчевине су дуж апарата за варење дубоко деградоване. Сложени молекули протеина поступно су упроштани и најзад сведени на своје основно градиво, а то су аминокиселине. Док су протеини, који ступају у организам, колоидна тела огромних молекула, која имају своју индивидуалност према своме пореклу, дотле имамо као производе њихова варења тела релативно простих молекула, кристалоидних особина и која сада могу послужити као градиво беланчевинама особеним животињској врсти у чији су промет ступиле.

Данас је непобитно утврђено, да се у апарату за варење беланчевине могу разрешити у аминокиселине, али та чињеница није доказ, да се беланчевине морају упростити до тога ступња, да би могле бити апсорбоване и употребљене. Међутим више чињеница говоре у прилог претварања, највећег дела бар, беланчевина у аминокиселине пре њихова прелаза кроз цревну преграду. Протеозе и пептони кад су убризгани у крв избачени су на бубрег као и протеини. Сва та тела могу произвести разне поремећаје кад су унета у крвоток: на пример, протеозе и пептони смањују крвни притисак, а у исто доба крв губи своју особину да се згрушава. Аминокиселине пак нестају у организму када су убризгане у крв, и само их мали део прелази у мокраћу.

Затим, организам је подобан задовољити своје потребе азотне хране добивајући ову једино у виду аминокиселина. A b d e r h a l d e n је хранио пса храном која је садржавала, на место беланчевина, мешавину разних аминокиселина; и животиња је одржала своју азотну равнотежу. Исти је физиолог покушао затим да целокупну храну замени њеним хемијским градивом. Дакле, у томе циљу животиња је хранила мешавином аминокиселина — на место беланчевина, глицерином и масним кисе-

линама — на место масти, — хексозама — на место сложених угљених хидрата, градивом нуклеинских киселина и минералним солима. Том храном не само да се пас одржао у животу него је и повећао своју тежину. Према томе, као што се види, храна се може потпуно заменити производима њена варења, а организам се може чак и гојити и онда кад нема шта да вари! Кад се има на уму, да се горње градиво хране (амино-киселине, пуринске базе, глицерин, хексозе...) може добити вештачки хемијском синтезом, онда је јасно да је проблем синтезе животињске хране решен. То решење нема, за сада бар, практичне вредности, јер наше лабораторије не могу конкурисати природи ни ценом а још мање укусом својих производа.

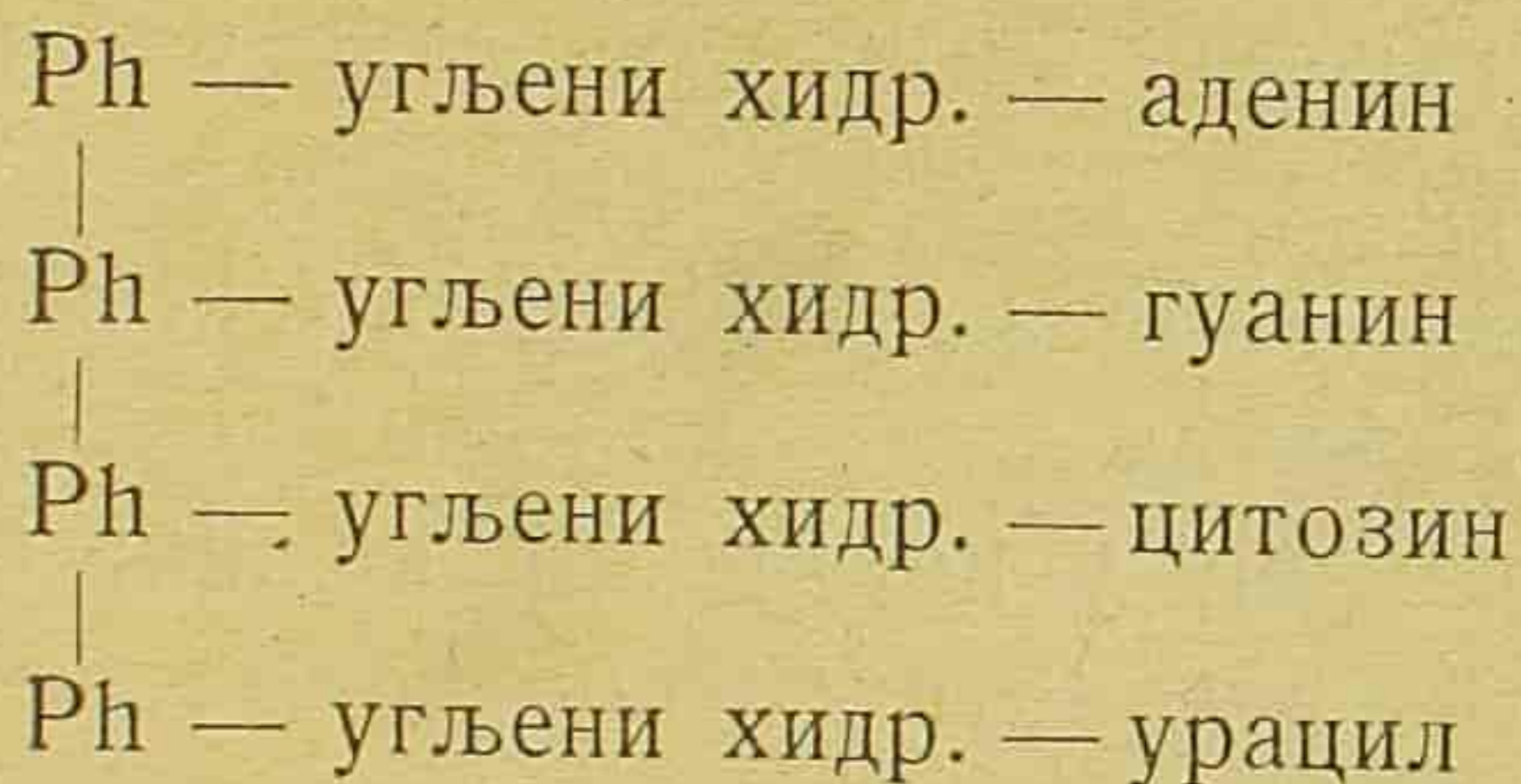
Апсорбо-
вање бе-
ланчеви-
на.

Апсорбовање производа варења беланчевина врши се венским путем, дакле истим путем као и апсорбовање шећера. До скоро се мислило да разоравање беланчевина у желуцу и цреву не иде даље од ступња протеоза и пептона, па како се та тела не налазе у крви, а и кад су вештачки унета с места су избачена, то се претпостављало да се при њихову пролазу кроз цревне зидове из њих граде крвне беланчевине. Али у новије време утврђено је, да се аминокиселине налазе у крви и да њихова количина расте при варењу беланчевина. Према томе, и имајући на уму да организам задржава у крв убризгане аминокиселине и да ове могу задовољити његове азотне потребе, највероватније је, да се у нормалним приликама беланчевине претварају пре него што ће прећи у крв, у аминокиселине. На тај начин било би схватљиво како свака животињска врста може градити увек исте своје личне беланчевине па ма којег порекла, животињскога или биљнога, била њена азотна храна. Организам дакле, чином варења руши молекуларне грађевине које добива у храни, да би тим градивом саградио своју сопствену зграду.

Варење
нуклео-
протеида.

Ово што претходи односи се на праве беланчевине, протеине, као што су фибрин, овалбумин, серумалбулин итд. Да видимо сада шта бива са сложеним беланчевинама у апарату за варење. Нуклеопротеиди се под утицајем желудачнога и панкреаснога сока распадају у своју простетичну групу, нуклеинску киселину и у свој беланчевински састојак. Овај последњи, протамин или хистон, распада се, као и други протеини, у аминокиселине, прешавши кроз ступњеве протеоза и пептона. Простетична група, нуклеинска киселина, почиње се такође рушити у цреву и то на тај начин што ферменат нуклеиназа цепа молекулу нуклеинске киселине у ситније делове, нуклеотиде, чији је молекулу састављен из фосфорне киселине, угљеног хидрата

и једне пуринске или пиримидинске базе. Ако шематски претставимо склоп молекула нуклеинске киселине на следећи начин



тада би поменути ферменат пресецао везе између два Ph, те би сваки одвојен хоризонталан ред представљао један нуклеотид. То распадање нуклеинске киселине може ићи и даље у самоме цреву где други ферменат нуклеаза одцепљује од нуклеотида фосфорну киселину и даје нуклеозиде.

И друге сложене беланчевине, фосфопротеиди, гликопротеиди, хемоглобин, распадају се у желудцу и цреву. Казеин се распада дејством пепсина у парануклеин (стр. 63) и беланчевински састојак, док се хемоглобин распада у глобин и хематин.

Док неки протеоиди, као што су кератиди, не претрпљују никакве хемијске промене дуж апарата за варење виших животиња, други, као што је лепак, желатин, претварају се у желуцу у пептоне а ови се у цреву даље распадају у аминокиселине.

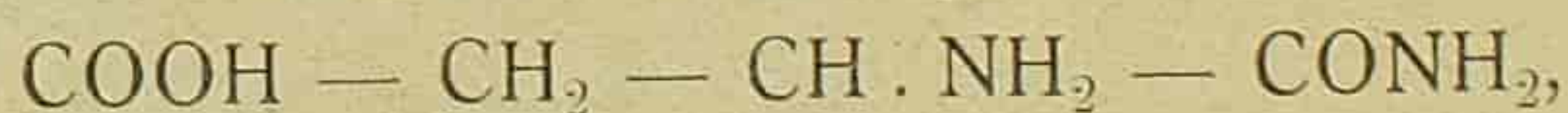
Производи варења беланчевина апсорбовани су крвним путем. Шта бива с њима у организму? Из тих рушевина беланчевина хране организам гради своје особене беланчевине и тиме задовољава потребе растења, надокнађује трошење ткива неизбежно скопчано са животом. Не знамо како се врше те синтезе. Утврђено је само да све аминокиселине нису потребне организму за извођење његових синтеза; неке аминокиселине организам може градити из других којима располаже. Производи варења који не послуже на синтезе сагоревају у организму дајући своју хемијску енергију, а производи тога унутрашњега сагоревања, вода, угљендиоксид, уреа, урска киселина итд., са којима смо се већ упознали, напуштају организам на плућа, кожу и бубреге. Али, као и за масти и угљене хидрате, између производа варења беланчевина и коначних производа њихова сагоревања нижу се без сумње разна посредна тела. Помишљало се, да се отпочето рушење беланчевина у апарату за варење наставља, може бити, такође дејством фермената, у ткивима. У ткивима су врло прострањени ферменти који могу разоравати разне беланчевине до разних ступања, као што то чине ферменти у апарату за варење. Њихово се дејство испољава нарочито у појави званој аутолиза. Та се појава састоји у овоме: Свежа животињ-

*нелин
нуклеин
нуклеин
нуклеин*

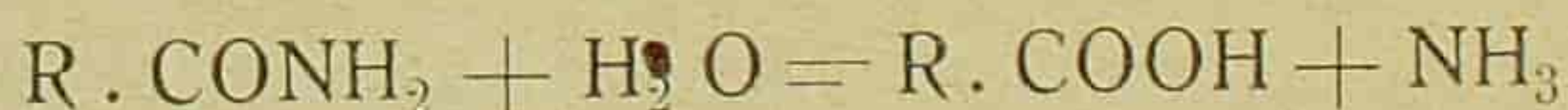
Синтеза беланчевина у организму.

Аутолиза.

ска ткива и органи, издвојени од организма и заштићени од микроорганизама, варе, тако рећи, сами себе, нарочито ако су претходно били уситњени. То варење, које иде врло далеко, јер протеини дају абиуретна тела а нуклеинске се киселине распа- дају у своје градиво, врше разни ферменти који се налазе готово у свакоме ткиву. Међутим сумњиво је да је аутолиза продужење процеса који се збивају у нормалној ћелији; она ће пре бити посмртна појава, тим пре што се она посматра тек неко време после смрти. Али то не значи да се тим ферментима може по- рећи свака улога у метаболизму. Док се налазе у живој нор- малној ћелији ова их обуздава и они су у њеној служби; смрћу њеном они се разуздају, те ћелија постане њихов плен. Наро- чито је тешко порећи улоге у промету беланчевина ферментима који разоравају аминокиселине. Ту спадају врло распострањени, у животињском и биљном царству, ферменти који дезамидују киселе амиде, као што је аспарагин



дајући при томе амониака по овој формули:



Тако су исто распострањени ферменти који дезаминују аминокиселине: то су дезаминазе. Они цепају аминокиселине и дају окси-киселине и амониак:



Вероватно је, да тим дезаминавањем отпочиње разоравање аминокиселина у организму. Безазотни производ сагорева тада, дајући воду и угљендиоксид, при чему се ослобођава његова хе- мијска енергија. Амониак пак, који постаје при томе дезами- новању, има отровне особине и њега се организам мора осло- бодити. Организам решава тај проблем претварајући амониак у тело које нема отровних особина; то тело, које је, као што већ видесмо, најглавнији азотни састојак мокраћни, јесте уреа или мокраћевина.

Да видимо каквих доказа имамо о претварању амониака у уреу. Амониумове соли (карбонат, цитрат) убризгане у крвоток повећавају количину мокраћевине у мокраћи. Ако се амониу- мове соли убризгају псу коме су бубрези мало раније извађени, тада се у крви сакупља више мокраћевине него у пса који је без бубрега али коме нису убризгане амониумове соли. То претва- рање амониумових соли у мокраћевину врши се поглавито у јетри. Јер ако се крви, која у вештачком крвотоку пролази кроз разне

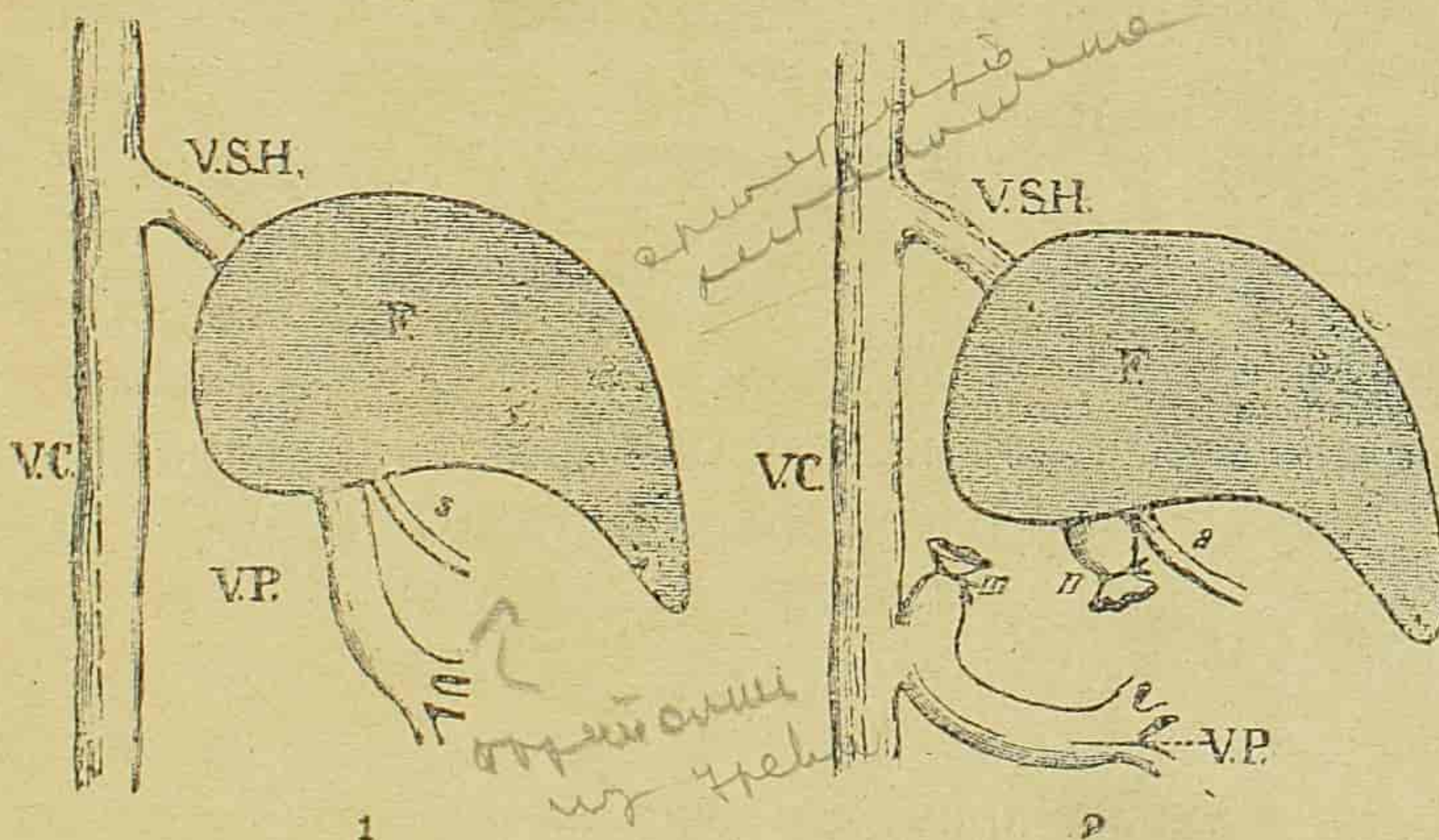
Ферменти
и промет
беланчеви-
на.

Постајање
амониака
и мокра-
ћевине

органа, дода једна органска амониумова со, посматра се да је само крв која је прошла кроз јетру повисила количину своје мокраћевине.

Питање је сада дали у нормалним приликама уреа, делом бар, постаје из амониумових соли. На то нам одговарају огледи на животињама са Еск-овом фистулом (сл. 8). Та се фистула

Еск-ова
фистула.

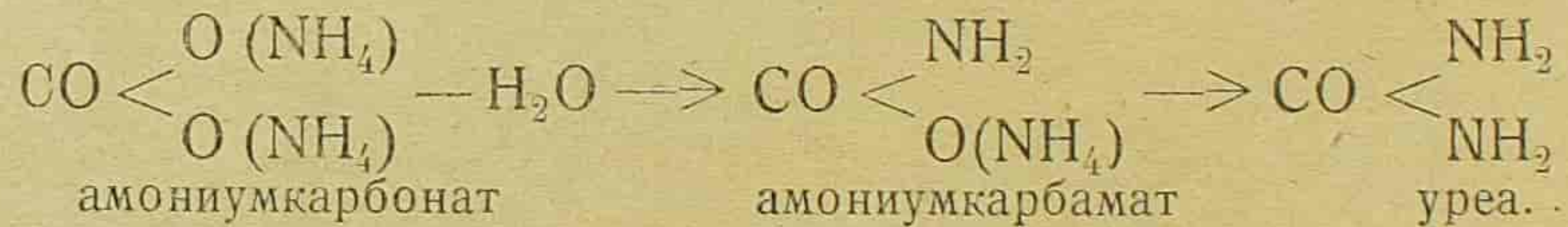


Слика 8.

F. јетра; — V.C. вена кава; — V.P. вена порта; — V.S.H. надхепатична вена; — а. јетрина артерија; — m и n везани крајеви пресечене вене порте.

састоји у овоме: да би што мање крви пролазило кроз јетру и да би се на тај начин што више искључило њено деловање, подведе се у пса вена порта пак се она пришије за доњу вену каву, тако да се крв вене порте улива непосредно у крв вене каве, не пролазивши кроз јетру; овај орган добива сада само мање количине крви на јетрину артерију, што је довољно да се одржи у животу и да испуњава своје функције у оној мери колико је потребно да би организам остао у животу. Ако се сада подведе и јетрина артерија, тако да је јетра потпуно искључена из крвотока, животиња може живети још 24 часа. За то кратко време посматра се да се смањује количина мокраћевине у мокраћи, док се количине урске киселине и амониака повећавају. Овај оглед који говори у прилог грађењу мокраћевине из амониума у јетри, говори такође и у прилог томе, да јетра није једино место где то тело постаје. У рскавичастих риба, чија крв и ткива садрже велике количине мокраћевине, вађење јетре не изазива смањивање количине тога тела. Данас све више преовлађује мишљење, да уреа постаје у целој организму, у свакој ћелији, гдегод беланчевине или неки њихови производи сагоревају.

Неке чињенице, нарочито симптоми тровања посматрани у животиња са Еск-овом фистулом после узимања меса, говоре у прилог томе, да се амониумове соли претварају најпре у амониумкарбамат па тек преко овога тела у уреу. У нормалним приликама имали бисмо ове процесе: амониак ослобођен деаминавањем аминокиселина, сретнувши угљендиоксид даје амониумкарбонат; овај, губећи молекул воде прелази у амонијумкарбамат, који би на исти начин прешао у уреу:

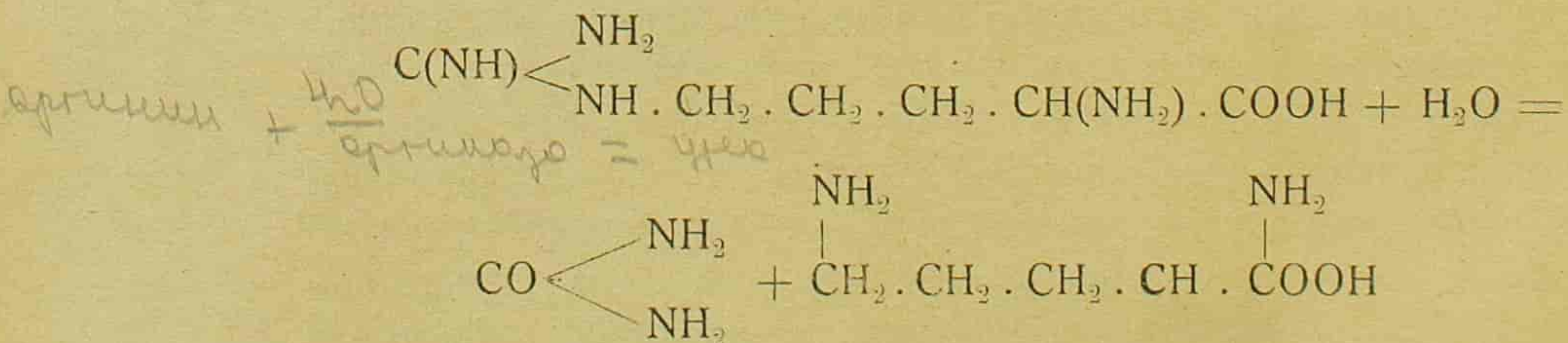


Алтиток-
сична уло-
га амони-
ака.

Амониак игра важну улогу неутралисања киселина које постојају у организму или које су у њ унете храном. Кад се у крви појави више киселине, упоредо с тим мокраћа садржи више амониака, који је неутралисао ту киселину, а мање уреу. На тај се начин може објаснити, да су месоједи отпорнији у погледу тровања киселинама, од травоједи: месоједи производе више амониака, јер њихова храна садржи много беланчевина, и њиме могу неутралисати веће количине киселина него што могу учинити травоједи; храни ли се пас храном која садржи мало беланчевина, тада га је лакше отровати киселинама него кад је храњен месом.

У претходним редовима видели смо како аминокиселине могу дати уреу. Напоменимо још да је то постајање мокраћевине из аминокиселина непосредно посматрано спроводећи аминокиселине кроз јетру вештачким крвотоком.

Један део мокраћевине постаје, као што смо већ видели (стр. 52), непосредно из једне аминокиселине, аргинина, дејством фермента аргиназе; аргинин се хидролише и даје уре и орнитин.

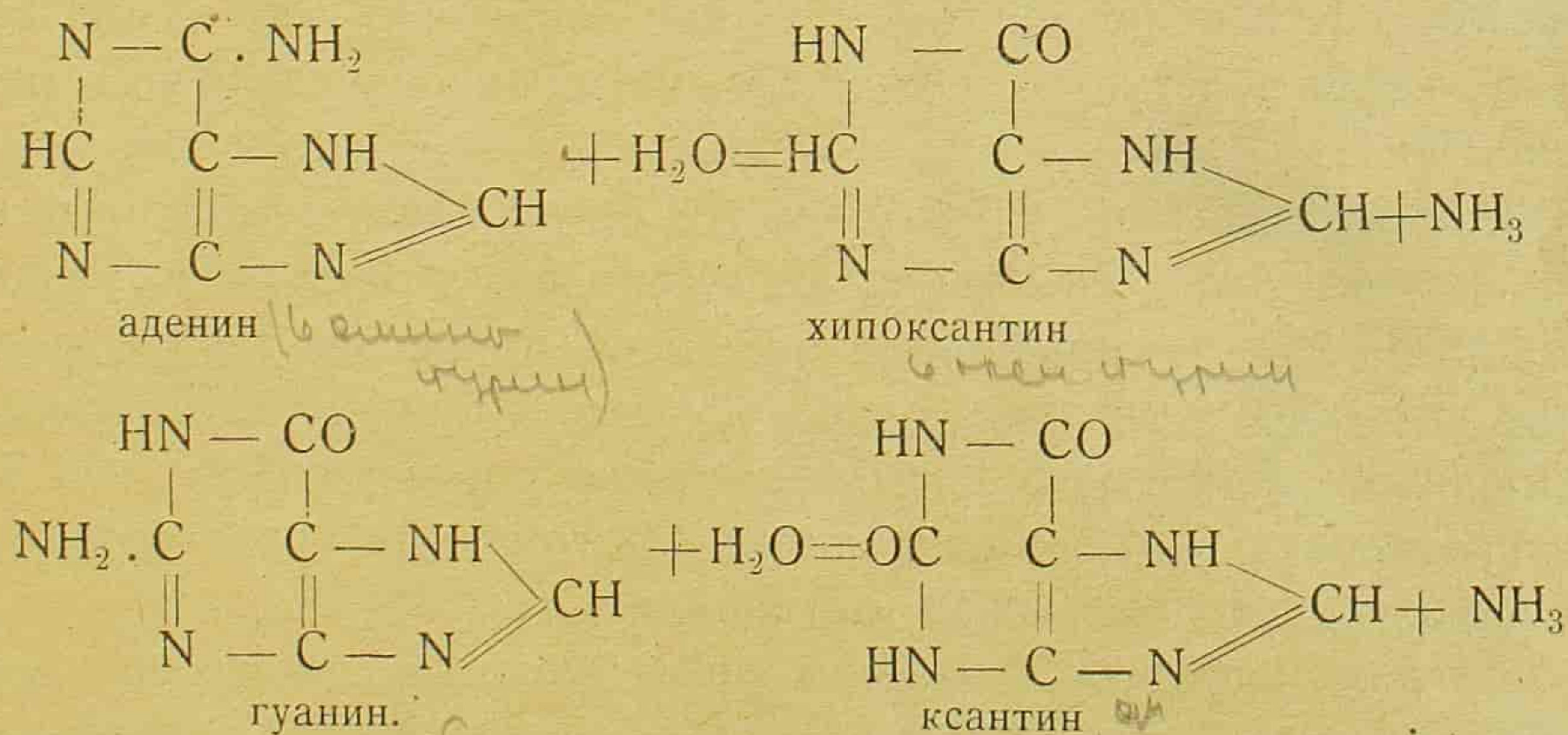


Видећемо даље да уреа постаје у организму и на друге начине.

Пошто смо видели како се аминокиселине, апсорбоване у цреву, могу разорити у организму и дати воду, угљендиоксид и уреу, сад ћемо се запитати, шта бива са једним другим важ-

ним производом варења беланчевина, а то су нуклеинске киселине. Оне се, као што видесмо, почињу распадати већ у цреву, али само делимично, јер то распадање иде најдаље до ступња нуклеозида, тако да у цреву нису ослобођене ни пуринске ни пиримидинске базе, ни угљени хидрат. Апсорбовање тих производа врши се венским путем.

У органима су нађени разни ферменти који, нижући се у своје делању једно за другим, могу да нам објасне претварање ^{Метаболизам пуринских база.} пуринских база нуклеопротеида у мокраћне састојке, урску киселину и алантоин. Једни ферменти могу да дезаминују пуринске базе, било да су ове претходно одцепљене од угљеног хидрата с којим граде нуклеозид, било да се још налазе у томе једињењу. На тај начин аденин прелази у хипоксантин који постаје или непосредно из аденина или тек пошто се дезаминовани нуклеозид распадне такође ферментским делањем. На исти се начин гуанин претвара у ксантин.



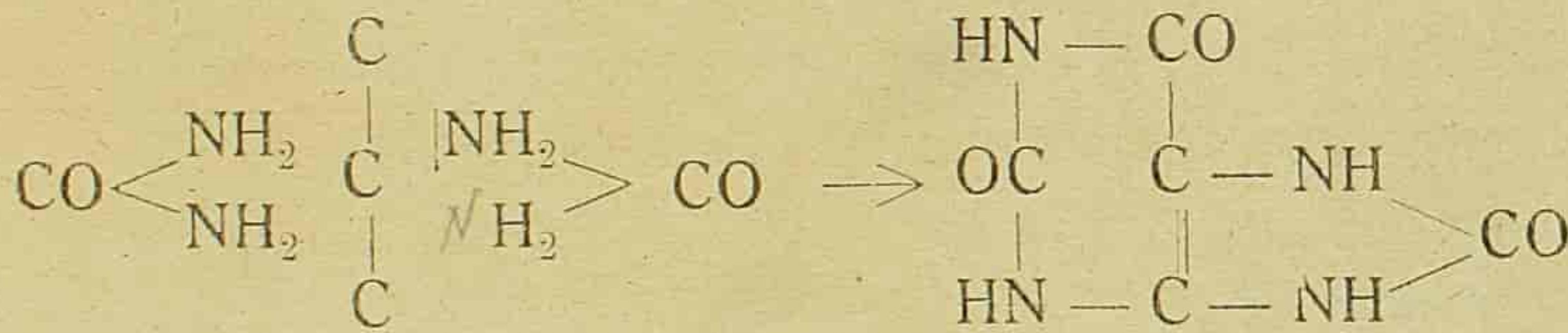
Као што се види, те су реакције хидролизе које се збивају уз производњу амониака.

На ксантин и хипоксантин делују ферменти који их могу оксидовати и претворити у урску киселину:



И тако се, узимајући у обзир само ферменте који су нађени у ткивима, прелази од сложеног молекула нуклеинске киселине на урску или мокраћну киселину.

ћевине, опазиће, се да би се прво од та два тела могло саградити из два молекула другог тела повезаних међу собом једним ланцем од три атома угљеника:



И заиста, у птичјем организму (огледи су вршени на гусци) ^{Јетра и мокраћна киселина.} нестаје највећи део мокраћевине која се у њега унесе, претварајући се у урску киселину. Тако се исто амониумове соли претварају у урску киселину. Ако се у гуске спречи протицање крви кроз јетру, тада се посматра у току краткога времена што га животиња може још проживети, да њена мокраћа садржи сада много амониака а мало урске киселине, дакле супротно ономе што се посматра у нормалне гуске:

	у нормалне гуске	у оперисане гуске
постотак азота мокраћног у облику урске киселине	60—70	3—4
постотак азота у виду амониака	9—10	55—70

Према томе може се закључити да се у птица као и у сисара највећи део азотних материја распада у организму у амониак, са том разликом што се то тело у птица претвара у урску киселину а у сисара у уреу. У оба случаја то се претварање врши поглавито у јетри. Поред синтетизоване урске киселине, разуме се да у организму птица урска киселина постаје, као и у сисара, и из пуринских база, ексогених и ендогених.

Уреа, урска киселина, амониак, јесу најважнији азотни, крајњи продукти распадања беланчевина. Као што смо већ видели, у мокраћи се налазе и друга азотна тела. Креатин, који постаје из креатинина, производа трошења мишићнога ткива, редован је састојак мокраћин. Хипурска киселина, о чијем је начину постојања, као и креатининову било већ речи приликом изучавања састава мокраће, постаје синтезом из гликокола и бензоеве киселине. Та се синтеза врши у бубрегу, у пса бар, док се у зеца и жабе гради и ван њега, јер у тих животиња гради се из убризганог гликокола и бензоеве киселине и онда хипурска киселина, кад су претходно лишене бубрега. Организам везује са гликоколом и разна друга тела унета у њега, и на тај се начин заштићује од њиховог отровног дејства. Што се тиче гликокола, он једним делом бар, постаје у организму,

из разних беланчевина чији је састојак; али постаје, без сумње у травоједа нарочито, и синтезом. Организам не лучи гликокол само у облику хипурске киселине, већ и у облику гликохолата, т. ј. соли које се налази у жучи.

Остаје нам сада да видимо, да ли се беланчевине могу у организму претворити у масти и угљене хидрате.

Постајање угљених хидрата и масти из беланчевина.

Данас је коначно утврђено, да се шећер, па према томе и гликоген, могу стварати у организму на рачун беланчевина. Шећер који на тај начин постаје, далеко премаша онај шећер који је преформиран у молекулу неких беланчевина (гликопротеиди....), тако да се мора претпоставити да су неке аминокиселине кадре претворити се у шећер. Који су то докази да се беланчевине могу претворити у шећер? У дијабетесу у човека, или у вештачкога дијабетеса у животиње (добивен вађењем панкреаса или убризгавањем флорицина), посматра се лучење толиких количина шећера у мокраћи, да је немогућно да је тај шећер постао из масти или угљених хидрата хране или органских резерва. Дијабетичар, који је много омршавио и који у храни добива поред беланчевина врло мале количине масти и угљених хидрата, може лучити до 200 грама шећера дневно; највећи део тога шећера мора происходити од беланчевина. Најзад, у флорицинском дијабетесу у пса посматра се да се мокраћни шећер и азот налазе у сталном односу, што значи да је количина лученога шећера сразмерна са количином разорених беланчевина.

Могу ли беланчевине дати масти у организму? Видели смо да беланчевине могу дати шећера, а знамо да се шећер може претворити у масти; према томе, могућност, да масти постају из беланчевина, не може се порицати. Али је вероватно да се тим путем мало масти гради у нормалноме организму: јер ако храна садржи у изобиљу угљених хидрата и масти, тада нема потребе да организам гради масти из беланчевина; ако пак не садржи тих тела, тада шећер који постаје из беланчевина има да задовољи разне потребе организма, а јамачно се он не ствара у толиким количинама да би га преостало и за грађење масти.

VIII. Промет алкохола.

Сагоревање алкохола.

Етил-алкохол, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, који се налази у алкохолним пићима, вину, пиву, ракији итд., врло је брзо апсорбован и његова се присутност у крви и органима може хемијским путем утврдити. Алкохол нестаје у организму; сагорева дајући воду и угљендиоксид. Кад је узиман у мањим количинама нестаје пот-

Дијабетичар
- шећер у
- мокраћи

пунице у организму, тако да се у мокраћи и издисаноме ваздуху могу наћи само трагови његови. Али при узимању већих количина алкохола, које производе опијеност, један део не сагорева већ је избачен бубрезима и плућима. Сагоревајући у организму, алкохол ослобођава свој потенцијал, производи топлоту. Проговоримо доцније о енергетској вредности алкохола а овде ћемо напоменути да алкохол, иако развија свој енергетски потенцијал у организму, ипак нема главне одлике хране. Најпре, алкохол не може да се задржи у организму у виду резервне хране, као што то чине сви састојци хране; алкохол се не може претворити ни у гликоген ни у масти. Затим, док апсорбовани производи варења органске хране не мењају знатно састав крви, алкохол нагло долази у крв и задржава се у њој док не сагори. Најзад, редовно узимање већих количина алкохола производи трајне, хроничне поремећаје у организму. Истина је да и други састојци хране, нарочито масти и беланчевине, могу изазвати поремећаје варења и исхране, кад су узимани у одвише великим количинама, али је ипак алкохол у томе смислу опаснији, јер се лако прекорачују његове нешкодљиве дозе.

Да ли је алкохол храна?

Оно што издваја алкохол од праве хране јесте чињеница да је потпуно непотребан организму; у најповољнијему случају може да му не буде штетан, кад је узиман у врло ограниченим количинама. Злоупотреба алкохола производи алкохолизам, једну од највећих друштвених рана.

Непотребност алкохола и алкохолизам.

Неоспорно је, да нека алкохолна пића, као што су стара вина, могу имати окрепљавајуће, тонично дејство. Али она тако делују због других састојака својих а не због алкохола, него, тако рећи, у пркос њему.

«Окрепљујуће» дејство алкохола.

Алкохол има надражљиво дејство на организам. После узимања алкохола човекима за кратко време осећај порасле снаге. Али томе брзо следује изнуреност.

Квантитативни промет.

У претходним странама изучавали смо размену материје само у погледу хемијских промена са којима је скопчана. Другим речима: посматрали смо само квалитативну страну проблема исхране. Јасно је, међутим, да у томе проблему немамо само једно питање каквоће, већ и једно питање количине. Проблем исхране има и своју квантитативну страну. Свако зна, да није доста имати храну повољнога састава, већ да је треба имати и у довољној количини. Може се чак рећи, да је квалитативна страна појаве исхране у неколико подрођена количини материје

која је у промету. На пример: при једва довољној храни, угљени хидрати хране неће се претварати у масти, али ће се то десити ако буду били у храни у изобиљу. Шта више, од количине једнога састојка хране не зависи само његова судбина већ и судбина других тела која улазе у промет. На пример: кад храна доноси довољно угљених хидрата, беланчевине се неће претварати у гликоген, али у њихову одсуству, један извесан део беланчевина мораће снабдети организам шећером.

У следећим странама, позабавићемо се том квантитативном страном размене материје животињскога организма. За изучавање тога проблема потребно је моћи одредити количину разних састојака хране која ступа у организам у одређеноме размаку времена, као год и количину разних истураних састојака који напуштају организам разним путовима. Тај се циљ постиже хемијском анализом хране, мокраће, изметака, удисаног и издисаног ваздуха. За мерење гасовитих размена придружују се, као што ћемо видети, хемијској анализи физиолошке методе, које допуштају да се то мерење може извршити у погодбама у складу са животом.

Али оно што је најважније знати у изучавању исхране јесте колико је чега утрошено у организму у датоме размаку времена. Сад ћемо видети како се може израчунати, — пошто се тај проблем не може непосредно решити, — из састава и количине истурених производа, читав материјални промет организма, који се односи на једно дато дуже или краће време.

Методе одређивања материјалне потрошње организмова.

Може се сматрати, да је мокраћни азот (т. ј. азот азотних мокраћних састојака) мерило беланчевина разорених у организму, и да 1 грам тога азота представља 6,25 грама беланчевина. Дакле, пошто се одреди количина мокраћнога азота, зна се колико је беланчевина сагорело у организму у оном размаку времена на који се односи анализована мокраћа. Одреди се такође колико је свега угљеника излучено у томе истоме размаку времена бубрегом, плућима, кожом. Од тог целокупног угљеника одузме се онај део који припада разореним беланчевинама; тај се беланчевински угљеник добива помноживши нађени азот са 3,28. Остатак угљеника припада мастима и угљеним хидратима разореним у организму. Његов распоред међу те две врсте тела врши се овако: Претпоставља се, да су угљени хидрати хране потпуно сагорели, те се од преосталог угљеника одузме део који им одговара; остатак угљеника представља разорену количину масти. Да би се ова метода могла успешно применити, она се мора односити на подуже огледе. У њој је распоред угљеника између масти и угљених хидрата нешто непоуздан.

1 гр азота
6,25

Беланчевина
6,25 x 3,28

Остатак
угљеника
припада

Друга метода састоји се у овоме: Одреди се колико је у одређеноме размаку времена организам потрошио гасовитога кисеоника а излучио угљендиоксида, и колико је азота мокраћом излучено. Из тих се података овако рачуна шта је за то доба сагорело у организму: Мокраћни азот даје нам количину разорених беланчевина. Рачуном се одреди колико су те беланчевине при своме сагоревању утрошиле кисеоника а колико су произвеле угљендиоксида. Те количине кисеоника и угљендиоксида одузму се од целокупних гасовитих размена. Остатак потрошенога кисеоника и произведенога угљендиоксида припада мастима и угљеним хидратима. Шта чему припада, одређује се на основу вредности коју има однос запремина $\frac{CO_2}{O_2}$. Видели смо раније (стр. 72), да тај количник или квоциент дисања има разне вредности према томе да ли сагоревају угљени хидрати, беланчевине или масти; у првом случају, његова је вредност 1, у другом 0,80, у трећем 0,70. Дакле, пошто се одузме, као што рекосмо, од целокупних гасовитих размена кисеоник и угљендиоксид који припадају сагоревању беланчевина, ако остатак угљендиоксида и кисеоника стоји у односу $\frac{CO_2}{O_2} = 1$, значи да је организам поред беланчевина сагорио само угљенехидрате; ако је тај однос $\frac{CO_2}{O_2} = 0,70$, значи да су поред беланчевина сагорене само масти. За вредности између та два броја имамо сагоревање шећера и масти у односу који се може рачуном утврдити. Ова се метода може применити и на огледе који трају кратко време.

Као што рекосмо, одређивање састава хране и истурања, као и одређивање азота и угљеника органских истурања, на којему почивају горње методе, јесте питање аналитичне хемије, којим се нећемо бавити. Одређивање гасовитих размена пак врши се физиолошким методама, разним справама у томе циљу удешеним. Овде ћемо поменути начело на коме почива најстарији од тих апарата што су га изумели за своје огледе Regnault и Reiset. Приметимо овом приликом, да одређивање гасовитих размена, а нарочито потрошње кисеоника, има врло велику важност у физиологији, јер се помоћу њих, као што ћемо доцније видети, може измерити и потрошња енергије живог организма.

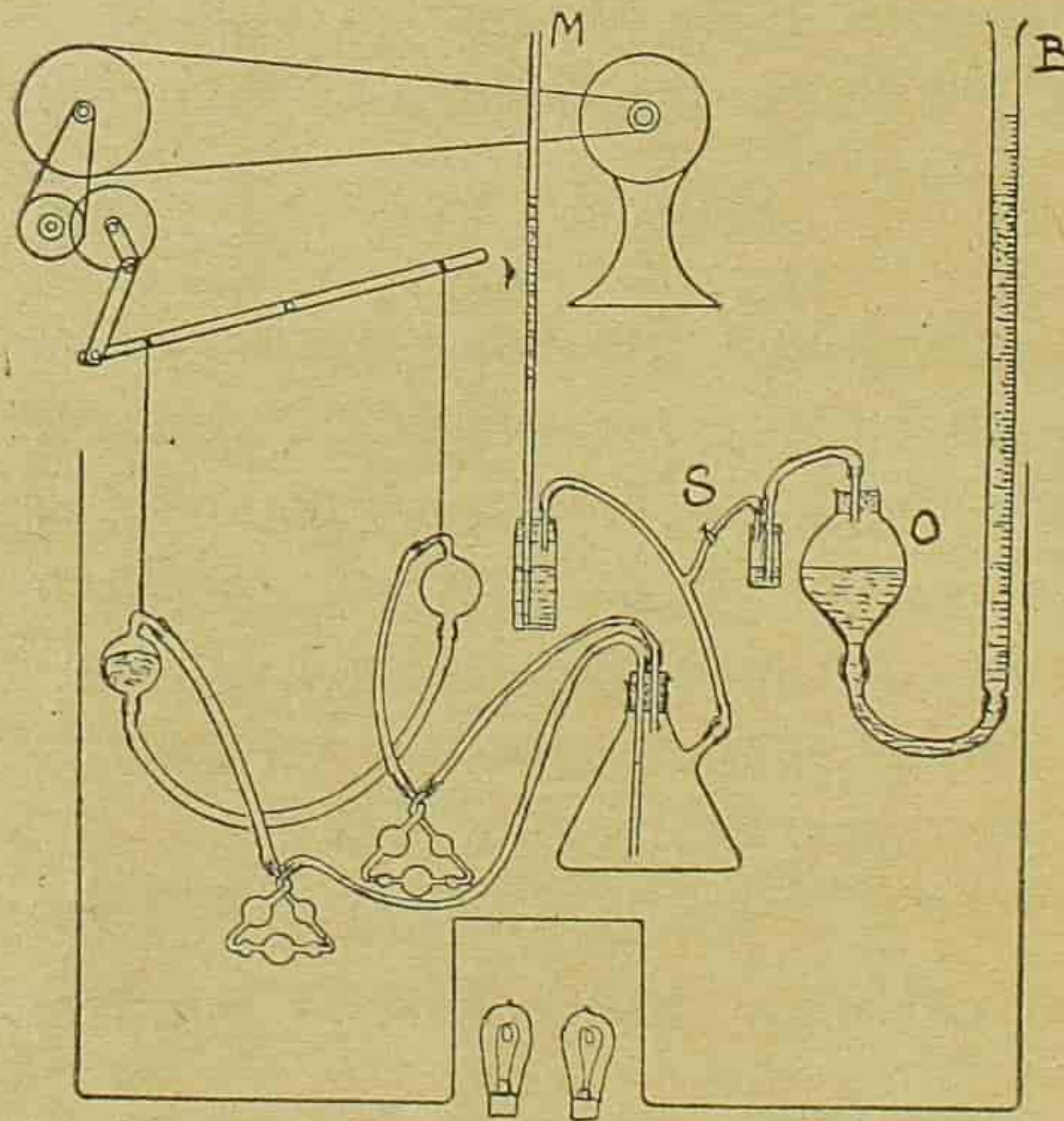
Апарат Regnault-а и Reiset-а састоји се из једнога херметички затворенога стакленог звона под које се може сместити животиња на којој се врши оглед. Угљендиоксид што га живо-

гасовити
CO₂
N - мочрети
решити
1 гр N = 6,25 гр бел
6,25 x 3,25
Беланчевина
Сво мочрети
CO₂ и O₂
Ово је CO₂ / O₂
400 мп

Мерење гасовитих размена.

тиња производи упијан је помоћу раствора калиумхидроксида. Потрошени кисеоник пак надокнађује се чистим кисеоником који се налази у једноме резервоару који је у вези са звоном; на тај начин састав атмосфере у којој се налази животиња остаје сталан. Титровањем калиумхидроксида дознаје се колико је угљендиоксида произведено, док се непосредно може измерити запремина кисеоника несталог из резервоара.

Слика 9 приказује апарат саграђен на пређашњем принципу, за изучавање дисања малих животиња (миш, жаба, глисте, инсекти...).



Слика 9.

Апарат за мерење гасовитих размена. кугле садрже живу и висе о крацима једне клацкавице која је покретана једним малим електричним мотором. Прелазом живе из једне кугле у другу, ваздух који се налази у суду са животињом, усисаван је кроз Liebig-ове апарате у којима се ослобођава свога угљендиоксида. Титровањем калиумхидроксида, који се налази у Либиговим апаратима, дознаје се колико је у току огледа животиња произвела угљендиоксида. Што се тиче мерења потрошње кисеоника, апарат може функционисати на два начина, према томе да ли је у питању мања или већа потрошња кисеоника. У првome случају, на пр. за хладнокрвне животиње, мерење се врши на овај начин: Сипајући воду у бурету В, која је у вези са резервоаром кисеоника О, а отворивши претходно славину S вода се попне до жељене висине у манометарској цеви М. Та се висина забележи и славина се затвори. Утрошени кисеоник мерен је тада опадањем воденога стуба у манометарској цеви. Разуме се да при томе рачунању треба држати рачуна о барометарском притиску и о напону водене паре у апарату.

Читати у глави 6
- 17-18-19-20

Кад се пак тиче мерења интензивнијих размена, на пр. у огледима на мишу, тада би при горњему уређењу водени стуб у манометру одвише брзо опадао. Стога у таквим случајевима апарат ради мало друкчије: Славина **С** остаје отворена. Сипајући воду у бирету, доведе се као и у првome случају манометар до жељене висине. У току огледа висина воде опада у манометру и бирети. Кад се зажели знати колико је кисеоника потрошено, тада се из једне градуисане епрувете сипа вода у бирету докле год манометар не буде повраћен на првобитну висину. Количина сипане воде даје нам количину потрошенога кисеоника, пошто се претходно од ње одбије вишак воде који се налази у бирети изнад првобитне висине. (У бирету се мора сипати вода изнад првобитне висине, да би се у манометру стуб вратио на првобитну висину, јер се у резервоару, услед потрошенога кисеоника, попео водени уравањ). И у овоме случају, разуме се, да се на горњи начин добивена запремина мора корегисати у погледу барометарског притиска, напона водене паре и температуре.

*Упоредно 6 -
у манометру*

Овим се апаратом могу мерити врло мале количине потрошеног кисеоника, и то у врло кратким размацама времена.

Упознавши се са главним принципима на којима почивају методе одређивања материалних размена и квантитативног промета животињскога организма, ми ћемо сада приступити изучавању тога промета у разним погодбама.

І. Промет материје при гладовању.

Свакоме је познато, да се могу укинути материална примања организма, — изузевши кисеоник потребан за дисање, — и да организам живи још неко доба у тим приликама, не преставши истурати материју до саме смрти. Према томе, промет материје не престаје ни онда кад организам не прима више храну споља, т. ј. за време гладовања, и престанак тога промета у исто је доба и престанак живота.

Да се упознамо најпре са тим прометом организма који гладује.

Смрт глађу наступа у различним размацама времена не само за разне животињске врсте већ и за разне јединке исте врсте. Претиле животиње умиру доцније од мршавих; на пример, док је један претио пас умро после 60 дана гладовања, други тек после 100 дана, мршав пас је умро већ после 24 дана гладовања.

*Смрт гла-
ђу.*

За време гладовања, организам, у одсуству хране, троши своје резерве и своја ткива, тако да се издаци при гладовању

*Организ-
мово тро-
шење при
гладова-
њу.*

мало разликују од издатака при узимању хране. Јасно је, да такво стање, у коме се непрекидно издаје а ништа не прима, не може дуго трајати и да смрт, пре или после, мора наступити. У пса смрт наступа обично када је животиња изгубила око 50% своје тежине. Сви органи губе од своје тежине при гладовању, али у врло различним размерама; ево бројева који се односе на пса:

масно ткиво	93—97%
жлезде и мишићи	40—50%
кости	10—14%
мозак и možдина	2—3%

Изучавање промета материје при гладовању од велике је важности, јер се може с правом претпоставити, да организам у тим погодбама не допушта себи никакав раскош, већ да своју потрешњу своди на најмању меру и тиме нам даје појам својих потреба.

Вода и
гладова-
ње.

При потпуноме гладовању, т. ј. кад организам не прима ни воде, лучење воде не престаје до смрти, иако у слабијим количинама. Па и поред тога, потпуним гладовањем организам не смањује проценат воде својих ткива, већ га може повећати, јер разорени састојци ткива производе, као што знамо, воду. Жеђ је мање жестока при потпуноме гладовању него при одсуству у храни једино воде. Голуби храњени сувим зрневљем умиру кад су изгубили количину воде једнаку петини тежине свога тела.

Поред воде, организам при потпуноме гладовању истура све органске и неорганске састојке које лучи у нормалним приликама. Видели смо раније (стр. 106) да животиње пре умиру при сономе гладовању него при потпуноме гладовању.

Да видимо сада како се понаша промет азота при гладовању.

Азотни промет.

Следећа табла садржи резултате добивене (Voit) на једном псу који је гладовао 60 дана. Првобитна тежина животиње била је 28,210 кгр., коначна 10,830 кгр. У томе огледу одређивана је само мокраћевина, а не сви азотни састојци мокраће, али у пса уреа даје доста приближну слику азотнога промета при гладовању. (Видите таблу на стр. 131).

Као што се види, количина лучене мокраћевине опада знатно првога дана гладовања а затим врло постепено до саме смрти. Али не треба заборавити, да са тим опадањем лучене мокраћевине опада и тежина самога организма. Ако се израчуна пак количина лучене мокраћевине на јединицу телесне тежине, тада

Дан гладовања	Лучено грама мокраћевине	Дан гладовања	Лучено грама мокраћевине	Дан гладовања	Лучено грама мокраћевине
1.	14,91	21.	7,33	41.	5,78
2.	11,27	22.	7,55	42.	4,62
3.	9,64	23.	7,39	43.	4,88
4.	9,60	24.	7,07	44.	4,63
5.	9,50	25.	7,92	45.	4,30
6.	10,89	26.	7,30	46.	4,01
7.	9,87	27.	7,19	47.	5,40
8.	9,10	28.	6,33	48.	4,00
9.	9,08	29.	6,50	49.	5,70
10.	8,40	30.	6,47	50.	5,07
11.	8,24	31.	6,39	51.	4,47
12.	10,44	32.	5,62	52.	4,25
13.	8,88	33.	5,67	53.	3,85
14.	8,95	34.	5,65	54.	4,82
15.	9,76	35.	5,59	55.	4,40
16.	8,89	36.	5,81	56.	5,43
17.	9,28	37.	5,62	57.	3,56
18.	8,41	38.	5,72	58.	4,06
19.	8,74	39.	5,36	59.	3,50
20.	7,92	40.	5,00	60.	

излази да је та количина доста стална у току целог гладовања. То нам казује следећи оглед на зецу:

Дан гладовања	Дневно лучено грама N	Тело садржи свега азота	Од 100 гр. телесно- га азота излучено
1.—2.	1,5	52,22	2,37
3.—8.	1,03	47,63	2,16
9.—15.	0,91	41,37	2,19
16.—18.	2,65	34,23	7,43

Из последњег стуба овога прегледа види се, да се од 3. до 15. дана гладовања свакога дана излучује исти разломак телеснога азота.

Јаче лучење првих дана гладовања зависи од количине беланчевина што их је животиња добивала у храни пре гладовања. У колико је та количина била већа, у толико дуже траје то јаче лучење азота које претходи равномерном лучењу. Према томе, највероватније је, да оно има свој узрок у већој или мањој количини неких беланчевина које се у почетку гладовања затекну у крви или на другом месту и које сагоревају у првome реду у почетку гладовања.

Масти и
предсмрт-
но лучење.
азота.

Предсмртно повећање лучења азотних тела бива стога, што су у томе тренутку резервне масти организма готово потпуно исцрпене, тако да не могу више узимати исти удео као раније у снабдевању организма енергијом, те је овај приморан надокнадити то већом потрошњом беланчевина. То потврђује чињеница, да се у мршавих паса, у којих масти гладовањем рано понестану, не посматра предсмртно повећање азотног лучења.

За време гладовања, организам не троши само своје беланчевине већ и своје масне и угљено-хидратске резерве. Ове последње налазе се у сразмерно малим количинама, у облику гликогена, те ишчезавају почетком гладовања. Њихово нагло нестајање у човека узрок је те се неки пут посматра да се првих дана гладовања повећава азотно лучење. Масти су пак главно гориво организма који гладује. Организам их може, као што рекосмо, садржавати у врло знатним размерама. Нормалан човек их садржи око 20% своје тежине. Од целокупне топлоте што их могу дати сагорљиви састојци људскога организма, три четвртине припадају мастима. И најмршавије животиње садрже масти, којих нису потпуно лишене ни смрћу гладовањем.

У следећем огледу на човеку (на вештаку у гладовању Succi-у) видимо у којим размерама организам троши своје масти уз беланчевине, кад потпуно гладује.

Дан гладовања	Потрошено беланчевина, грама.	Потрошено масти гр.
1.—4.	85,88	136,72
5.—6.	69,58	131,30
7.—8.	66,30	149,85
9.—10.	67,96	132,38

Претили-
на и азот-
но лучење.

Организам који садржи масти у изобиљу, сагорева мање беланчевина при гладовању од онога који не располаже изобилним масним резервама. Стога, као што већ поменусмо, пре-

тиле животиње дуже подносе гладовање од мршавих. Следећи оглед показује јасно утицај што га има претилина на азотну потрошњу.

Мршав пас од 8,83 кгр. троши другога дана гладовања: 5,32 гр. масти, а лучи 0,34 гр. N; тај исти пас, пошто је добро угојен, тако да тежи 11,11 кгр., троши другога дана гладовања: 5,92 гр. масти а лучи 0,14 гр. N. Дакле исти пас, мршав лучи 0,34 гр. азота, а угојен само 0,14 гр.

II. Промет материје при искључивоме узимању масти.

Како утичу масти, кад оне саме представљају храну, на азотни промет организмов? Према ономе што смо видели, да претиле животиње које гладују сагоревају мање беланчевина, могло би се помислити да ће масти даване организму смањити његову азотну потрошњу гладовања. Међутим то се смањивање не дешава, или је готово незнатно. На против, при узимању великих количина масти може се десити да организам повећа своје азотно издавање, као последица, вероватно, повећаног рада апарата за варење. Али то давање, које не утиче на азотни промет, може да заштити организмове масне резерве, па чак и да их повећа. Ипак, и у томе случају организам иде ка скорој неизбежној смрти, са свога азотнога сиромашења, тако да се за њега може рећи, иако изгледа парадоксално, да гојећи се умире од глади.

III. Промет материје при искључивоме узимању угљених хидрата.

Храна која се састоји искључиво из угљених хидрата не може, разуме се, као ни саме масти, задовољити потребе организмове. Али, на супрот мастима, угљени хидрати смањују потрошњу беланчевина која се врши при потпуноме гладовању. Поред тога могу да поштеде масти организмове које се разоравају при потпуноме гладовању. Давањем само угљених хидрата може се у животиња свести азотна потрошња на једну трећину њене вредности при потпуноме гладовању. У једноме огледу на човеку, та је потрошња сведена од 11,9 гр. на 6,3 гр.; у другоме огледу од 9,09 на 2,8. Забележићемо већ овде, иако ћемо се вратити на ту чињеницу, да потрошња беланчевина у организму, сведена на најмању меру давањем угљених хидрата, не представља више од 4% целокупне енергије коју организам промеће. Додајмо најзад, да угљени хидрати, када су давани у великом изобиљу (разуме

се без икакве друге органске хране) не само да смањују азотну потрошњу и да потпуно спречавају сагоревање масти, већ могу и да се сталожу у организму као гликоген и претворени у масти.

IV. Азотна равнотежа.

Видели смо, да се лучење азота, т. ј. трошење беланчевина у организму не може спречити ни угљеним хидратима ни мастима. Пошто је истурање азота неизбежно скопчано са животом, значи да је и примање азотне хране једна од погодаба одржавања животнога механизма. Да би се одрастао организам одржао трајно у животу, мора примати азота бар у оној количини у којој га истура. Другим речима, организам мора бити у азотној равнотежи.

На прво место, да видимо како се може одржати организам у азотној равнотежи са самим азотним материјалом. Коју количину беланчевина треба дати једноме даноме организму, да би се он одржао у азотној равнотежи? Најприродније је помислити да му треба дати онолико азота колико га избацује при потпуноме гладовању. Али огледи казују, да је та количина азота недовољна, јер чим се организму почне давати у виду беланчевина она количина азота коју је лучио при гладовању, он с места повећа то лучење, тако да је организам опет у азотном дефициту. Ево таква два огледа на псу :

Азотна
равнотежа
према гла-
довању.

Поједено меса	Разорено беланчевина, изражено одговарају- ћом тежином меса	Добитак или губитак организмов.
0	223	— 223
0	190	— 190
300	379	— 79
600	665	— 65
900	941	— 41
1200	1180	+ 20
1500	1446	+ 54
0	190	— 190
250	341	— 91
350	411	— 61
400	454	— 54
450	471	— 21
480	492	— 12

У првome се огледу види, да са 300 гр. меса, т. ј. са већом количином беланчевина од оне коју је организам разоравао за време гладовања, животиња није у азотној равнотежи. Повећавајући давану количину азота, и лучење азота се повећава, док се најзад не дође до количине беланчевина са којом је организам у равнотежи. Та је количина у овоме случају око 1000 гр. меса, док лучени азот при гладовању представља око 200 гр. меса, У другоме огледу видимо да са 480 гр. није још постигнута равнотежа, док је при гладовању разоравано само 190 грама. Дакле, да би се постигла азотна равнотежа, треба много више беланчевина него ли што их је организам разоравао при гладовању; од прилике 3—4 пута више.

Азотна равнотежа и потрошња масти.

Али, са том количином не постиже се само азотна равнотежа већ се њоме смањује потрошња организмових масти; а са довољном количином може се чак потпуно спречити њихово разоравање. Према томе, вишак азота над азотом гладовања није потпуно физиолошки изгубљен, јер, као што показује следећи преглед, калорије тог вишка азотне хране замењују калорије масти.

Број огледа	Примљено азота	Лучено азота	Организам је изгубио (—) или добио (+) масти	Калорија развијено на кгр. тела
1	0	5,6	— 98	34,9
2	17	20,4	— 59	34,2
3	34	36,7	— 38	38,3
4	51	51,2	— 22	46,5
5	61,2	59,7	— 30	55,8
6	68	69,5	+ 22	51,6
7	85	85,4	+ 12	63,1

У огледу 4, употребљујући 51 грам азота добива се азотна равнотежа. Та је количина много већа од азота лученог при гладовању (5,6 гр.), али потрошња енергије није у тој размери порасла: 46,5 према 34,9. Са 85 гр. азота добива се, не само азотна равнотежа већ и слабо грађење масти. У последњем ступцу горњег прегледа видимо, да се целокупна енергетична потрошња повећава са повећавањем даваног азота, али много слабије од овог последњег: од гладовања до давања 85 гр. азота, потрошња азота порасла је за 1426 на сто, док је производња калорија порасла за само 90 на сто. Беланчевине заступају дакле у овом случају организмове масти, али не калорија за калорију.

Из овога што претходи закључујемо: да се организам може одржати у азотној равнотежи и да може заштитити своје масти примајући само беланчевине; али су за то потребне врло велике количине беланчевина. На пр., пас од 34 кгр., који при гладовању сагорева 165 гр. мяса (40 гр. беланчевина) и 100 гр. масти, може се одржати у азотној равнотежи и одржати своју тежину тек са 1500—1800 гр. мяса дневно (362—434 гр. беланчевина). Човек није кадар поднети количину мяса која би била потребна да задовољи његове енергетске потребе. За то би требало 2460 гр. мяса дневно (600 гр. беланчевина), док људска храна не садржи обично више од 150—175 грама беланчевина. Човек не може подносити више од три дана по 1500 гр. мяса.

Много-
бројност
азотних
равноте-
жа.

Једна од најкарактеристичнијих особина азотнога промета је-
сте, да се азотна равнотежа у једнога данога организма може по-
стићи врло различним количинама истих беланчевина. Не постоји,
дакле, једна азотна равнотежа, већ бескрајан низ између двеју гра-
ница. На пример, пас од 35 кгр. може бити у азотној равнотежи
са количинама беланчевина од 101 гр. до 548 гр. дневно. Са ко-
личинама испод доње границе, која је нижа за претиле животиње,
равнотежа се не може одржати. Горњу границу пак одређује
моћ подношења апарата за варење.

Прелаз из једне азотне равнотеже у другу не врши се од-
једном, већ постепено. Ако се прелази из ниже азотне равноте-
же у вишу, тада организам, при примању веће количине бе-
ланчевина, задржи првих дана извесну количину азота, па се тек
тада успостави нова азотна равнотежа. На пример, организам је
у азотној равнотежи са 500 гр. мяса (17 гр. N); од једном се
храна повећа од 500 гр. на 1500 гр. мяса (51 гр. N); од тога
тренутка, организам разорава следеће количине беланчевина из-
ражене одговарајућом количином мяса:

1. дана	1222 грама
2. „	1310 „
3. „	1390 „
4. „	1410 „
5. „	1440 „
6. „	1450 „
7. „	1500 „
8. „	1500 „

Као што се види, тек је седмога дана успостављена равнотежа, т. ј. до тога је дана организам разоравао мање беланчевина него што их је примао.

Обрнуто, при прелазу из више азотне равнотеже у нижу, новој равнотежи претходи извесан губитак организмова азота, као што се види у следећему огледу:

Организам је у азотној равнотежи са 1500 гр. мяса. Од једном се та количина сведе на 1000 грама. Од тога дана, потрошња беланчевина, изражена на исти начин као и у претходноме огледу, ниже се овако:

1. дана	1153 грама
2. „	1086 „
3. „	1088 „
4. „	1080 „
5. „	1027 „

Дакле, петого дана равнотежа није још сасвим постигнута са новом количином беланчевина. Организам за све то време троши више беланчевина него што их прима; значи, да ће организам изгубити један део својих беланчевина, док се успостави нова азотна равнотежа.

Додајмо још овај пример, који показује како се у човека врши прелаз са ниже на вишу равнотежу:

	Примање гр. азота	Издавање гр. азота
1. дана	14,4	14,3
2. „	14,4	14,5
3. „	14,4	14,3
4. „	20,96	17,62
5. „	20,96	19,02
6. „	20,96	20,28
7. „	20,96	20,82

Из овога што знамо сада о азотној равнотежи излази јасно: да се самим повећавањем азотне хране не постиже знатно нагомилавање беланчевина у организму, пошто је, после врло кратког времена организам у равнотежи са новом количином приманог азота.

Утицај масти на азотну равнотежу.

О утицају масти на азотни промет знамо, да животиње које садрже више масти у своме организму сагоревају мање беланчевина при гладовању и да се, према томе, могу одржати у азотној равнотежи са мањим количинама азота од оних потребних да се то постигне у мршавих животиња. Видели смо такође, да примање само масти не утиче на азотну потрошњу, али да заштићује резервне масти организмове. Питање је сада, како утичу

масти на азотни промет, кад су даване као храна, не саме, већ уз беланчевине.

Масти поштеђују беланчевине.

Кад организам добива масти и беланчевине, тада се азотна равнотежа може постићи са мањим количинама беланчевина него при узимању самих беланчевина. Тако да једна количина беланчевина, која није довољна за одржавање азотне равнотеже при чисто беланчевинској храни, постаје довољна, па чак и више него довољна, када јој се додаду масти. Али ипак је азотни минимум за одржавање равнотеже уз изобилне количине масти већи од количине азота коју организам лучи при потпуноме гладовању.

У следећем огледу на псу, док се са 11,99 гр. N, и врло мало масти, не постиже азотна равнотежа, она се, додавањем 151 гр. масти, постиже са мање од 6 гр. азота.

Издавање N при гладовању	П р и м а њ е		Издавање азота	Азотни биланс
	азота	масти		
4,01	11,99	3,8	12,04	— 0,05
4,85	7,49	85	7,78	— 0,29
4,22	5,11	86	5,72	— 0,61
4,01	5,88	151	5,46	+ 0,42
3,86	5,30	159	5,16	+ 1,14

Из тог се огледа такође види да и уз изобиље масти треба више азота за азотну равнотежу него што га организам лучи у гладовању: око 1,5 пута више.

Човек од 75 кгр. тежине лучи у једноме огледу 9,09 гр. N при гладовању. Са довољним количинама масти, он је у азотној равнотежи са 11,29 гр. азота. Та количина, већа од азотнога лучења при гладовању, била би сасвим недовољна да без масти одржи равнотежу.

Што се тиче утицаја мењања количине азота добивеног уз масти, на азотни промет, имамо и у овоме случају више азотних равнотежа, са горњом и доњом границом, као и при узимању самих беланчевина, са том разликом што се, у присуству јаких количина масти, беланчевине много дуже и у већим количинама таложе, депонују, у организму, пре него што се успостави азотна равнотежа. Према томе, помоћу масти не постиже се само задржавање масти већ и задржавање беланчевина, т. ј. грађење меса.

Утицај угљених хидрата на азотну равнотежу.

Давањем самих угљених хидрата, видели смо да се азотно лучење при гладовању може врло знатно смањити. Да видимо сада како утичу угљени хидрати, давани са беланчевинама, на азотну равнотежу. Одговор на то питање гласи: под утицајем давања угљених хидрата смањује се азотна потреба организма, и према томе се може добити азотна равнотежа са много мање беланчевина него што их је потребно кад организм добива њих само. У томе смислу, као што смо видели, делују и масти, само што је дејство угљених хидрата много јаче.

Јака моћ азотне поштеде угљених хидрата.

Следећи је низ огледа извршен на псу, који је добивао стално и малу количину масти.

Издавање азота при гладовању	П р и м а њ е		Издавање азота	Азотни биланс
	азота	угљених хидрата		
5,25	3,83	249	4,91	— 1,08
4,94	5,00	249	4,35	+ 0,63
4,93	5,07	334	4,48	+ 0,59
4,08	5,88	286	4,47	+ 1,41
4,98	5,11	274	5,11	0

Из тога се прегледа види, да се са удруженим беланчевинама и угљеним хидратима може одржати азотна равнотежа са количинама беланчевина готово једнаким са оним које организм разорава у гладовању.

У другом и трећем огледу пређашњега прегледа, организм је чак и задржао извесне количине беланчевина, тако да би то значило, да се потпуна азотна равнотежа може добити и са количинама беланчевина мањим од оне коју организм троши у гладовању, само ако се уз беланчевине дају угљени хидрати.

У новије доба добивене су азотне равнотеже (привремене, бар) помоћу угљених хидрата и беланчевина, са много мање азота него што је азот гладовања.

Азотна равнотежа са мање азота од азотне потрошње при гладовању.

У једноме огледу, човек од 75 кгр. лучи у гладовању 9,09 гр. азота; са угљеним хидратима пак, добивена је азотна равнотежа са 4 грама, па чак и са 2,8 грама азота.

У многим огледима на човеку утврђено је, да се може добити азотна равнотежа и одржавање телесне тежине са врло малим количинама беланчевина, под погодбом да буде у храни у изобиљу масти и угљених хидрата. Целокупни број калорија такве азотом сиромашне хране не мора бити већи него у храни која садржи много беланчевина.

Равнотежа
других хе-
мијских
елемената.

Разуме се, да је по одрастао организам важно одржавање равнотеже не само његових азотних размена већ и свих других размена материје уопште. Организам мора, у извесним границама, бити у равнотежи угљеника, водоника, кисеоника, сумпора и ма кога другог елемента његовога органскога градива. На пример, кад би организам дневно губио стално само један милиграм више гвожђа него што прима тога метала, смрт би морала настати после ограниченога времена. Јасно је, да организам из истога узрока мора одржавати и своју водену равнотежу и равнотежу натриумхлорида, и многе друге, јер су све те равнотеже погодбе да би се живот могао одржати. У доба растења пак све те равнотеже морају бити одсутне у смислу да примања претежу над издавањима.

Према томе, као што се види, поред питања азотне равнотеже, којим смо се позабавили, требало би на исти начин испитати законе који владају квантитативном разменом и других елемената које организам промеће. Нема сумње, да је једна од важних погодаба нормалне исхране испуњена кад је организам у азотној равнотежи; али то није доста, јер се може десити да је организам у дефициту својих других размена и да осетљиво опада у тежини иако је у азотној равнотежи. Али је ипак неоспорно, да је питање квантитативног промета азота, са практичнога гледишта бар, најважније. Промет воде, на пример, или тачније водена равнотежа, успоставља се сама механизмом воденога лучења и нагоном који се назива жеђ. О минералним разменама немамо такође у практичној исхрани да се много бринемо, јер органска храна, животињска и биљна, доноси са собом у довољној количини минералне састојке чије истурање организам доводи у склад са примањем. У питању азотног промета имамо пак неколико чинилаца врло важних са практичнога гледишта на исхрану; отуда је изучавању квантитативнога азотнога промета посвећено више труда него свим другим квантитативним разменама материје живог организма.

Пре свега, хемијска је природа разних хранљивих животињских и биљних производа тако различна што се тиче садржаја азотом, да је човек изложен, према приликама и месту где живи, као и према своје личноме нагону, да прима веома различне количине азота у својој храни. Затим кад се има на уму, да беланчевине дају, распадајући се у организму, низ производа за које се не може рећи да је свеједно по одржавање здравља да ли постају и круже у организму у већим или мањим количинама, тада ће се схватити, да је од нарочите вредности знати

са колико се азота могу, у разним приликама, задовољити азотне потребе организмове. Најзад треба додати, да је питање потребне количине азотне хране важно и са економскога гледишта, јер, уопште узевши, ~~азотна храна више стаје од азотом сиромашне хране.~~

У последње доба, питање потребне азотне хране, до скоро посматрано само квантитативно, постало је сложеније тиме, што оно садржи сада у ствари два питања: једно је питање количине, а друго, питање каквоће азотнога материала.

У следећим редовима позабавићемо се тим двогубим питањем.

V. Квалитативна и квантитативна потреба азота.

Знамо да се разне беланчевине, животињске и биљне, разликују међу собом у погледу аминокиселина из којих су састављене. Неке са аминокиселине налазе у врло различним размерама у овом или оном протеину, док неке аминокиселине, присутне у једној, могу бити потпуно одсутне у другој беланчевини. Квалитативне азотне потребе. Понашају ли се на исти начин те разне беланчевине у одржавању азотне равнотеже и уопште у подмиривању азотних потреба организмових? Не. У последње доба је доказано, да беланчевине морају доносити организму не само извесну количину азота, већ да овај мора бити у виду разних аминокиселина, међу којима неке не могу бити замењене другим. Имамо беланчевина које садрже све потребне аминокиселине у згодним размерама, али их имамо и таквих које не садрже неке од потребних аминокиселина. У ове последње долази, на пример, једна кукурузна беланчевина, зеин. Хидролизом, зеин не даје ни гликокола, ни оксипролина, ни триптофана, ни лизина. Са самим зеином као азотном храном, млади мишеви не могу расти и брзо угину. Њихово се стање поправља ако се зеину дода само триптофана, иако ни сада мишеви не расту, али живе много дуже. Тако исто са самим лепком, желатином, не могу се задовољити азотне потребе организмове, али, дода ли му се триптофана, животиње живе неодређено време.

Неке аминокиселине организам може сам градити. То су, на пример, гликокол и пролин. Њих организам не мора добивати у храни, али присуство других неопходно је потребно за нормално и трајно обављање живота. Ту спадају: триптофан, лизин, цистин, хистидин, аргинин. Разумљиво је, да није довољно да једна потребна аминокиселина буде присутна, већ мора бити и у довољној количини. А и однос у коме се налазе количине разних потребних аминокиселина игра велику улогу. Ако се једна од тих аминокиселина налази у количини која је испод

минимума организму потребног, тада ће друге аминокиселине моћи бити искоришћене само делимично, у односу са оном аминокиселином која се налази у најмањој количини према потреби организмовој.

То што претходи објашњује нам сада, зашто су, при тражењу најмање количине азота којом се може добити азотна равнотежа у човека, добивани различни бројеви. Јер се разне беланчевине не могу замењивати једна другом, у погледу њихове вредности за одржавање азотне равнотеже, грам за грам њихова азота.

Азотни минимум.

Организам се може задовољити врло малим количинама азотне хране, ако добива у изобиљу угљене хидрате и масти. Дуго година сматрало се, да 118 грама беланчевина представља дневну потребу одрасла човека средње тежине. Данас поуздано можемо тврдити, да знатно слабије количине могу задовољити све азотне потребе. Са хлебом и воћем добивена је у човека азотна равнотежа са 17—19 грама беланчевина (Hindhead). Са кромпирем је постигнута азотна равнотежа са 25 грама сварених и апсорбованих беланчевина (Abderhalden). Међутим не треба сметнути с ума, да се ту тиче минимума добивених у огледима чије је трајање органичено, и да би, ма како велику теоријску важност имали ти резултати, било погрешно мислити да треба циљати ка њима у нашој нормалној исхрани. На против, вероватно је, да је корисно да наша храна садржи беланчевина у количинама знатно изнад огледима добивених минимума. Али у сваком случају остаје чињеница, да су беланчевине у савременој физиологији изгубиле много земљишта, јер сада знамо, да беланчевине не морају вршити друге улоге, у одраслом организму, него да надокнађују азотно трошење ткива. А то је трошење врло слабо. Видећемо доцније, да беланчевине не играју никакву енергетску улогу коју не би на себе могла узети безазотна тела, масти и угљени хидрати. Нема сумње такође, да наша храна, нарочито градских становника, садржи обично одвише беланчевина, и да би било у интересу нашега здравља, да у томе погледу у неколико променимо своје навике.

Интересантно је видети сада како је састављена људска храна која је усвојена под утицајем обичаја, нагона и других чинилаца али свакако без свакога обзира научнога реда.

Статистички подаци о саставу људске хране.

А. Gautier је израчунао, помоћу статистичких података трошарине града Париза, да у средњу руку један Парижанин троши дневно:

беланчевина	96,85 гр.
масти	55,71 „
угљених хидрата	410,35 „

Исти је писац из прикупљених података о саставу хране појединаца који припадају разним расама и професијама, израчунао, да дневна храна људи, подељених овде према раду који производе у три категорије, има ове саставе (средња вредност).

	беланчевине	масти	угљеди хидрати
I особе које не производе мишићнога рада (лекар, професор, радник у одмору, студент)	111,3	84,5	337,6
II особе које производе средњи рад (тежак, ковач, војник и т. д.) . .	167	71	692
III особе које производе врло напоран рад (тестераш, мајдански радник, велосипедиста)	191,3	132,2	810,8

За једно краће време свога живота, човек и сисари уопште не бирају слободно своју храну, већ је примају у виду матерњег млека. Интересантно је видети какав је састав те хране, јер нема сумње да она мора потпуно одговарати потребама младога организма. Женско млеко (два месеца после порођаја) има овај састав (на 100 гр.): 1,52 беланчевина, 3,28 масти, 6,50 шећера. У млеку тога састава беланчевине се налазе у односу према безазотним органским састојцима (масти + шећер) као 1 : 6,4, док је тај однос у људској храни обично око 1 : 4,5 (1 : 4,5 у горњем примеру хране Парижанина). То значи, да је млеко сиромашније беланчевинама од хране коју човек слободно бира. Кад се има на уму, да су азотне потребе младога сисара услед растења неоспорно веће од потреба одрасла човека, онда и у овој чињеници имамо доказа да наша храна обично садржи више азота него што је потребно.

Храна младога сисара.

VI. Витамини.

Некада се држало, да су организмове потребе задовољене, кад оброк, поред потребних минералних састојака, садржи одређен број калорија у виду масти, угљених хидрата и беланчевина, са једним минимумом азотне хране. Доцније се увидело, да, као што смо већ изложили, азотна потреба није једно питање само количине већ и каквоће, јер да беланчевине морају доносити не само одређену количину азота већ да тај азот мора бити у облику одређених аминокиселина.

У најновије доба, проблем потребне хране постао је изненада још сложенији. Данас је непобитно утврђено, да минерални састојци, угљени хидрати, масти и беланчевине нису сами подобни задовољити потребе растења и одржавања нормалног живота. Поред тих састојака храна мора садржавати и нека тела непознатог нам састава која су названа витамини. Ево доказа:

Недоста-
так вита-
мина.

Кокоши храњене читавим зрном пиринча одржавају се у одличну здрављу; али ако се пиринач претходно ослободи своје сребрнасте покожице, тада живина храњена тим пиринчем убрзо се поразболи, са дубоким живчаним поремећајима (*Polyneuritis gallinagum*). Интересантно је, да та болест личи на бери-бери, болест која влада у Јапану међу становницима који се хране готово искључиво пиринчем. Дода ли се томе непотпуноме пиринчу његова опна, тада животиње оздраве у кратком размаку времена. Као што се види, опна пиринчева зрна садржи нешто што је потребно за нормалну исхрану. Међутим, хранљива је вредност пириначних мекиња врло мала. Оне дакле свакако не одигравају своју улогу обичним познатим нам састојцима хране.

Други пример: Мишеви храњени црним хлебом живе у потпуноме здрављу. Али ако се из хлеба извуку састојци који су растворљиви у алкохолу, тај исцрпни хлеб није подобан одржати мишеве у животу, и ништа не помаже додавати му позната тела што их је алкохол растворио (масти, лецитин, итд.). Дода ли се пак томе хлебу његов алкохолни екстракт, тада мишеви живе нормално. У овоме случају алкохол одузима хлебу неки састојак који је потребан за нормално обављање живота, као год што се такав састојак одузима пиринчу одвојивши његове мекиње. Ти непознати чиниоци потребни за нормални живот називају се витамини.

Нема сумње, да се ту не тиче једнога јединога хемијскога састојка већ да су витамини представљени хемијским једињењима различних особина, као што ћемо даље видети.

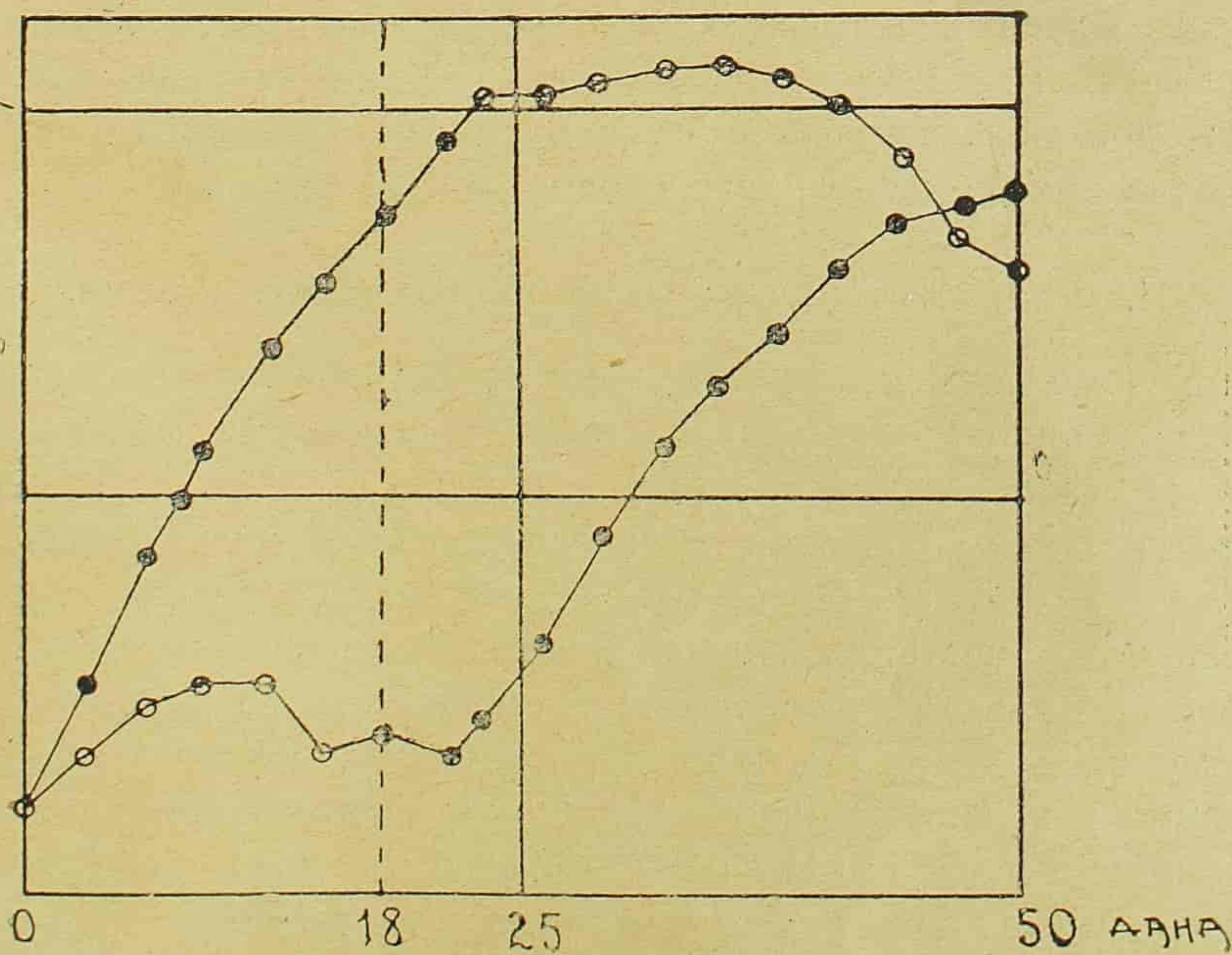
Као што рекосмо, хемијска нам је природа витамина непозната, па према томе тешко је рећи коју врсту улога играју у организму, јер се не зна у којој се количини налазе у храни. Једна је њихова особина значајна: витамини се разоравају грејањем на 120° . Ако храну, којом се једна животиња одржава у нормалном животу, прокувамо на 120° , она постаје неподобном да ту исту животињу одржи у животу. Хранљива се вредност хране није променила, али су њени витамини разорени.

Витамини
и растење.

У следећем огледу видимо како витамини утичу на растење. Млади пацови, подељени у две групе, добивају ову храну:

казеин (исцрпен алкохолом)	22%
скроб	42
сахароза	21
свињска маст	12,4
соли	2,6

Та храна не садржи витамина. Њоме, без икакве примесе, храни се једна група пацова, док друга група добива уз ту храну дневно по 3 кубна центиметра млека на сваку животињу. Та количина млека представља врло мало суве материје, не више од 4% целокупне хране. Међутим, њен је утицај на растење, као што казује сл. 10, достојна чуђења. Доња кривуља представља промене тежине, у току од 18 дана, оних пацова који су добивали горњу храну, без додатка млека, док се горња кривуља односи на оне који су поред те исте хране добивали поменућу малу количину млека. После 18 дана изврне се начин храњења, тако да пацови који су дотле добивали витамине буду лишени њих, и обрнуто. Последица је те промене, као што се види, врло јасна.



Слика 10.

Растење пацова кад је храна нормална и кад је лишена витамина.

Витамици, или како их неки називају, помоћни чиниоци растења и равнотеже, деле се данас у две групе: једни су растворљиви у води, други су растворљиви у мастима.

Први се налазе у свакој природној животињској и биљној храни: у млеку, у жуманцету јајета, у мишићима и нарочито у разним жлездама (јетра, бубрег, панкреас); у биљака се налазе у зрневљу, и то у клици и опнама, у квасу, итд.

Витамини растворљиви у мастима налазе се у биљним зеленим деловима и у животињским мастима, и то не у резервним мастима, већ у мастима које се извлаче из самих органа и које су ћелијско градиво.

Наше је знање о витаминима још врло скучено. Међутим оно већ баца своју светлост на многа питања: разне болести, бери-бери, скорбут, пелагра, последице су недостатка витамина; с друге стране, пошто знамо да храна грејана на 120° губи своје витамине, схватамо зашто би стерилизована храна (консерве, млеко) могла изгубити неке своје особине. Најзад, локализовање витамина у зрневљу јесте један нов доказ како је посве неоправдана употреба потпуно бела хлеба; онај део зрна, који садржи витамине и корисне минералне соли, одваја се у виду мекиња и употребљује као сточна храна, док ми због тога скупље плаћамо остатак пшеничнога зрна, који је непотпуна храна. Да је бео хлеб непотпуна храна сведоче нам ове чињенице: о самоме беломе хлебу млади мишеви не живе више од десетак дана; одрасли се поразболе са симптомима невритиса и бери-бериа; о црном хлебу живе неодређено време.

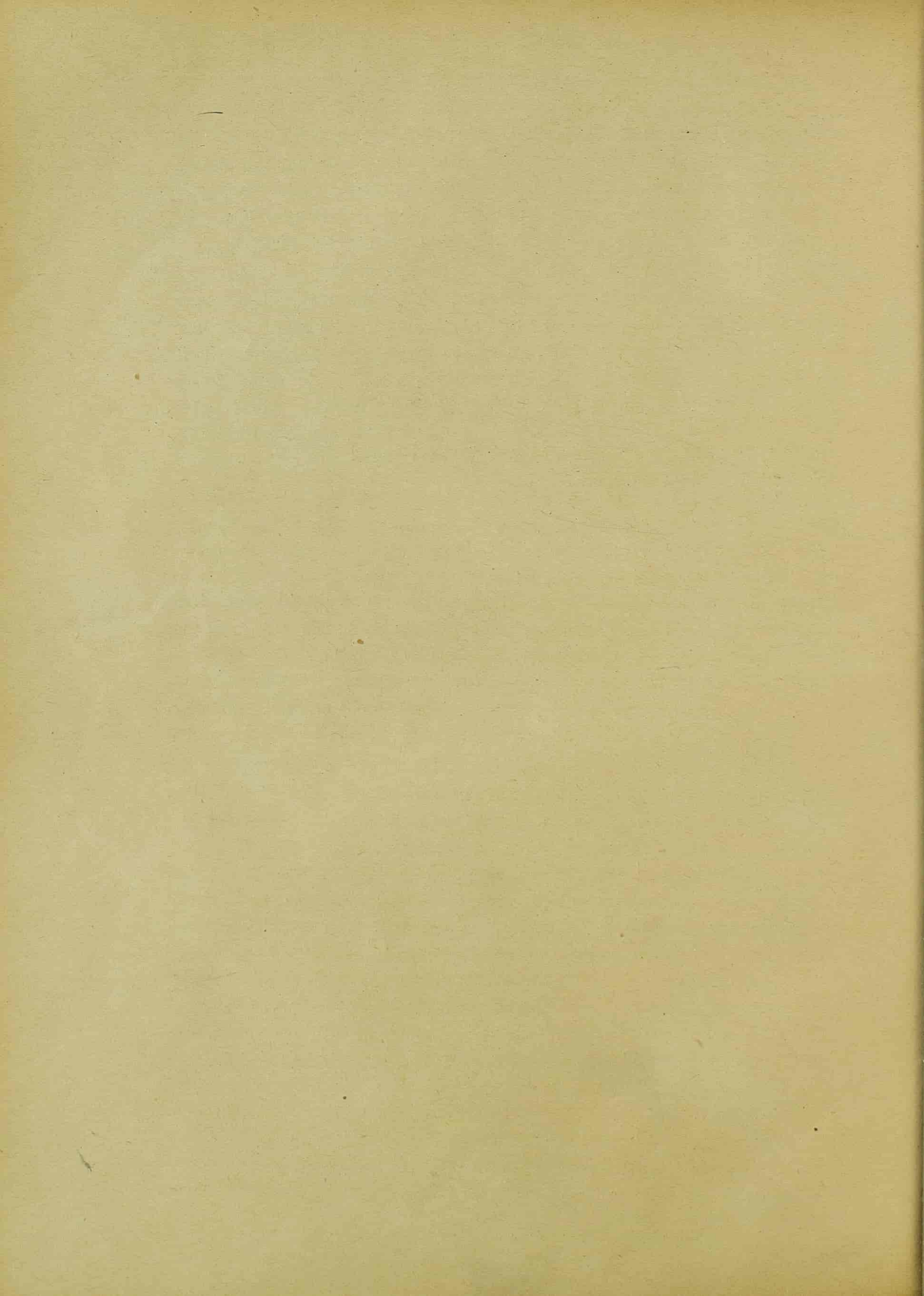
VII. Физиолошка основа за састављање оброка.

У томе питању мора се поћи од потребе енергије, изражене у калоријама, коју храна има да задовољи. Претпоставимо за сада, да знамо која је енергетска потреба организма. Како ћемо поделити ту енергију међу беланчевине, масти и угљене хидрате? Што се тиче азотне потребе, видели смо, да се она може подмирити врло различним количинама беланчевина и да имамо разлога изабрати такву количину која је изнад минимума, али коју би било корисно одржати испод оне коју налазимо у већини уобичајених оброка. Остатак калорија расподелићемо међу угљене хидрате и масти. При томе треба имати на уму, да један грам угљених хидрата даје организму 4,1 калорије, док иста количина масти даје 9,3 калорија. Али, у одвише великим количинама, масти се тешко варе и тешко подносе, тако да већи део калорија ипак мора пасти на угљене хидрате.

Приметићемо овде, да изучавање закона који управљају азотним прометом и прометом безазотних тела доводи очевидно до

ове основне одлике целокупне исхране: потребе организмове могу се подмирити храном чији састав може у извесним границама, бити врло различан. Било би узалудно, према томе, тражити једну формулу исхране која би имала стварно преимућство, над свима другим. Највише што се може учинити јесте утврдити границе у којима треба да остане састав наше хране.

У осталом, могло се а priori знати да организам мора бити подобан да задовољава своје потребе храном врло различног састава; јер кад се има на уму да је у бирању хране човек од вајкада био вођен нагоном и обичајима, да му често природа и не даје никакав избор, а да се човечанство ипак до данас одржало, то значи да је организам кадар подмирити своје потребе храном која се не да представити једним рецептом. То је била погодба опстанка живих бића.



4

ДРУГИ ДЕО

Размене енергије *биохе*

I. Енергија и живот.

Размене материје попраћене су у живих бића разменама енергије. Те две врсте размена присно су скопчане једна са другом. Јер енергија ступа у организам заједно са материјом, прикривена тако рећи у њој, у виду хемијске енергије. Према томе, енергетске размене зависе од размена и промета саме материје, јер ослобођавање енергије унете у организам зависи од промена које ће материја претрпети при своме пролазу кроз организам.

Размене
материје
и размене
енергије.

Било би дакле погрешно са физиолошкога гледишта обазирати се само на хемијски састав и склоп молекула материје која ступа у промет живота. Јер материја не вреди само као таква, већ и по енергији коју носи. Могло би се чак рећи, да је са физиолошкога гледишта материја нарочито носилац енергије. Кад организму не би требала енергија, материални промет свео би се на најмању меру, јер највећи део тога промета бива искључиво у енергетској сврси. У извесним границама, организам је равнодушан према хемијскоме саставу материје коју прима, од које не тражи друго до њен енергетски потенцијал.

Материја која ступа у промет организма испуњава у главном две врсте улога: прво, одржава грађу самога организма и састав његових сокова; друго, снабдева организам енергијом. Неки састојци хране играју само прву врсту улога: то су вода, минералне соли; неки играју претежно другу врсту улога: то су угљени хидрати и масти, који су нарочито извор хемијске енергије, или, тачије речено, органско гориво; најзад, беланчевине

Двојака
улога хра-
не.

се могу сматрати телима која играју обе те врсте улога, јер су неопходно потребне као градиво а могу бити и извор енергије. Та подела нема ничега апсолутнога, јер нема сумње да, на пример, и неке масти (липоиди...) узимају важног удела у грађи живе материје, а могло би бити да ни угљеним хидратима нису ускраћене улоге те врсте.

Пошто смо се у претходноме делу ове књиге упознали са прометом материје, сада ћемо се упознати са прометом енергије, који се не би могао схватити без првога и који ће га у исто доба допунити. Познавање промета материје открива нам промет енергије, који опет објашњава дубоки смисао материјалних размена.

Начело
неразор-
љивости
енергије и
жива бића.

Као што је познато, жива бића нису извор никакве енергије, већ им ова у целокупности својој долази споља. У животном промету, енергија нити се губи, нити се ствара: она се дакле у овоме као и у другим механизмима конзервише у истој количини. Принцип конзервације енергије важи и за жива бића.

Трансфор-
мовање
енергије.

Енергија се налази у природи у разним облицима, као што су топлота, светлост, хемијска енергија, електрична енергија, механички рад и др. Сви се ти облици енергије пак могу претварати једни у друге. На пример, хемијска енергија која се налази у систему цинак + киселина претвориће се у електричном елементу, батерији, у електричну енергију; ову можемо пак, као што је свакоме познато, претворити у механички рад, или у светлост и топлоту, или поново у хемијску енергију. У парној машини хемијска се енергија претвара у топлоту, па топлота у механичку енергију; спојивши парну машину за динамо, претварамо механичку енергију у електричну, итд.

Разни о-
блици
енергије
у живих
бића.

У живих бића нижу се такође разне промене облика енергије; друкчије речено, и у њих се врше трансформовања енергије. Полазећи једино од хемијске енергије, наилазимо у живих бића, у истоме организму, на топлотну енергију (животињска топлота), на механичку енергију (мишићни рад), на електричну енергију (електричне појаве у мишићима, електричне рибе), на светлосну енергију (инсекти и бактерије које светле). Према томе, трансформовања енергије интересују на највишем степену и биолога. Стога морамо овде изложити најосновније појмове о томе предмету.

Квантита-
тивни од-
нос изме-
ђу разних
облика
енергије.

Рекли смо, да принцип конзервације енергије важи и за жива бића. У њима енергија може само мењати свој облик, али нити се може створити нити разорити: она остаје, при пролазу кроз животни механизам, у истој количини. То значи, да се пре-

лаз из једнога облика енергије у други мора вршити по једноме сталноме односу, према утврђеној јединици мере за те разне облике. На пример, ако топлоту меримо калоријом (то је количина топлоте потребна да један килограм воде повиси своју температуру за 1 степен), а рад килограм-метром (то је рад представљен дизањем једног килограма на метар висине), тада та два облика енергије стоје у односу 1:425. Другим речима, када се топлота претвара у механички рад, тада свака нестала калорија даје 425 килограм-метара; обрнуто, један килограм-метар, претварајући се у топлоту, даје $\frac{1}{425} = 0,00234$ калорија. Сталан однос претварања постоји између ма која два облика енергије.

Дакле, за одређену количину једне врсте енергије која не стаје добива се увек, у одређеном односу, један други облик енергије. Али то не значи, да је могућно претворити потпунице количину којом се располаже ма које енергије у ма који други облик. На пример, ако имамо 425 килограм-метара механичке енергије у виду једнога тела који виси, могућно је, теоријски бар, да се падом тога тела та механичка енергија потпунице претвори у топлоту и произведе једну калорију. На против, кад се топлота претвара у механички рад, тада се само један део калорија којим се располаже може претворити по горњему односу. О погодбама под којим се врши претварање топлоте у рад биће даље говора; овде хоћемо само да покажемо зашто је оправдана подела разних облика енергије у две групе: у енергију више врсте и у енергију ниже врсте.

Енергија
више вр-
сте и енер-
гија ниже
врсте.

Они облици енергије, који се могу потпунице претворити у механички рад, јесу енергије више врсте. Ту спада електрична енергија, хемијска енергија, па и механичка енергија, која се може потпунице претворити у два претходна облика енергије више врсте. Сви ти облици енергије више врсте могу се лако и потпунице претворити у топлоту.

Облици енергије пак, који се, као што рекосмо, само делимично могу претворити у енергију више врсте, јесу енергије ниже врсте. Ту спадају топлотна и светлосна енергија.

Претварањем топлоте у механички рад управља принцип Carnot-Clausius-a. То се претварање може неограничено вршити само ако располажемо једном разликом температура. У колико је та разлика већа, у толико ће већи проценат калорија, прелазећи са више на нижу температуру, ишчезнути и појавити

Начело
Carnot-
Clausius.

се у виду рада. То искоришћавање топлоте дато је овом формулом:

$$\frac{T_1 - T_2}{273 + T_1},$$

у којој је T_1 температура са које пада топлота, а T_2 температура на коју пада та топлота. У парној машини, T_1 представља температуру котла, а T_2 температуру кондензатора.

Узмимо да је $T_1 = 164^{\circ}$ а $T_2 = 40^{\circ}$, тада би једна савршена машина могла теоријски искористити од топлоте која се налази у котлу:

$$\frac{164 - 40}{273 + 164} = 0,28;$$

Дакле само једну четвртину.

Врло је важно схватити поменути принцип за разумевање питања, којим се начином производи мишићни рад.

Деградовање енергије у животињском организму.

Видели смо да енергија може бити више врсте и ниже врсте. Прелазећи из прве у другу, јасно је да она тиме нешто губи, да се она деградује. То се деградовање енергије врши и у животињском организму. Он прима, као што ћемо видети, енергију у виду хемијске енергије, дакле у вишем облику. Та се енергија пак коначно трансформује у организму у топлоту. Животињски је организам дакле један деградатор енергије као што је деградатор и материје. И као год што се у природи негде мора вршити синтеза органске материје из неорганске, да би трајан опстанак животињског живота био омогућен, тако се исто негде мора и хемијска енергија регенерисати. Једно и друго врши се у хлорофилној биљци. Она из неорганскога материјала гради органску материју, а сунчеву светлосну енергију, једино врело енергије наше планете, уздиже на степен хемијске енергије коју везује за та једињења у виду њихова хемијскога потенцијала. Биљка је дакле регенератор материје и енергије. То претварање светлосне енергије у хемијску енергију хлорофилном функцијом биљака, процес је од огромнога значаја у природи. Том се хемијском енергијом биљнога порекла не снабдева само цео животињски свет, већ и највећи део људске индустрије.

Уздизање енергије на виши ступањ у хлорофилних биљака.

II. Хемијска енергија и храна.

Животињски организам може подмирити своје енергетске потребе једино ако енергију прима у облику хемијске енергије која је прикривена у извесним органским једињењима. Видели смо која су то једињења: масти, угљени хидрати и беланчевине.

Пошто је хемијска енергија одабрани облик енергетске хране, тако рећи, која је полазна тачка свима трансформисањима енергије којима је жива материја седиште, то је потребно да физиолог буде што боље обавештен о особинама те енергије, која се може сматрати врелом живота.

Прва је особина хемијске енергије да она није непосредно приступачна нашим чулима. Ми дознајемо да је она присутна тек пошто је претворимо у какав други облик енергије. Стога и немамо за њу специално мерило, већ је меримо количином топлоте коју може дати трансформишући се. Кад будемо дакле рекли, да неки састојак хране садржи одређен број калорија, то ће значити, да садржи количину хемијске енергије, која би дала тај број калорија претворивши се у топлоту. Када би храна заиста садржавала у правоме смислу калорије, као што се то обично вели, она би нам могла послужити на енергетске сврхе онолико колико угрејана вода својом топлотом; друкчије речено, не би била храна у енергетском смислу.

Одlike
хемијске
енергије.

Пре него што се претвори у какав други облик, хемијска је енергија, тако рећи, потајна, скривена у хемијском систему који је садржи. Узмимо, на пример, систем тела: 8 грама кисеоника и 1 грам водоника. Тај систем садржи у себи извесну количину хемијске енергије, која се ничим не испољава, која се назива потенциалном енергијом, а која се може упоредити са енергијом коју представља један тег који виси на извесној висини. Под утицајем једне варнице, на пример, систем кисеоник + водоник претвара своју хемијску енергију у топлоту, давши по формули: 8 гр. кисеоника + 1 гр. водоника = 9 гр. воде на 0° + 34,3 калорија.

У другим околностима, хемијска се потенциална енергија може претворити у друге облике енергије.

На пример, у мишићу се хемијски потенциал система шећер + кисеоник претвара у мишићни рад.

Хемијска се енергија одликује још и тиме што се може лако сачувати, консервисати, и то у великој концентрацији. Те су њене особине веома важне и са физиолошкога гледишта. Хемијска енергија се може сачувати у храни неограничено време, без неких нарочитих опрезности, као што се хиљадама година сачувала и у угљу. Корист те њене особине постаје очевидна кад се помисли како је тешко консервисати електричну енергију или топлоту. Затим, хемијска је енергија врло концентрисана. Може се рачуном доказати, да је немогућно везати у икојему другом облику толико енергије за тако малу запремину или тежину као

у концентрисани

у концентрисани

што је то могућно за хемијску енергију. Томе се надодаје корисност распрострањености кисеоника на земљиној површини: Жива бића извлаче хемијску енергију нарочито из реакција оксидовања; пошто је кисеоник свугде присутан, то га организам не мора од једном узети у оној количини потребној за сагоревање једнога обода, већ га узима у свакоме тренутку за своју тренутну потребу. Кад би пак организам морао да има, поред горива, на стоваришту и одговарајућу количину кисеоника, то би било незгодно као и за пароброд који би морао поред свога угља понети и кисеоник потребан да га сагори, јер би за три тоне угља морао понети 8 тона кисеоника!

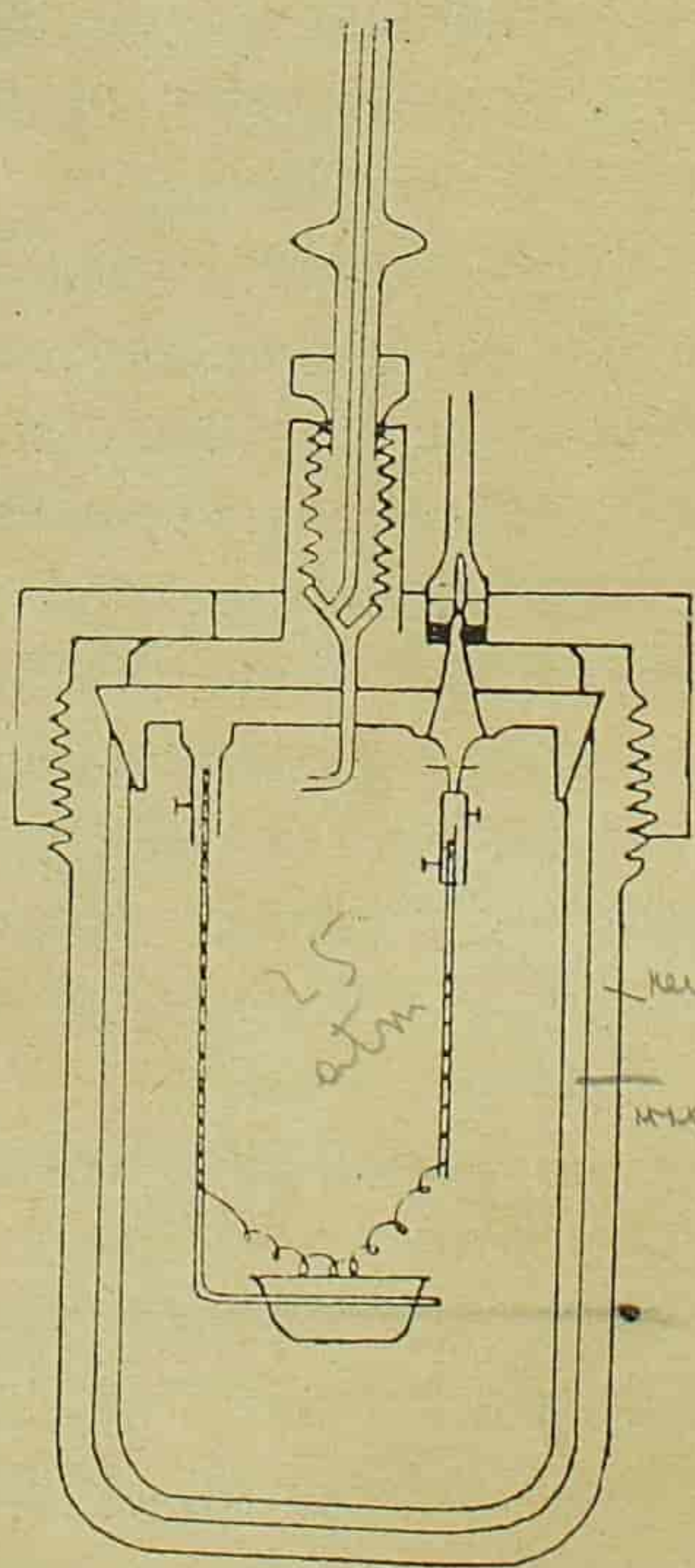
Хемијска енергија има дакле ове особине, које јој дозвољавају да испуњава своје улоге у животном механизму: она је енергија више врсте, концентрисана је, лако се конзервише, и један члан реакција које је развијају, кисеоник, прекрива земљину површину.

Рекли смо, да се хемијска енергија мери у виду топлоте. То се врши апаратом названим Berthelot-вљева бомба (сл. 11). Тај се апарат састоји из једнога отпорнога челичнога суда обложеног изнутра платином, а који се поклопцем може херметички затворити. Тело, чија се топлота сагоревања жели одредити, смести се у мали чанак који виси у суду; да би сагоревање било потпуно и тренутно, у бомбу се сабије кисеоник под притиском од 25 атмосфера. Материја се ужеже на тај начин што се електричном струјом усија једна жица која је у њену додиру. Калориметром се одреди колико је топлоте развијено.

У следећем низу имамо вредности добивене за један грам разних тела која улазе у састав наше хране:

беланце јајета	5,691	калорија.
говеђе месо (исцрпено алкохолом и етером)	5,731	
хемоглобин	5,914	
казеин	5,629	
лепак (желатин)	5,151	
маст	9,423	

Мерење
топлоте
сагоревања.



Слика 11.
Berthelot-вљева бомба.

Калоријска вредност састојака хране.

маслиново уље	9,400
глицерин	3,228
стеаринска киселина	9,545
целулоза	4,185
скроб	4,182
малтоза	3,949
сахароза	3,955
гликоза	3,743

То су бројеви који се добивају када се сагоревање врши у Berthelot-вљевој бомби. Како се они могу применити на сагоревање истих тела у животињском организму? У томе погледу намећу се ове две примедбе. Прво, сагоревање свих органских тела није увек тако потпуно у организму као у бомби; то се нарочито тиче беланчевина, које у бомби потпуно сагоревају, дајући воду, угљендиоксид, амониак, док у организму дају непотпуно оксидоване производе, као што су уреа, урска киселина и др. Друго, и онда када сагоревање у бомби и у организму даје исте производе, то не значи, да се у оба случаја истим путем, тј. истим хемијским процесима до њих дошло.

Сагоревање у организму.

На те две примедбе наћи ћемо одговора у принципу термохемије познатом под именом принципа коначнога стања. По томе принципу, прелаз из једнога хемијскога система у други, развија или упија увек исту количину топлоте, без обзира којим се путем ишло од првога до другог система. Топлота која је у вези са једном хемијском реакцијом зависи дакле само од почетнога и коначнога стања. На пример, кад шећер и масти сагоревајући у бомби или у организму дају у оба случаја исте крајње производе, тј. воду и угљендиоксид, значи, да су у оба случаја ослободили исту количину топлоте иако се, нема сумње, различним хемијским процесима дошло до истих крајњих производа у организму и ван њега. Физиолошка је важност тога принципа очевидна: он нам омогућава да утврдимо колико је једно тело, прошавши кроз организам, ослободило енергије, а да не морамо знати кроз које је све хемијске реакције прошло; довољно је да су нам познати његови крајњи производи.

Начело коначнога стања.

На прву од горе учињених примедба, принцип коначнога стања такође нам одговара. Кад неко тело, као што су беланчевине, непотпуно сагорева у организму, оно је мање развило топлоте, или боље рећи енергије, него кад потпуно сагори ван организма. Ако накнадно сагоримо производе непотпуне оксидације беланчевина у организму и доведемо их до истих крајњих производа до којих се долази потпуним сагоревањем беланче-

Непотпуно сагоревање у организму.

вина ван организма, тада је у оба случаја ослобођена иста количина енергије, јер се пошло од истог тела и дошло се до истих коначних производа.

Да би се дакле знало колико је дата количина беланчевина ослободила енергије при своме непотпуноме сагоревању у организму, треба од топлоте коју развија њено потпуно сагоревање у бомби одузети топлоту коју развијају накнадним сагоревањем производи њенога непотпунога оксидовања у организму. На пример, узмимо да једна беланчевина даје сагоревајући у бомби на 100 грама 575 калорија, и да иста количина те беланчевине даје, прошавши кроз организм, мокраћне производе који сагоревањем у бомби дају 109 калорија. Отуда излази, на основу горњег принципа, да је у самоме организму развијено енергије $575 - 109 = 466$ калорија.

III. Мерење енергетских размена.

Како ћемо одредити колико је енергије организм прометнуо у даноме размаку времена? То се може извршити методама које почивају на два различна принципа; то су посредна калориметрија и непосредна калориметрија.

Посредна
калориметрија.

Посредна калориметрија почива на овоме начелу: одредити материални промет организм па израчунати онда којој количини прометнуте енергије одговара.

Енергетска вредност састојака хране.

Ако је за време огледа организм одржао своју материалну равнотежу, тј. ако на крају огледа има исти састав као у почетку, тада је довољно познавати количину и састав хране, да би се могла одредити и количина енергије која је прошла кроз организм за то време. Експериментално је одређено, да један грам органских састојака мешовите хране оставља у организму, — пошто се одбију губици несварене хране у измецима и непотпуно сагорелих састојака мокраће, — у средњу руку ове количине калорија:

угљени хидрати	1 гр. даје	4,1 кал.
масти		9,0 „
беланчевине		4,1 „

Према томе, ако претпоставимо, да је у току једне године целокупно париско становништво у средњу руку сачувало своју тежину и хемијски састав, тада потрошена храна за то доба претпоставља и његову енергетску потрошњу. Видели смо раније пак, да је средња дневна потрошња Парижанина:

Митричана
црени

беланчевине	96,85 гр.
масти	55,71 „
угљени хидрати	410,35 „

Таква храна даје организму:

$$96,85 \times 4,1 + 55,71 \times 9 + 410,35 \times 4,1 = 397 + 501 + 1682 = 2580 \text{ калорија.}$$

Ова се метода може употребити само кад је за време огледа одржана равнотежа тежине и састава. Иначе се мора употребити која друга метода.

Видели смо раније (стр. 126) како се разним методама могу одредити материјалне потрошње у организму. Те се исте методе употребљавају и за одређивање енергетске потрошње, јер кад се зна шта је у одређеном размаку времена сагорело у организму, тада је лако израчунати колико је тиме енергије ослобођено.

Напоменимо најзад да се помоћу саме потрошње кисеоника може врло приближно измерити енергетска потрошња. Рачунским путем налази се, да 1 грам кисеоника утрошена на сагоревање масти, угљених хидрата и беланчевина, до онога ступња до којег се то врши у организму, развија ове количине топлоте:

1 грам кисеоника сагоревајући беланчевине даје 3,19 калор.	
1 гра „ „ масти „ 3,29 „	иначе
1 грам „ „ угљене хидрате „ 3,56 „	

Огледом је утврђено, да у раду или у одмору, а при мешовитој храни, средња вредност од 3,43 кал., за грам дисањем потрошенога кисеоника, даје врло приближну меру енергетске потрошње.

Као што се види, из саме потрошње кисеоника може се дознати за потрошњу енергије. Отуда велика важност што је у физиологији имају мерења гасовитих размена.

Непосредна калориметрија састоји се у непосредноме мерењу саме топлоте што је организам одаје својој средини. Та је топлота пак мерило хемијске енергије коју је организам прометнуо, јер та енергија напушта организам у виду топлоте.

Постоје многобројне направе, калориметри, за мерење животињске топлоте. Најстарији је у физиологији калориметар што су га саградили Lavoisier и Laplace (сл. 12). Тај се апарат

Кисеоник

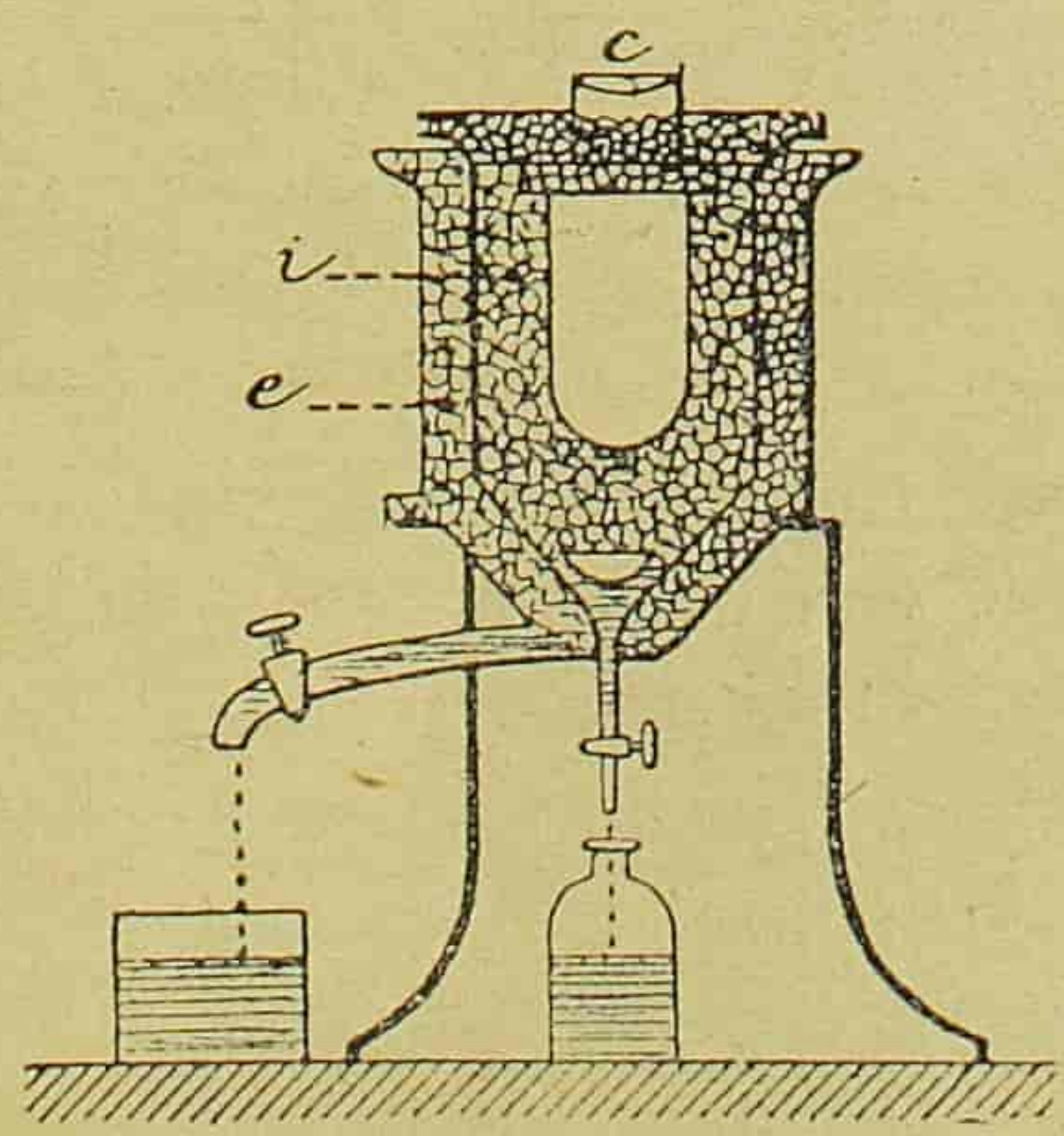
Кисеоник као мерило енергетске потрошње.

126
еластично
и титан
и титан

Мерење
микрометри
прозрачно
и титан
и титан

Непосредна калориметрија

и титан



Слика 12. Калориметар са ледом.

Калориметри у физиологији.

80 састоји из три метална суда уметнута један и други. У средишни суд смести се животиња; други и трећи суд испуњени су уситњеним ледом. Топлота, коју животиња производи, топи лед из средњег суда; вода која постаје на тај начин отиче и прикупља се у једноме суду. Спољашњи омотач леда штити средњи суд од утицаја спољашње температуре. Количина прикупљене воде из средњег суда мерило је произведене топлоте, јер знамо да један килограм леда на 0° , претварајући се у воду исте температуре, упија 79,25 калорија. Међу многобројним врстама физиолошких калориметара, поменућемо још d'Arsonval-ов. Тај је апарат састављен из два концентрична бакарна цилиндра; у средишњем се налази животиња, док је размак између њега и спољашњег испуњен једном течносту која се топлотом много шири (петролеум). У тој се течности налазе две спиралне цеви: једна се отвара једним крајем у суд у коме је животиња а другим је у вези са спољашњом атмосфером: на њу излази издисани ваздух; другом спиралном цеви протиче хладна вода која односи са собом топлоту што ју је животиња уступила апарату и топлоту што је издисани ваздух напустио при пролазу кроз прву спиралну цев. Да би се знало колико је животиња произвела топлоте, довољно је измерити колико је воде протекло кроз апарат и колико се њена температура повисила при томе. Да би пак температура апарата била доста стална, протицање хладне воде регулисано је аутоматски, тако да је оно убрзано кад се петролеум под утицајем топлоте почне ширити, а успорено чим се петролеум почне хладити.

IV. Енергетски промет.

Г л а д о в а њ е.

Пошто смо видели како се може измерити енергетски промет, упознајмо се сада њиме.

Органски су састојци хране, беланчевине, масти и угљени хидрати, једини носиоци енергије коју организам животињски може употребити. При гладовању, организам извлачи потребну енергију сагоревајући своја ткива и своје резерве. Потрошња енергије на килограм тела за време гладовања доста је стална, као што показује следећи оглед на зецу:

Енергетска потрошња при гладовању.

Дан гладовања	Калорије на кгр. тела
1—2	52,38
3—8	50,92
9—15	49,92
16—19	47,27

У следећем огледу на човеку видимо, поред величине енергетске потрошње при гладовању, и како је распоређена та енергија између беланчевина и масти.

Дан гладовања	Потрошено		Произведено калорија		Од 100 кал. припада	
	беланчевина	масти	свега	на кгр.	беланчевинама	мастима
1.— 4.	85,88	136,72	1618,0	29	20,5	79,5
5.— 6.	69,58	131,30	1504,7	28,38	17,5	82,5
7.— 8.	66,30	149,85	1662,0	31,74	15,4	84,6
9.— 10.	67,96	132,38	1508,5	29,26	17,3	82,7

Овај нам оглед казује, да је производња енергије на кгр. тела иста за све време гладовања (у овоме огледу око 30 калорија). Дакле енергетска је потрошња при гладовању стална као и азотна потрошња. Из два последња стуба дознајемо, да највећи део прометнутих калорија припада мастима. Приметимо овде, да тај удео масти у производњи енергије није исти према томе да ли се односи на претио или мршав организам. У мршавих животиња масти прибављају сразмерно мање енергије него у претилих. Кад се има на уму, да је потребно да 978 грама мишића сагоре, да би се добила количина енергије коју садрже 100 грама масти, тада ће се схватити зашто мршаве животиње гладовањем брже опадају у тежини од оних које имају обилате масне резерве.

ol
Претиле и мршаве животиње.

ol
Значи, 1 миш не се до 100 грама масти
до мршави
10 миш

У једноме огледу на псу имамо овај распоред калорија за време гладовања:

Дан гладовања	Од 100 калорија припада беланчевинама мастима	
2.	27,1	72,9
5.	13,2	86,8
8.	11,5	88,5

Из претходних се огледа види да при гладовању беланчевине дају само мањи део енергије потребне организму, док га масти снабдевају највећим делом. Може се узети да при гладовању на беланчевине не пада више од $\frac{1}{6}$ целокупног енергетског промета.

ol

Енергетски оброци.

Да видимо сада која је енергетска вредност средњих људских obroка о коме је било речи раније (стр. 143) и како је енергетски садржај подељен међу саставне делове хране.

Енергетска потрошња људског организма.

Оброк прве категорије садржи:

беланчевина	111,3
масти	84,5
угљених хидрата	337,6

Ако узмемо да организам добива од 1 грама:

беланчевина	4,1 калорија
масти	9,0 „
угљених хидрата	4,1 „

тада горњи оброк има следећу енергетску вредност:

беланчевине	456,3 калорија
масти	760,5 „
угљени хидрати	1384,2 „

Свега 2601,0 калорија.

То је средњи дневни промет енергије прве категорије особа (т. ј. које не производе знатнога мишићнога рада).

За другу категорију (средњи мишићни рад) имамо овај средњи промет:

беланчевине	684,7 калорија
масти	639,0 „
угљени хидрати	2837,2 „

Свега 4160,9 калорија

Најзад, за трећу категорију (напоран мишићни рад) имамо овај распоред енергије ослобођене у организму:

беланчевине	784,3 калорија
масти	1189,8 „
угљени хидрати	3324,3 „

Свега 5298,4 „

Енергетски губитак мокраћом и измецима.

Горњи бројеви не представљају енергију коју храна садржи, већ енергију коју је храна ослободила у организму, јер знамо, да је један део енергије коју храна доноси изгубљен у несвареним састојцима изметака а други део се налази у састојцима мокраћним. Око 10% енергетскога садржаја мешовите хране губи се у мокраћи и измецима.

Видели смо већ, да се енергетска потрошња не мења, када се прелази из нормалног стања у гладовање. Тако се исто не мења знатно та потрошња када организам прима храну у сувишним количинама. Друкчије речено: потрошња се не управља према дохоцима већ према стварној потреби.

Потрошња енергије једнога данога организма зависи од разних чинилаца а у првоме реду од мишићнога рада што га он произ-

Средњи мишићни рад - дневни промет енергије
не умет у
у организму
не умет у
у организму

води, а затим од температуре средине у којој се налази. Изабравши те чиниоце у згодним погодбама, енергетска потрошња се може свести на један минимум. То се постиже кад је организам у потпуноме одмору, т. ј. кад не производи никакав спољашњи важан мишићни рад, и кад је температура средине таква, да организам не производи више топлоту у јединоме циљу одржавања своје сталне температуре (стр. 166).

Минимум
потрошње
енергије.

У тим погодбама, енергетска се потрошња одрасла човека од 65 кгр. своди на 1500 калорија дневно, т. ј. на 63 калорије на час, или на 0,97 калорија на килограм и час. Тај минимум енергије потребне за одржавање нормалнога физиолошкога функционисања назива се чисто физиолошка енергија.

Чисто фи-
зиолошка
енергија.

V. Изодинамија и изогликозија.

Да би се задовољиле материјалне потребе организмова, видели смо, да је поред неорганских тела потребан један минимум азотне хране, а да се све друге потребе могу подмирити мастима и угљеним хидратима у разним размерама. Ако се количина азотне хране повећа у obroку, тада се може смањити количина масти или угљених хидрата. Укратко речено, органски се састојци могу међусобно замењивати у храни која подмирује организмове потребе. Питање је сада, у коме се односу врши то заменивање.

Међусобно
замењива-
ње орган-
ских састо-
јака хране.

Пошто највећи део органске хране игра улоге у организму својом енергијом, то је најприродније помислити, да се разни органски састојци хране могу замењивати према томе колико садрже енергије. То јест, замењивање би се вршило: калорија за калорију. Према томе, пошто 100 грама масти садрже исту количину физиолошки искористивих калорија као и 227 грама беланчевина или 227 грама угљених хидрата, то би се органски састојци хране замењивали у томе односу: 100 масти = 227 беланчевина = 227 угљених хидрата. Такво замењивање вели се да је изодинамно, а физиолошка теорија саграђена на томе појму назива се изодинамија. Видећемо доцније, кад буде било говора о мишићноме раду и о животињској топлоти, у којим се погодбама састојци хране могу изодинамно заступати. Овде ћемо поменути, да се међусобно заступање у храни не врши увек изодинамно, већ и на основу једнога другог принципа. То је начело изогликозије. Ево у чему се оно састоји.

100 = 227 =
227

Многе чињенице говоре у прилог томе, да је гликоза одабрано гориво организмово. Кад организам располаже угљеним хидратима, мишићи троше само тај материјал, т. ј. гликозу, за

производњу рада. Али и онда када организам не добива довољно угљених хидрата, мишићи би трошили ипак само гликозу, градећи је из беланчевина и масти. Према томе јасно је, што се тиче производње мишићнога рада, да беланчевине и масти вреде у оној размери у којој су подобни дати гликозу. Из формула претварања масти и беланчевина у шећер може се израчунати колико један грам тих тела може дати гликозе, па према томе и у којој се размери могу међу собом замењивати те три врсте тела. На тај се начин налази, да 100 грама масти или 201 грам беланчевина могу дати 161 грам гликозе, т. ј. да су 100 масти и 201 гр. беланчевина изогликозне количине. Према томе, ако се, за добивање мишићнога рада, замењују међу собом органски састојци хране, то ће се морати вршити у следећим размерама:

100 масти: 201 беланчевина: 161 гликозе.

Дакле, за производњу рада, замењивање се врши изогликозно а не изодинамно. Видећемо даље експерименталну подлогу изогликозије.

Али изгледа, да се тако исто изогликозно врше замењивања и у храни која не служи на производњу рада већ на одржавање организма у одмору, т. ј. која прибавља организму његову чисто физиолошку енергију (стр. 164). У томе смислу говоре следећи резултати (Rubner):

Представимо потрошњу чисто физиолошке енергије са 100. Ако сада дамо организму 100 калорија у виду беланчевина, констатујемо да организам развија 131 калорију. То значи, да 100 беланчевинских калорија нису довољне да замене исту количину енергије коју организам развија при гладовању у поменутих погодбама температуре и мировања, већ да је организам морао додати 31 калорију. Ако уместо беланчевина дамо организму 100 калорија у виду масти, тада организам развија 113 калорија, а само 106 ако је добио тих 100 калорија у виду угљених хидрата.

Тај нам оглед казује, да у овоме случају 100 калорија немају исту вредност, према томе да ли проиходе од беланчевина, масти или угљених хидрата. Та се тела и у овим погодбама дакле не замењују изодинамно.

VI. Енергетска вредност алкохола.

Видели смо раније (стр. 124), да алкохол сагорева у организму; то значи да алкохол оставља у организму свој енергетски потенцијал. Питање је сада, којим физиолошким улогама може

послужити тај потенцијал? Несумњиво је да може служити калорификовању, т. ј. грејању организма, јер топлота коју производи сагоревање алкохола у организму не разликује се у томе погледу од топлоте коју производе угљени хидрати, масти и беланчевине. Али не треба мислити да та алкохолова моћ калорификовања даје томе телу, са енергетскога гледишта, вредност хране. Енергетски потенцијал хране мора давати организму нешто друго него само топлоту. Јер иначе би се храна, односно њен енергетски потенцијал, могао заменити спољашњом топлотом, сунчевом на пример, или још топлотом коју производи пећ. Тада би дрво и угаљ имали у томе смислу исто право као и алкохол да се назову храном. Алкохол може дакле допринети калорификовању организма као ма које тело које производи топлоту у организму или у његовој спољашњој средини.

Алкохол и калорификовање.

Може ли алкохол у тој улози калорификовања заменити друге састојке хране? Огледи одговарају, да може (Atwater и Benedict). Ево једнога примера: Један човек добива извесну храну без алкохола и та храна производи задржавање малих количина масти у организму. Ако се тој храни дода 72 гр. алкохола дневно, поред пређашње хране, организам задржава више масти, и то као кад се на место алкохола дода количина шећера која има исту калоријску вредност:

Енергетска вредност алкохола.

	Дневни добитак (+) или губитак (-) организмов		Енергетска вредност организмова добитка
	беланчевине	масти	
храна без алкохола	- 1,7 гр.	+ 9,0 гр.	77 кал.
иста храна + 72 гр. алкохола	+ 1,4 „	+ 62,7 „	589 „
иста храна + 130 гр. шећера	+ 1,7 „	+ 59,7 „	562 „

Као што се види из тога огледа, алкохол је делао исто као и додани шећер. Нема сумње, дакле, да алкохол може имати у извесним погодбама вредност енергетске хране, али се у енергетскоме погледу као и у другом погледу (стр. 124) алкохол разликује од праве хране. Ако се алкохолу не могу оспорити неке одлике хране, треба нагласити да је то храна сасвим особене природе, непотпуна храна, која организму није потребна а која му врло лако може бити штетна.

У питању алкохола треба разликовати чисто физиолошку страну тога питања од хигијенско-друштвене. Као што видесмо, са првога гледишта алкохол се не може напросто осудити прогласивши га отровом, док је са другог гледишта свака пропаганда против алкохола оправдана. Једноме гориву које је подобно

Две стране питања о алкохолу.

снабдевати топлотом парну машину нећемо порицати ту особину ни у случају да оно оштећује машину коју покреће; али се не може оправдати његова употреба ако располажемо другим горивом које нема ту незгоду.

VII. Физиолошке улоге енергије.

Крајњи чланови енергетскога промета.

Животињски организам прима енергију у виду хемијскога потенциала своје хране. Енергија напушта пак организам у виду топлоте. То су крајњи чланови енергетскога промета. Хемијски је потенцијал енергетска храна; топлота је — енергетско излучивање.

Трансформације енергије у организму.

Енергија при своме пролазу кроз организам претвара се у разне облике који се нижу између та два крајња члана и одиграва разне улоге. Али на крају крајева она се налази у виду топлоте, као што молекул беланчевина може претрпети разне метаморфозе и одиграти разне улоге па ипак на крају даје исте производе. Један део хемијскога потенциала служи на производњу унутрашњег мишићнога рада (рад срца, пречаге, желудачних и цревних мишића итд.). Сав се тај рад у самоме организму претвара у топлоту. На пример, рад срчаног мишића сав се троши на савлађивање отпора у крвним судовима, те се тако претвара у топлоту што се развија трећем крви о судове. Други део хемијскога потенциала даје непосредно топлоту и служи на одржавање сталне температуре. У та два примера имамо различан пут трансформација, различну физиолошку улогу, али заједничку полазну тачку и исти крајњи резултат.

О трансформацијама које енергија претрпљује при своме пролазу кроз организам не знамо много што рећи. Њу још мање можемо пратити састојнице него материју. Али је несумњиво, да између истих крајњих чланова енергија може ићи разним путевима.

Разне улоге енергије.

Да видимо које врсте улога врши енергија у животном механизму. У томе смислу, како можемо поделити енергију што је један оброк доноси организму у виду потенцијалне хемијске енергије? Најпре ћемо одвојити онај део који је неопходно потребан за одржавање живота, од онога дела којег се организам може у одређеним погодбама лишити. Ако организам потпуно мирује, у средини чија температура искључује сваку нарочиту производњу топлоте ради одржавања сталне температуре, па ако уз то гладује, тако да апарат за варење не производи никакав рад који је у вези са присутношћу хране, тада потрошња енергије тога организма представља најмању количину енергије

Чисто физиолошка енергија.

потребне за одржавање живота. То је тако звана чисто физиолошка енергија или неопходна енергија.

Ако исти организам производи спољашњи мишићни рад, ако се налази у средини чија је температура доста ниска, и уз то ако је при варењу, тада он троши, поред пређашње „чисто физиолошке енергије“ и другу количину енергије која се може, као што видесмо, укинути кад су извесне погодбе испуњене (мировање, гладовање, висока спољашња температура).

Да видимо најпре нашта служи она неопходно потребна енергија.

Један њен део служи на производњу унутрашњег мишићног рада: срчани рад, рад мишића апарата за дисање (диафрагма, међуребарни мишићи), рад глатких мишића утробе, који се производи и кад апарат за варење не садржи хране. Али нема сумње, да на тај унутрашњи мишићни рад пада само мањи део неопходно потребне енергије. Та неопходно потребна енергија износи у човека око 1500 кал. дневно. Срчани рад пак троши око 225 калорија, а апарат за дисање много мање. Иако имамо поред ових и других унутрашњих мишићних радова, ипак највећи део те неопходне енергије не служи на њихову производњу.

Енергија унутрашњег мишићног рада.

Највећи део енергије коју организам употребљује у вези је са самим животом његових ткива. Самим тим што је жива, свака ћелија троши извесну количину хемијске енергије која није употребљена на производњу никаквога видљивог рада ни спољашњег ни унутрашњег. Треба добро схватити да се највећем делу енергетскога промета не може приписати никаква јасна улога. На пример, мишић при одмору, извађен из организма, троши докле год је жив извесну количину енергије којом се сам снабдева из својих резерва. За ту се енергију не може рећи да служи за производњу каквога рада, јер се никакав рад не опажа. Ту ћемо енергију, која је у основи самога животног механизма, назвати основна биолошка енергија.

Основна биолошка енергија.

Сада долазимо на енергију која није неопходно потребна за одржавање функционисања организма.

Узмимо један организам који се налази у таквим погодбама да троши само своју чисто физиолошку енергију. Али нека он почне производити спољашњи мишићни рад, крећући се на пример, тада ступа у промет нова количина енергије која је потребна за ту производњу рада. Ако пак спољашња температура знатно опадне, тада се може десити, да сва она топлота коју организам производи као екскретум или истурање свога енергетскога промета, није довољна, да би он могао одржати своју

Допуска топлота.

сталну температуру; тада организам претвара нову количину хемијске енергије у топлоту да би одолео хлађењу. У томе случају, та топлота није више једно истурање које узгред послужи организму, већ је то топлота произведена специјално у циљу загревања организма. Та „топлота ради топлоте“ назива се допуском топлота, јер допуњава ону топлоту која је, као што рекосмо, нека врста истурања, у случају кад ова није подобна одржати температуру тела.

VIII. Мишићни рад.

У животињскоме организму хемијска енергија може се претворити у механички рад. То се претварање врши у хистолошким елементима којима је, у подели физиолошкога рада, додељена производња механичкога рада. Ти су специјалисани елементи: мишићна влакна, која удружена граде мишиће.

Мишићни
рад и то-
плота.

Мишићни рад, као што знамо, може бити унутрашњи и спољашњи. Срчано је контрактовање пример унутрашњег рада, док је кретање наших удова пример спољашњег рада. Унутрашњи се мишићни рад сав претвара у организму у топлоту. Спољашњи рад пак може се претворити у све друге енергије, али се обично и он претвара у топлоту. Сав рад што га производе наши мишићи при ходу по хоризонталној равни, претвара се у топлоту; кад навијамо свој часовник, тада мишићни рад прстију претварамо у потенцијалну механичку енергију опруге, која ће се опет претворити у топлоту савлађујући отпоре часовникова механизма; кад руком окрећемо једну електричну машину, тада мишићни рад претварамо у електричну енергију, и тако даље. Дакле, разним механизмима можемо претворити мишићни рад у ма коју другу енергију. Отуда она велика важност што је у нашем животу и у људској индустрије имају руке и животињска мишићна снага.

Функцио-
нише ли
мишић
као терми-
чан мотор?

Приступајући изучавању производње мишићнога рада, морамо најпре рећи коју реч о самоме принципу те производње. Видели смо раније, да се хемијска енергија, као енергија више врсте, може потпунице претворити у механички рад, док је претварање топлоте у рад само делимично, и то остварљиво само у одређеним погодбама температуре, дате принципом Carnot-Clausius-a. Како се у мишићу хемијска енергија хране претвара у рад, непосредно, или посредно, претворивши се најпре у топлоту? На то нам питање може одговорити однос у коме се из хемијскога потенцијала добива рад у организму, то јест механички принос организмов.

Мерећи непосредно произведену топлоту човека смештена у један калориметар, најпре кад се тај човек одмара, затим кад производи рад на једноме бициклу, добивени су ови бројеви:

Енергија потрошена при одмору (Q_2) = 2357 калорија

Енергија произведена при раду (Q_1) = 5143 „

Енергија потребна за производњу рада ($Q_1 - Q_2$) = 2786 кал.

Пошто произведени рад (Q) износи 230.000 килограм-метара, што је еквивалентно са 546 калорија, то је од 2786 калорија, мобилисаних за производњу рада, свега 546 претворено у рад. Према томе, механички је принос:

$$\frac{Q}{Q_1 - Q_2} = \frac{546}{2786} = 19,6\% \text{ или } \frac{1}{5}$$

То значи, да од оне више енергије коју организам троши кад производи мишићни рад, свега се $\frac{1}{5}$ претвара у механички рад.

Кад би мишић функционисао као термични мотор, т. ј. кад би он претварао топлоту у рад, тада би, по ономе што је раније речено (стр. 151), у организму морала постојати разлика температуре бар од 68° . У организму пак, између његових разних делова не може се наћи разлика температуре ни од неколико степена.

Према томе, мишић не функционише као термичан мотор, већ се у њему хемијски потенцијал претвара у рад или непосредно, или преко једнога облика енергије више врсте (на пр. преко електричне енергије). Али зашто се онда само $\frac{1}{5}$ енергије, као што видесмо горе, претвара у рад, кад би у производњи рада по томе принципу принос могао бити од 100% ? Може се претпоставити, да не служи на производњу рада непосредно потенцијал органских састојака хране, већ да се та тела најпре претварају у једно извесно тело чији потенцијал може тек послужити на производњу рада, и да при томе претварању, органски састојци хране губе већи део своје хемијске енергије у виду топлоте. Сад ћемо видети, да је то схватање оправдано у неколико, што се тиче међусобног замењивања масти, беланчевина и угљених хидрата у производњи мишићнога рада.

Треба истаћи добро утврђену чињеницу: да угљени хидрати могу дати целокупну енергију потребну за производњу рада. То су јасно доказали у своме чувеноме огледу Fick и Wislizenius: попевши се једнога дана на једно брдо (Фаулхорн, 3.000 метара),

Угљени
хидрати и
мишићни
рад.

а узимајући храну која садржи много угљених хидрата, ти су научници нашли, да је њихова азотна потрошња при томе напорноме раду остала иста као и у одмору. Тај је резултат више пута потврђен; Atwater, на пример, нашао је, да човек који при одмору троши 107 грама беланчевина, троши 108 грама кад производи рад од 190.000 килограм-метара.

Угљени хидрати су одабрано гориво за производњу рада. Као што видимо, кад организам располаже довољном количином угљених хидрата он само њих употребљава за производњу мишићнога рада. Али кад њих нема, организам може извући и из масти и беланчевина енергију потребну за производњу мишићнога рада. То казује следећи оглед на коњу (Kellner):

Коњ добива храну која је управо довољна за производњу рада од 800.000 килограм-метара дневно. Не мењајући храну, наметне се коњу много већи рад, и тада се из његових материјалних размена мора закључити, да су већи део тога рада произвеле организмове масти, јер лучени азот није у много већој количини него пре тога повећаног рада, па да би се овај могао метнути на рачун беланчевина; а при недовољној храни и напорноме раду гликоген брзо нестане из организма, тако да ни он у току огледа, који траје више дана, не узима знатног удела у производњи рада.

	дневни рад у кгр.-метрима	дневни мо- краћни азот	промена теле- сне тежине
I део огледа	808.000	198,6 гр.	стална тежина
II —	2.404.000	220,0	губитак 30 кгр.
III —	808.000	199,6	стална тежина

Вредност је количника дисања у животиња које раде и гладују, приближно 0,73. Та вредност пак одговара сагоревању масти. Али чим животиња почне добивати у изобиљу шећера, вредност њеног количника дисања при раду достиже 0,97, што значи да организам престаје трошити своје масти а да сагорева шећер.

Кад организам нема довољно на расположењу ни угљених хидрата ни масти, он тада троши беланчевине, као што нам казује у тим приликама повећано азотно лучење кад животиња пређе из одмора у рад.

О материалу из којег организам извлачи енергију за производњу мишићнога рада можемо ово закључити: угљени хидрати долазе на прво место докле год организам располаже њима; кад понестану у храни и у организмовим резервама, тада долазе масти као извор мишићнога рада, па тек на треће место беланчевине.

Да видимо сада, да ли масти, беланчевине и угљени хидрати имају исту вредност у погледу производње рада, да ли се могу међусобно заступати калорија за калорију, т. ј. изодинамно.

На то нам одговарају огледи што су их извршили *Chaudeau* и *Contejean*:

Пас од 16—17 килограма одржава се при одмору у равнотежи помоћу 400 грама меса дневно. Кад прелази 12—13 километара дневно, довољно је, да је претходно добио уз горњу количину меса 51 грам свињске масти па да одржи своју телесну тежину. Ако се у место 51 грама масти дода изодинамна количина шећера, т. ј. количина која садржи исти број калорија као и 51 грам масти, а то је 121 грам сахарозе, тада при истоме раду као мало час, животиња повећава своју тежину. То значи да калорије што их доноси шећер више вреде у погледу производње рада од калорија масних тела.

Ако се у горњему огледу маст не замени изодинамно, већ изогликозно, тј. ако маст не заменимо количином шећера која садржи исти број калорија, већ оном количином шећера коју би 51 грам масти могао дати претворивши се у организму у шећер, а то су 78 грама сахарозе, тада се посматра, да је та количина шећера таман довољна да замени горњу количину масти у производњи рада и одржавању тежине.

За друге органске састојке хране дошло се до истих резултата. Тако да закључујемо: стварна енергетска вредност хране није представљена калоријама које ће сагоревањем ослободити, већ шећером (гликозом) што та храна може произвести.

Израчунало се, да 1 грам разних саставних делова хране може дати следеће количине гликозе:

маст	1,61 гр.
скроб	1,10 „
сахароза	1,05 „
беланчевине	0,80 „
гликоза	1,00 „

Према томе, међусобно заступање тих разних састојака врши се у сасма другим размерама него ли кад би се калорија

Међусобно замењивање масти, беланчевина и угљених хидрата у производњи мишићнога рада.

Изогликозија.

Изодина-
мија.

заменењивала калоријом без обзира на њено порекло. У следећем прегледу видимо које су количине изодинамне а које изогликозне са 100 гр. масти.

	изодинамне ко- личине	изогликозне ко- личине
маст	100	100
скроб	228	146
сахароза	235	153
беланчевине	235	201
гликоза	255	101

У прилог изогликозне теорије коју је саградио Chauvea u, говори, поред чињеница добивених међусобним замењивањем разних састојака хране, и општа распрострањеност гликозе у организму у вези са гликогенском функцијом. Знамо да је гликоза редован састојак крвни, да организам одржава своју глицемију и онда када храна не доноси угљених хидрата. Као што ћемо доцније видети, организам регулише своју глицемију важном гликогенском функцијом јетре и мишића, а гликоген, тело које се тренутно може у организму претворити у гликозу, распрострањен је у целој животињској царству, нарочито у јетри и мишићима.

Све то говори у прилог горње хипотезе, да гликоза одиграва важне, повлашћене улоге у организму, у томе смислу што би мишићно влакно употребљавало за производњу рада само гликозу, те, у томе погледу бар, гликозу би други састојци хране могли заменити само у колико су подобни претворити се у то тело.

Гликоза нема само у произвођењу мишићнога рада изузетну вредност, већ и у одржавању организма у одмору. Rubner је нашао да су у томе последњем погледу еквивалентне следеће количине калорија према своме пореклу:

- 100 кал. гликозе
- 106 „ угљених хидрата
- 115 „ масти
- 134 „ беланчевина.

Као што ћемо видети у следећој глави, у извесним погодбама, замењивање састојака хране може се вршити и изодинамно:

то бива када у борби против хладноће, организам сагорева један део хране искључиво у циљу одржавања своје температуре; у томе случају, једна калорија има увек једну исту вредност, ма које било њено порекло, као што је свеједно у погледу грејања, да ли жељену количину топлоте производи у нашој пећи ово или оно гориво.

VIII. Животињска топлота.

I. Организми са сталном и са променљивом температуром.

Видели смо да је живот скопчан потрошњом хемијскога потенцијала, и да се та хемијска енергија, одигравши разноврсне физиолошке улоге, појављује најзад у виду топлоте, коју организам уступа својој средини. Све што живи троши хемијски потенцијал, па према томе све што живи производи топлоту: свака ћелија, свака животиња, свака биљка. Топлота је крајњи члан енергетскога промета у организму, као што су, на пример, мокраћни састојци крајњи чланови материјалнога промета. Топлота је дакле енергетско истурање, екскретум, као што је мокраћа материјално излучивање.

Животињска је топлота енергетско излучивање.

Пошто жива бића производе топлоту, то њихова температура мора бити виша од температуре њихове средине. Та је чињеница позната свакоме, што се тиче тако званих топлокрвних животиња, али је температура „хладнокрвних“ животиња увек нешто виша од температуре њихове средине (ако се налазе већ неко време у тој средини чија се температура није нагло променила).

Температура хладнокрвних животиња.

Ево примера нађеног вишка температуре неколиких хладнокрвних животиња над температуром њихове средине:

жаба	0,32 ⁰ —2,80 ⁰
гуја	5,56 ⁰
шаран	0,86 ⁰ —3,00 ⁰
свилена буба	1,00 ⁰
пијавица	0,56 ⁰ —0,85 ⁰
глиста	1,11 ⁰ —1,39 ⁰

У удружених инсеката, пчела на пример, температура заједнице може бити много виша од температуре средине. Нађено је већ одавно, да је при спољашњој температури од — 3,7⁰, термометар завучен у једну кошницу казивао + 12,5⁰.

Температура велике већине животиња мења се са температуром њихове средине: лети је њихова температура висока,

Годишња
доба и фи-
зиолошка
активност.

зими ниска. Отуда се и њихова физиолошка активност периодично мења као и годишња доба. Зими, многобројне животиње утону у ^{лекартичан} сан, у коме су функције организмове сведене на најмању меру, да би идућега лета достигле свој врхунац. Живот тих организама, као и њихова температура, подређен је спољашњој температури.

Животиње
променљиве
температуре,
поикилотерми.

Ти се организми обично називају хладнокрвним, али је тај назив нетачан, јер њихова температура може такође бити висока као и у „топлокрвних“ животиња, само ако се налазе у средини високе температуре. Пошто је њихова одлика: променљивост њихове температуре, која се управља према температури средине, то се тачније називају: животиње променљиве температуре или поикилотерми.

Животиње
сталне
температуре,
хомеотерми.

Сисари и птице, једини у живоме свету имају моћ да одржавају сталну температуру свога тела, без обзира на променљивост спољашње температуре. То су организми сталне температуре, хометерми, обично називани топлокрвним животињама.

Хомеотермија је
виши степен
савршенства.

Очевидно је, да је хомеотермија, т. ј. одржавање сталне температуре организмове, један виши степен савршенства живих бића. Хомеотермијом организам се отргао утицају спољашње температуре, тако да може одржавати своје функционисање на сталној висини, независно од периодског низања годишњих доба, независно од географске ширине под којом се налази. На екватору као и у поларним пределима, лети и зими, људски организам има исту температуру, па према томе може равномерно функционисати, док је живот поикилотермних животиња и биљака под непосредним утицајем годишњих доба и географске ширине.

Готово једино функције множења имају у већине топлокрвних животиња периодичност која одговара климатској периодичности. Неки организми, а међу овима је и људски, отргли су се и у томе погледу од спољашњега утицаја, јер се могу множити у ма које доба године.

Физиолошка
активност у
функцији
температуре.

Док је сталност температуре погодба равномерна функционисања, дотле је извесна температура погодба интензивнога функционисања живог организма.

Ова се друга тачка може лепо проверити на поикилотермима, т. ј. на хладнокрвним животињама, чија се температура, као што рекосмо, управља према температури њихове средине.

На ниским температурама, те су животиње троме, њихови мишићи споро одговарају на надражаје и све су им животне функције сведене на најмању меру, као што казује слаба потрошња кисеоника па према томе и мала количина произведене топлоте. Повисујући спољашњу температуру, па према томе и температуру самога поикилотерма, повисује се и интензитет свих његових функција. И то тако бива до извесне оптималне температуре на којој животни интензитет достиже свој врхунац. Изнад те температуре тај интензитет брзо опада и убрзо наступа смрт.

Бројне вредности тих крајних и оптималних температура различне су за разне организме. Приближно се могу узети ове вредности:

најнижа температура на којој се животни процес обавља: нешто више од	0 ⁰
највиша температура, око	45 ⁰
оптимална температура	35 ⁰ —40 ⁰ .

Као што видимо, температура хомеотерма, која је од 38⁰ до 42⁰, одговара управо оптимуму животне активности

Рекосмо, да сва жива бића производе топлоту, јер је она последњи облик хемијске енергије без које нема живота. У томе је смислу оправдано сматрати животињску топлоту енергетским излучивањем.

Улога животињске топлоте у поикилотерима и хомеотерма.

У поикилотермних организама, чија се температура управља према температури њихове средине, може се рећи да животињска топлота не игра никакву улогу. Она је неизбежан члан преображавања енергије у животном механизму, али би се могло замислити да целокупна енергија која протиче организмом иступа из овога у некоме другоме виду па да ипак тиме не буду измењене животне погодбе поикилотерма, који би, као ма које тело, имао температуру своје средине.

Друга је ствар у хомеотермама, који морају одржавати своју температуру на сталној висини. И у њих је животињска топлота енергетски екскретум, али са том разликом што топлокрвни организми тај екскретум употребљавају. Употребљавају га, да би одржали своју температуру на утврђеној висини.

II. Одржавање сталне температуре.

Хомеотерми одржавају своју температуру на сталној висини и онда, када температура њихове средине претрпљује велике промене. То значи, да организам располаже у томе циљу нарочитим механизмом терморегулације.

Терморегулација.

Да би организам могао одржати своју сталну температуру, производња топлоте у организму мора у свакоме тренутку бити једнака губљењу топлоте. Повећа ли се губљење топлоте тиме што је температура спољашње средине спала, тада организам мора повећати своју производњу, да се не би охладио. Обратно, смањи ли се губитак, тада се мора смањити и производња, јер би се иначе попела температура организмова. Видећемо даље, да организам не регулише своју температуру једино производњом топлоте, већ и тиме што може да регулише издавањетоплоте својој средини, појачавајући или слабећи протицање крви на површини тела.

Смањивање производње топлоте ограничено је.

Терморегулација и знојење.

Развијање топлоте неизбежна је последица живота. Према томе јасно је, да у борби против врућине, организам хомеотерма неће моћи безгранично смањивати производњу своје топлоте. Он ће моћи смањити, па и укинути, само ону топлоту коју је развијао једино у циљу да би се одупро хладноћи, тј. он не може смањити свој енергетски промет испод оне вредности која представља тако звану чисто физиолошку енергију (стр. 164). Ако је пак и та количина топлоте сувишна, а то се дешава кад је, као лети нпр., спољашња температура висока, или кад се сувишним оделом смањи губљење топлоте, тада се организам ослобођава сувишних калорија поглавито знојењем.

Говорећи о физичким особинама воде (стр. 11) напоменули смо како је са физиолошкога гледишта важна је појава латентне топлоте испаравања. Зној, лучен на површини тела у течном стању, испарава се брзо и при томе упија врло знатне количине топлоте: један литар упија при прелазу у гасовито стање око 580 калорија. Узмимо да жетелац који ради под летњим сунцем производи 5000 калорија дневно; ту би количину топлоте упило 8,5 литара испарене воде.

Улога плућнога испаравања.

Организам се ослобођава калорија не само испаравањем воде на површини својој већ и испаравањем воде у плућима. Издихани је ваздух увек засићен воденом паром на 35° . Та водена пара постала је у плућима испаравањем крвне воде, при чему је топлота упијена као и при испаравању на површини коже. Израчунало се да у одмору и на средњој температури, плућно испаравање односи око $\frac{1}{8}$ целокупне топлоте што је организам развија. Разуме се, да убрзано дисање, живље плућно проветравање, односи веће количине водене паре па и топлоте. Отуда животиње које се слабо зноје употребљују дахтање у борби против врућине (пас, овца).

Губитак топлоте кожным и плућним испаравањем врши се, као што већ поменусмо (стр. 104), у свако доба, па и онда када се организам бори против хладноће; јер је издисани ваздух, на основу физичких закона, увек засићен воденом паром, а вода се редовно испарава на кожи у извесној количини, ма каква била спољашња температура. У колико атмосфера садржи више водене паре (на једној датој температури), у толико се слабије врши испаравање кожом и плућима. Отуда је у влажној атмосфери врућина несноснија (запара) него у сувој.

Неизбежна топлота везана за функционисање организма, тј. чисто физиолошка енергија, износи у човека 1450—1500 калорија дневно. Та је топлота довољна за одржавање сталне температуре када се људски организам налази у води чија је температура нешто нижа од 35° — 36° ; или кад се одевен човек налази у атмосфери чија је температура нешто нижа од 25° — 26° . Чим, у тим погодбама, температура средине достигне наведене бројеве, борба против топлоте отпочиње. Чим пак температура знатно спадне испод тих вредности, отпочиње борба против хладноће.

Бројна вредност чисто физиолошке енергије.

Борба против хладноће састоји се поглавито у повећавању сагоревања у организму. Та топлота коју организам производи једино у циљу одржавања своје температуре у борби против хладноће, назива се допунска топлота и може достићи неколико пута већу вредност од чисто физиолошке енергије.

Допунска топлота.

Поред производње топлоте, у терморегулацији узима удела, поред плућног и кожног испаравања, и зрачење топлоте са површине организма ка спољашњој средини.

Организам постиже променљивост зрачења помоћу вазомоторних појава. Дејством живчаног система, и периферијски крвни судови могу мењати свој дијаметар, тј. могу постајати ужи или шири. У првome случају, мање крви протиче на површини тела, и последица је тога, да организам мање зрачи топлоте. У другоме случају дешава се обрнуто томе: више крви струји на површини, па према томе и губитак топлоте је повећан. Прво се дешава у борби против хладноће, друго у борби против топлоте.

Зрачење топлоте и вазомоторне појаве.

Упоредићемо терморегулацију живог бића с оним што се дешава на пример у машинској соби једнога пароброда: Докле год машина ради, она производи неизбежно извесну количину топлоте. Та топлота одговара топлоти која је везана за сам животни механизам, то је чисто физиолошка енергија.

Лети је топлота машине несносна машиновођу, те се он бори против ње отварајући прозоре, производећи промаје итд., онако како се организам бори знојењем, плућним испаравањем, повећавањем зрачења. Али се ни у једном ни у другом случају не може дирати у производњу топлоте, која је неопходно потребна функционисању једнога и другог механизма. У неко доба године машиновођ се пријатно осећа из своме месту: то стање одговара ономе физиолошком стању кад је чисто физиолошка енергија управо довољна за одржавање телесне температуре. Најзад претпоставимо да је напољу таква хладноћа, да је машиновођи хладно, поред топлоте коју развија његова машина. Он ће тада наложити пећ: то је допунска топлота, то је „топлота ради топлоте“.

Објашњење изогликозије и изодинамије.

Сада можемо разумети зашто се у једноме случају замењивање органских састојака хране врши изогликозно а у другоме случају изодинамно. Ако организам не производи допунске топлоте, тј. ако је за одржавање његове температуре довољна она топлота која је неизбежна последица одржавања животнога функционисања, тада се у тим погодбама међусобно замењивање масти, угљених хидрата и беланчевина врши изогликозно. Значи, да сваки од тих састојака вреди енергетски у оној мери у којој је подобан претворити се у гликозу. Али ако се организам налази у таквим погодбама, да мора производити и допунску топлоту, тада се, у границама бројне вредности те топлоте, међусобно замењивање састојака хране врши изодинамно, тј. калорија за калорију. Пошто хемијски потенцијал онога дела хране који производи допунску топлоту служи искључиво на грејање, калорификовање, није ни чудо да у томе погледу једна калорија има исту вредност, без обзира на гориво које ју је дало. Па не само да се калорије допунске топлоте међусобно замењују у организму, већ оне могу бити замењене и топлотом спољашње средине: топлота, коју доноси храна може се, у границама допунске топлоте заменити топлотом пећи; у колико је спољашња температура виша, у толико се смањује вредност допунске топлоте, док не буде сведена на нулу.

Мишићни рад и топлота.

Напоменућемо овде, да је мишићни рад, као што је свакоме познато, праћен развијањем топлоте. Видели смо раније, да се од енергије коју организам ослобођава у циљу производње рада, само једна петина претвара у рад, док се остало претвара у топлоту. Разуме се, да и та топлота, која је везана за производњу рада, може послужити калорификовању: не крећемо ли

се зими да бисмо се угрејали, док лети избегавамо непотребни мишићни рад?

У производњи топлоте узимају удела сва ткива, сви органи, јер као што смо више пута поменули, живот је сваке ћелије скопчан са производњом топлоте. Не постоји дакле у организму један једини извор топлоте. У човека у одмору, мишићи производе око 40% целокупне топлоте; при раду пак на мишиће пада 60–80% организмове топлоте. После мишића долази, у погледу производње топлоте, на прво место јетра: њојзи припада око 30% целокупне топлоте. Сви други органи заједно производе од прилике толико топлоте колико сама јетра. Према томе, термогенеза људског организма у одмору, чија је вредност око 2250 калорија, распоређена је на овај начин:

Производња топлоте.

мишићи	900	кал.	=	40%
јетра	675	„	=	30%
срце	350	„	=	15,5%
живчани центри	20	„	=	0,8%
крв	15	„	=	0,6%
костур, кожа, плућа, апарат за варење	305	„	=	13,0%
Свега	2265	калорија.		

III. Презимари.

Постоје хомеотермне животиње, које се у неким приликама могу понашати и као поикилотерми. То су топлокрвне животиње које преспављују зиму, презимари: слепи миш, јеж, мрмот. Нарочито је ова последња животиња, мрмот или свизац (*Arctomys marmota*), изучавана. Кад спољашња температура спадне испод 15°, тада животиња постаје трома, све дуже спава, и њена дотле стална температура од 37,5°, почне опадати. Када је пала на 10°, тада се мрмот савије у клупче и остане тако непомично. За време тога дубокога летаргичнога сна, мрмот се понаша као хладнокрвна животиња: његова се температура управља према температури средине, његова производња топлоте спада на $\frac{1}{17}$. С пролећа, утицајем спољашње температуре, пење се температура успаваног мрмота, те кад је ова достигла извесну висину, он се почне будити, и температура му за неколико сати достигне своју сталну висину. Од тога тренутка, мрмот је постао хомеотерм и одржаваће своју сталну температуру све до идуће зиме. Али, за време зимскога сна, ако температура мрмотова спадне до близу 0°, он се тада буди, температура му

Хомеотерм постаје поикилотерм под утицајем спољашње температуре.

се нагло попне до близу своје нормалне вредности и он се бори свим средствима не би ли одржао своју сталну температуру. Ако је савладан зимом, он умире као хомеотерм.

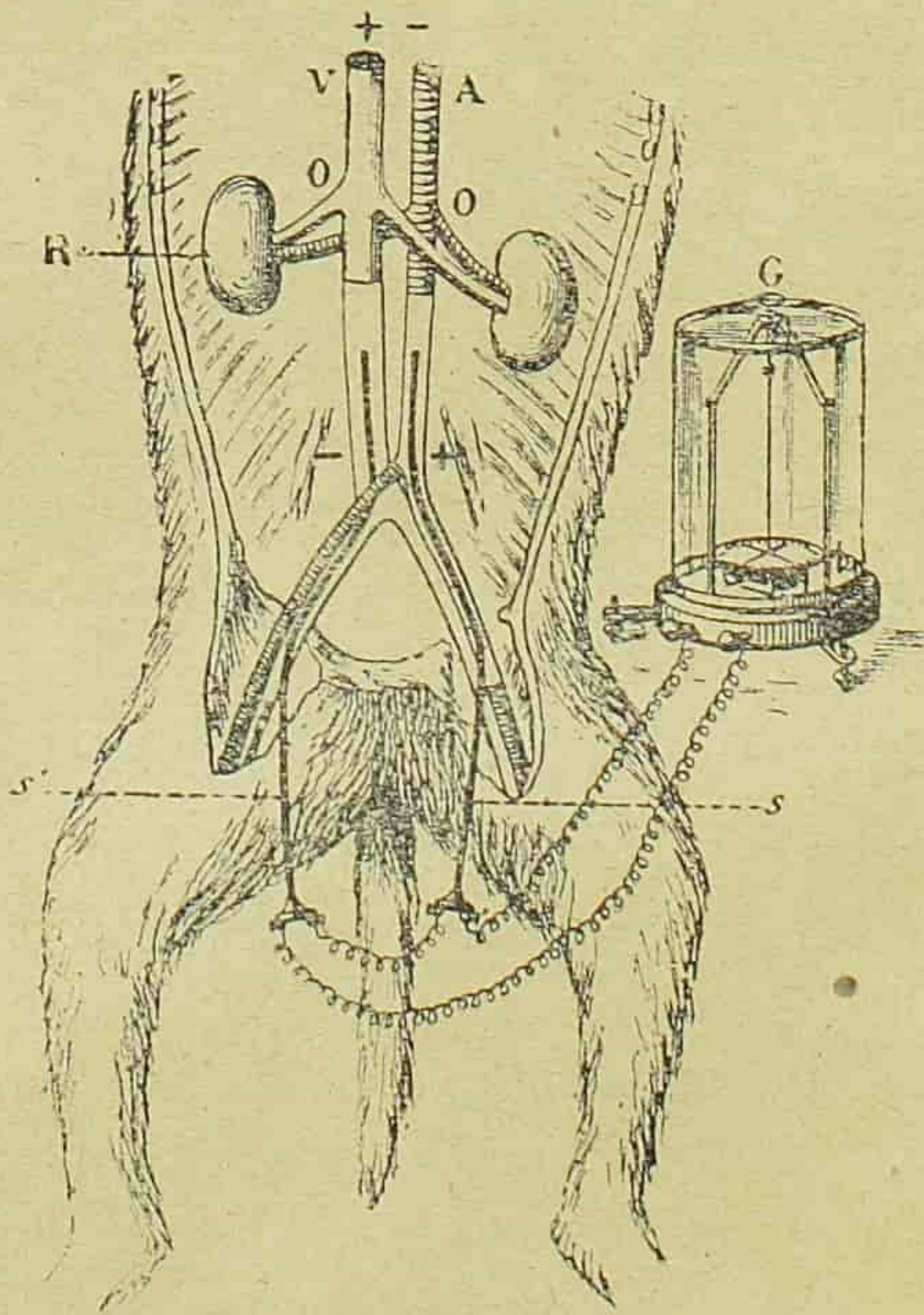
IV. Распоред температуре организмове.

У овој глави остаје нам да кажемо коју реч о распореду температуре у организму, тј. о тоplotној топографији.

Мерење
телесне
темпера-
туре.

Температура телесне површине и шупљина као што су уста и ректум, може се мерити осетљивим живиним термометрима нарочито удешеним у ту сврху, међу којима је тако звани медицински термометар, којим се мери температура пазуха или горе именованих шупљина.

За мерење температуре у унутрашњости организма употребује се врло осетљива термо-електрична метода. Она је основана на следећему начелу. У додиру двају метала ствара се разлика



Слика 13.

Одређивање разлике температуре између артерске и венске крви.

V. вена кава. — A. аорта. — R. бубрези. — s и s' термоелектричне сонде увучене у крвне судове и везане за галванометар G. — Знаци +, —, 0, казују кога је смисла разлика температуре која постоји између крви у разним деловима аорте и вене каве.

електричнога потенцијала. Ако та два метала граде једно затворено коло, и ако су обе тачке њихова додира на истој температури, тада у оба та места постоји исти пад потенцијала, али супротног правца, тако да тим колом немамо никакво кретање електрицитета. Али ако загрејемо једно од оних двају места у којима се додирују метали, тада констатујемо, да се рађа једна струја, која протиче у једноме правцу нашега кола. Лако је разумети како се на основу те појаве могу мерити разлике температуре. Једна од додирних тачака налази се на сталној, одређеној, температури; друга је у средини чију температуру меримо; у коло се уведе један врло осетљив галванометар. Ако су обе тачке на истој температури, галванометар ће остати непокретан, а ако нису, он ће назначити пролаз једне струје чији интензитет зависи од разлике температура између двеју поменутих тачака.

Термо-електричне игле које се употребљују у физиологији саграђене су, на основу горњег принципа, из два метала залемљена једно за друго. Оно место где су метали залемљени, у виду је врха једне игле која ће продрети у орган чију температуру хоћемо да одредимо.

Термо-електричне игле.

Те су игле обично састављене из гвожђа и кина-сребра. Једна од тих игала забодене се у орган чија се температура жели измерити, а друга, која припада истоме колу, зарони се у воду сталне температуре. На истом су принципу саграђене термо-електричне сонде, које се могу увлачити у разне крвне судове те се њима може мерити температура крви разних делова крвотока (сл. 13).

Температура ректума:

у човека	око 37 ⁰ —37,5 ⁰
у осталих сисара	„ 39,5 ⁰
у птица	„ 42,0 ⁰

Температура ректума.

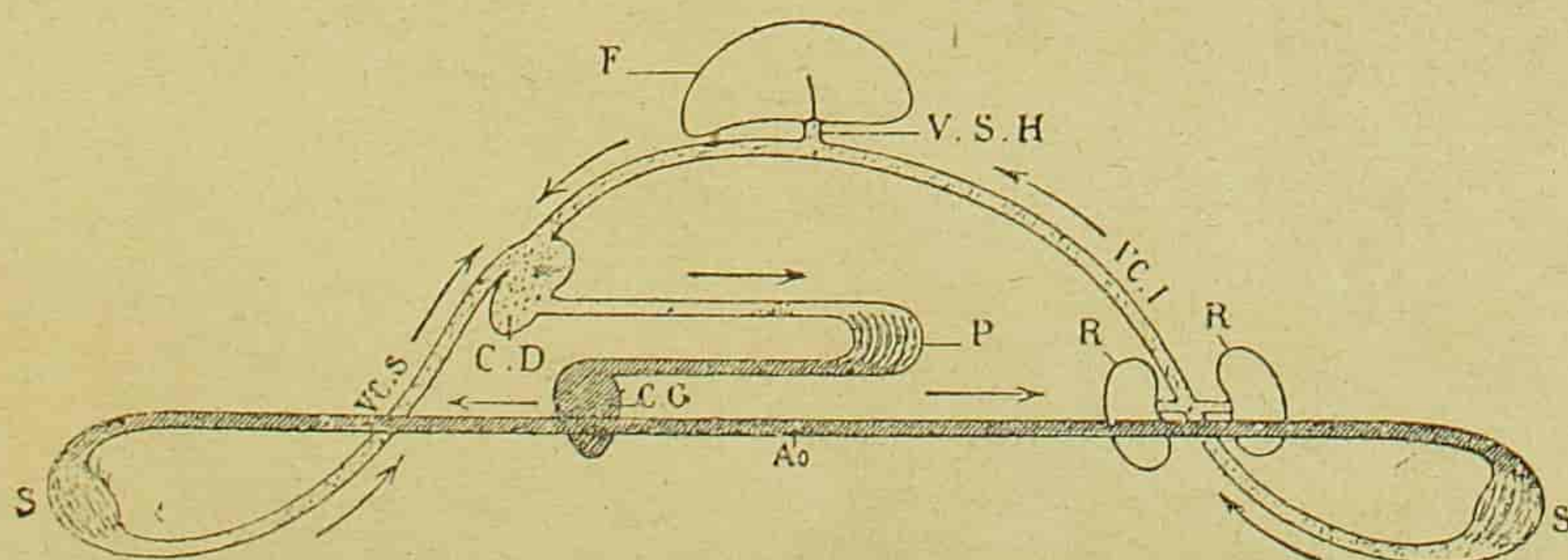
Температура је пазуха у човека око 0,2⁰ нижа од ректумове.

Промене температуре у току 24 часа.

У току 24 часа, температура људскога тела, мерена на пр. у ректуму, претрпљује сталне промене. Изјутра око 6 часова, температура је најнижа: око 36,7⁰; у вече достиже око 37,6⁰. Од тога тренутка опада до 6 часова изјутра. У особа које су се навикле да дању спавају а ноћу бде (хлебари, болничарке), температура се мења у обрнутоме правцу од горњег.

Крв пролазећи кроз капиларе постаје топлија, јер се у организму у додиру капилара врше сагоревања. Ако се капилари налазе на површини тела, тада је венска крв хладнија од артер-

Температура крви у разним деловима крвотока.



Слика 14.

Графички представљен распоред температуре. Релативна висина температуре изражена је висином коју орган заузима у цртежу.

F. јетра. — V. S. H. јетрина вена. — C. D. десна половина срца — C. G. лева половина срца. — V. C. S. горња вена кава. — P. плућа — A. O. аорта. — V. C. I. доња вена кава. — R. бубрези. — S. површни капилари.

ске, јер се крв, дошавши на површину тела, више охладила него што се загрејала топлотом сагоревања при пролазу кроз капиларе. Из истог се узрока крв хлади пролазећи кроз плућа. Целокупна пак венска крв, која долази у десну срчану преткомору, топлија је за $0,2^{\circ}$ (у пса) од артерске крви у левој срчаној половини, а то значи, да се целокупна количина крви више загрева пролазећи кроз органе у унутрашњости тела, него ли што се хлади на површини тела и у плућима. Најтоплија је крв при излазу из јетре: на томе месту, крв шупље вене (*vena cava*) може бити за један читав степен топлија од крви у аорти на истој висини. Слика 14 представља шематички топлотну топографију крвотока.

УПОРЕДАН ПРЕГЛЕД

промета материје и енергије у живих бића

ОБРАСЦИ ИСХРАНЕ

Промет материје и енергије, или исхрана живих бића може се свести на три обрасца чији су представници: 1. животиња, 2. биљка без хлорофила, 3. хлорофилна биљка.

1. Животињска исхрана.

Особене су црте животињске исхране: прво, потреба хемијске енергије у виду хемијскога потенциала малог броја органских једињења. Без примања хемијске енергије нема животињскога живота. Али та хемијска енергија може послужити организму само ако је доносе ове три групе тела: беланчевине, масти и угљени хидрати (у неколико и алкохол). И угаљ, и бензин, и многа друга органска и неорганска тела носиоци су хемијскога потенциала који се оксидовањем ослобођава, али, као што свако зна, организам животињски није подобан употребити та тела на своје енергетске сврхе.

Одлике животињске исхране: органско гориво и азотна једињења.

Друга је особена црта животињске исхране, апсолутна потреба азотне органске хране. Без извесне количине беланчевина (или аминокиселина) нема трајнога животињскога живота, па ма све друге погодбе биле испуњене. Ту азотну потребу треба схватити чисто материјалном, јер нема сумње, да беланчевине не играју какву посебну енергетску улогу у којој их масти и угљени хидрати не би могли заступати. Животињски организам нема моћ да синтетизује своје беланчевине из азотне неорганске материје уз припомоћ органских безазотних једињења,

као што то могу чинити друга бића, као што ћемо даље видети; отуда неопходна потреба органске азотне хране.

Теоријски бар, и беланчевине, и угљени хидрати, и масти могу посебице задовољити све енергетске потребе организмове. Беланчевине пак, могле би у материалном погледу заменити и угљене хидрате и масти, али обрнуто није више могућно, јер се један минимум неприкосновене азотне органске хране не може ничим заменити.

Сад ћемо бацити један поглед на особене црте исхране других живих бића, које треба познавати и с тога, да би се схватило кружење материје и протицање енергије у природи.

Отпочнимо са биљкама без хлорофилне функције.

II. Исхрана биљака без хлорофила.

Хемијски потенцијал органских једињења и неорганско гради-во као одлика биљке без хлорофила.

Биљке без хлорофила, гљиве, печурке, морају као и животиње добивати хемијску енергију у виду потенцијала органских једињења. Али оне већ мање захтевају од животињскога организма: оне не морају примати азот у органскоме облику; оне могу подмирити своје азотне потребе неорганским азотним једињењима. Док животињски организам не може дићи неоргански азот на ступањ органских једињења, биљке без хлорофила могу то учинити, под погодбом да располажу једним извором хемијскога потенцијала. Али, као год и животиње, угљеник морају примати у органскоме облику. Према томе, материалне и енергетске потребе биљнога организма који нема хлорофилне функције могу се задовољити минералном храном (вода, нитрати...) којој је придружено једно безазотно органско тело (шећер, глицерин, винска киселина...), које доноси хемијски потенцијал и угљеник.

III. Исхрана хлорофилних биљака.

У животињскоме организму, неорганска се материја ни уз припомоћ органске не може претворити у органска једињења. То не значи пак, да се у животињскоме организму не збивају никакве синтезе, али су ове могуће само полазећи од органскога материјала. На пример, организам може синтетизовати хипурску киселину пошавши од гликокола и бензалдехида; из аминокиселина организам гради своје многобројне и разноврсне беланчевине, итд. Дакле, животињски организам гради органска сложена једињења из органских простијих тела.

Биљке без хлорофила силазе за један ступањ дубље. Ни оне нису подобне градити органску материју из самога неор-

ганскога градива, али могу остварити синтезу свих многобројних својих органских састојака ако располажу поред неорганског материала и једним органским безазотним једињењем. Ни у једноме од ова два типа исхране живих бића нема уздизање енергије ниже врсте на ступањ хемијскога потенциала. Целокупни хемијски потенциал њихових синтетизованих производа проиходи од хемијскога потенциала органскога материала који им је неопходно потребан за њихову делатност.

Моћ синтетизовања иде до крајњих граница у биљака са хлорофилном функцијом. У тих се бића синтеза свих њихових органских састојака, који су куд и камо многобројнији него у животиња, врши из неорганскога градива. За ту синтезу није потребно давати им хемијскога потенциала, јер биљка, својом хлорофилном функцијом, претвара светлосну енергију у хемијски потенциал што га садрже једињења која су у биљци синтетизована. У хлорофилној биљци имамо дакле уздизање неорганске материје на највиши органски ступањ и, у исто доба, уздизање енергије ниже врсте, светлости, на ступањ енергије више врсте — хемијскога потенциала.

Одлика исхране хлорофилне биљке: грађење хемијскога потенциала и синтеза органске материје.

IV. Посебни типови исхране.

Овде ћемо изложити одлике исхране неких микроорганизама, који су важни како са теоријскога гледишта тако и са улога које играју у природи. По начелу своје исхране они у ствари припадају другоме од горе изложених образаца, али они извлаче своју хемијску енергију из неорганских тела. То је тако значајно, да ћемо проговорити посебице коју реч о тим посебним случајевима исхране. Теоријска важност чињенице, да жива бића могу извлачити енергију из неорганскога материала, свакоме ће бити јасна: она нам казује, да је најглавнија и најопштија ствар у исхрани живих бића, хемијска енергија; а да је природа тела која дају организму ту енергију врло различна, да нема ничега општега, већ да су се организми прилагодили на најразноврсније изворе хемијске енергије, почевши од беланчевина па до минералних соли. Из тога се види, да енергетска страна хране превлађује над хемијском. Сви организми без хлорофилне функције морају бити снабдевени хемијским потенциалом. То је општа црта њихове исхране. Ништа пак није тако различито као хемијска природа оних тела која ће организму дати свој потенциал хемијске енергије. У енергетскоме погледу имамо строгу начелност, у биохемијскоме најширу прилагодљивост. То ће нам јасно показати следећи примери.

И неорганска тела могу бити извор енергије живих бића.

Сумпорне бактерије.

Бактерије рода *Beggiatoa* и *Thiotrix* не могу живети без сумпорводоника (H_2S). У унутрашњости тих микроорганизама опажају се сумпорне капљице, које нестају након 24 до 48 часова, када се ти организми налазе у средини која не садржи сумпорводоника. Сумпор који се налази у бактеријама проишоди од сумпорводоника оксидовањем; затим се и сумпор оксидује и претвара у сумпорну киселину, која гради сулфате. Та оксидовања ослобођавају следеће количине енергије:



Оксидовање сумпора снабдева живот хемијским потенцијалом

Те су реакције извор хемијскога потенцијала сумпорних бактерија, јер се оне могу развијати у одсуству органске материје, а нису подобне употребљавати светлосну енергију. Оксидовање сумпора одговара овде оксидовању шећера на пример, у других организама. У сумпорних бактерија дисање се дакле састоји у трошењу кисеоника и у производњи сумпорне киселине; изгледа да оне не производе угљендиоксида, или ако га производе то мора бити у врло малим количинама према потрошеноме кисеонику.

Бактерије које нитрификују.

Појава нитрификовања, која се редовно збива у тлу, састоји се у претварању амониака у азотну киселину, односно у нитрате, делањем микроорганизама. Амониак постаје такође активношћу микроорганизама, из органских азотних тела, беланчевина, мокраћевине и др. Уреа се претвара дејством разних микроорганизама, међу којима је најбоље познат *Micrococcus urae*, у амониумкарбонат:



У нитрификовању узимају удела две врсте микроорганизама: једни претварају амониак у нитрите, други претварају нитрите у нитрате. За развитак тих микроорганизама није потребна ни светлост ни присутност каквога органскога тела, али једнима су потребне амониумове соли а другима нитрити. Без тих соли не могу опстати. Затим, угљендиоксид је такође неопходно потребан њихову дужему животу, јер је он извор њихова угљеника. Ето дакле један случај да организам асимилује угљендиоксид без хлорофилне функције, без употребе светлосне енергије. Ову

Оксидовање амониака и нитрита снабдева жива бића енергијом.

енергију мора заступати у бактерија нитрификовања хемијски потенцијал њихове неорганске хране, амониумових соли и нитрита; јер да би се извукао угљеник из угљендиоксида, треба утрошити онолико хемијске енергије колико се развија при грађењу тога једињења из његових елемената. Енергија која се развија оксидовањем амониака служи заиста поглавито на асимилацију угљеника, као што казује паралелизам између количина оксидованог азота и асимилваног угљеника (Виноградски):

оксидовано N	722,0	506,1	928,3	815,4
асимилвано C	19,7	15,2	26,4	22,4
$\frac{N}{C}$	36,6	33,3	35,2	36,4

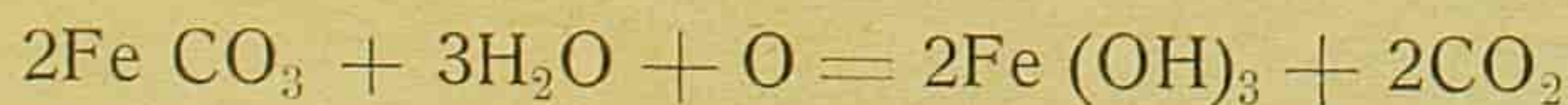
Док се у зелених биљака асимилација угљеника врши помоћу светлосне енергије, у овоме случају врши се помоћу хемијске енергије: у првоме случају имамо фотосинтезу, у другоме хемиосинтезу.

Извор је хемијске енергије бактерија које нитрификују: оксидовање амониака и нитрита. Те реакције ослобођавају следеће количине енергије:

1. $CO_3(NH_4)_2 + 3O_2 = CO_2 + 2NH_3 + 3H_2O + 148$ кал.
2. $NKO_2 + O = NKO_3 + 22$ кал.

Жељезне бактерије.

Неке бактерије, као што је *Leptothrix ochracea*, садрже у својој опни многобројна зрнца гвоздене рђе, што им даје затворено-црвену боју. Тај ферихидроксид постаје оксидовањем ферокарбоната који се налази у води у којој бактерија живе:



Морамо напоменути, да није доказано да та реакција снабдева речени организам хемијским потенцијалом као што се најпремислило, јер је утврђено да жељезне бактерије могу живети и без гвожђа.

Да би се видело како жива бића могу употребити најразноврсније гориво, поменимо да *Bacillus methanicus* оксидује метан и даје угљендиоксид и воду:



Други микроорганизам, *Bacillus oligocarophilus*, оксидује угљенмоноксид и производи угљендиоксид:



Оксидовање гвожђа, метана, угљенмоноксида и водоника извор је енергије за жива бића.

Најзад, *Bacillus pantotrophus* троши слободни водоник, који, изгледа, служи на органске синтезе, и који се, затим, сагоревањем претвара у воду.

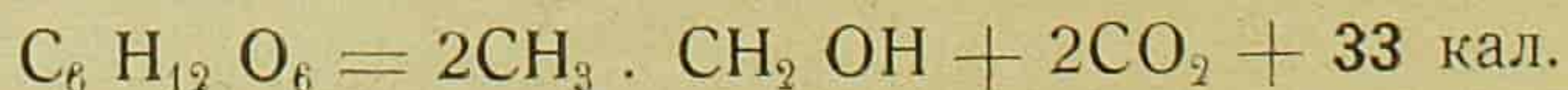
Овде морамо најзад поменути и особен начин исхране микроорганизама који могу да употребе гасовити ваздушни азот на синтезу азотних органских једињења. То су микроорганизми који живе у симбиози са вишим биљкама, легуминозама, на чијем корену граде квржице.

V. Анаеробни живот.

Кроз све типове исхране видели смо да се провлачи једна заједничка ствар, а то је, да живоме бићу треба хемијскога потенциала. Једнима тај потенцијал даје органска материја коју су други организми саградили, други га извлаче из органске материје коју су сами синтетизовали помоћу светлосне енергије, трећи је извлаче из свакојаког органског и неорганског материјала.

Живот је
могућан и
без кисеоника.

До сада смо видели, да се хемијски потенцијал, ма како разнога порекла био, ослобођава сагоревањем, или оксидовањем, материје која га је садржавала. Али ни потрошња кисеоника није општа црта свих живих бића. Постоје организми који могу живети и без кисеоника, а неки чак и не могу живети у присуству тога гаса. То су анаеробни организми; они живе анаеробним животом. На пример, квас, нарочито кад је у заклону од кисеоника, извлачи потребну хемијску енергију из реакције која се састоји у цепању гликозе у алкохол и угљендиоксид:



КРУЖЕЊЕ МАТЕРИЈЕ и протицање енергије у природи

Видели смо да се животињска исхрана састоји у примању материје и енергије одређенога облика, и да та материја и енергија, прошавши кроз организам, напуштају га у другоме облику, који није више употребљив за животињски организам. Када не би постојали у природи процеси помоћу којих се материја може вратити у облике кроз које је прошла, јасно је, да би се она временом нагомилала у једноме облику, док би други облици понестали. На пр., ако узмемо у обзир само животињску исхрану, кад не би постојали процеси супротнога правца, тада би органска материја њихове хране за кратко време била претворена у разне производе животињскога истурања, CO_2 , H_2O , уреа, итд. који би се нагомилали, и, разуме се да би, у одсуству једнога врела органских састојака хране, животињски живот морао ишчезнути. Другим речима, материја мора кружити: то је погодба дужему опстанку не само животињскога света, већ живота у опште.

Кружење
материје
као погод-
ба опстан-
ка живо-
га света.

То је кружење материје лако схватити сада, када су нам познати разни типови исхране живих бића. Сад ћемо видети, да материја која узима удела у животном механизму, прелази, тако рећи, из руке у руку разних организама силазећи до најнижих ступњева упроштености, да би се затим уздигла до врхунца хемијске сложености. При томе сваки организам, задовољавајући своје потребе, у исто време омогућава опстанак и осталим организмима.

У хлорофилних се биљака гради органска материја, беланчевине, масти, угљени хидрати и др., из неорганскога градива: минералних соли, угљендиоксида, воде. У животињскоме организму органска се материја разорава; угљени хидрати и масти потпуно, тако да вода и угљендиоксид који проиходе од њихова сагоревања могу поново послужити биљци за синтезу истих једињења. У томе случају имамо једно врло уско коло у коме круже угљеник, кисеоник и водоник.

Кружење
азота.

Беланчевине пак, као што знамо, дају у животињскоме организму, поред воде и угљендиоксида, који се могу одмах вратити к биљци, и азотне производе, које хлорофилна биљка не може употребити: то су разни азотни састојци мокраће, међу којима су најважнији уреа, урска киселина, алантоин, креатинин и хипурска киселина.

Та тела садрже још извесан део хемијског потенциала беланчевина. И он ће бити искоришћен. Извесни микроорганизи снабдеваће се њиме и тиме ће та тела бити упроштена. Видели смо већ, да се уреа на тај начин претвара у амониак. И други азотни састојци мокраће претварају се такође, посредно или непосредно, у амониак. Тиме је азот већ подобан да га зелена биљка употреби и да затвори на тај начин коло његових метаморфоза. Али знамо, да и амониак може бити врелом енергије, и да ту енергију искоришћују микроорганизи који га претварају у азотасту киселину, и да ова најзад даје свој хемијски потенциал другим организмима који азотасту киселину претварају у азотну. И тако се азот беланчевина налази најзад у виду нитрата, те ће моћи послужити биљци на нове синтезе беланчевина.

Очевидно је, да се то кружење материје може вршити само док сви чланови одигравају своју улогу, иначе би наступио застој кружења, т. ј. гомилање материје у једноме облику.

Горе смо изложили једно коло којим угљеник и азот круже у природи. Али то се кружење може вршити разним путовима. Органске материје биљнога порекла не морају проћи кроз животињски организам. Оне могу непосредно пасти пленом микроорганизама и тада се распадају и оксидују дајући врло различне производе, али на крају крајева опет налазимо производе које хлорофилна биљка може употребити. Неки микроорганизи могу ослободити у гасовитом стању азот органских материја. Па и у томе случају азот неће избећи кружењу, јер знамо да постоје микроорганизи који, удружени са вишим биљкама, узимају ваздушни азот и њиме граде беланчевине.

И други елементи који улазе у састав живих бића имају своје коло којим круже. Поменућемо овде само знатну улогу сумпорних бактерија у кружењу сумпора. Под утицајем микроорганизама који производе труљење, сумпор беланчевина претвара се у сумпорводоник. Сумпорне бактерије пак, као што видесмо, претварају сумпорводоник у сумпорну киселину, односно у сулфате. Ове ће соли пак моћи послужити биљкама на синтезу беланчевина.

У живоме свету материја кружи дакле у најпотпунијему смислу. Да видимо шта бива са енергијом.

Порекло целокупне енергије којом се снабдева животни механизам, јесте Сунце. Сунчева светлосна енергија уздиже се хлорофилном функцијом биља на степен хемијскога потенциала органских материја које је биљка синтетизовала. У животињском организму, највећи се део тога хемијскога потенциала ослобођава, и, пошто је испунио разне задатке, појављује се најпосле у виду топлоте у спољашњој средини. Остатак хемијскога потенциала што односе собом животињска истурања, искоришћен је, као што видесмо, разним микроорганизмима, до краја. А то значи, да се и он на концу свега појави у виду топлоте.

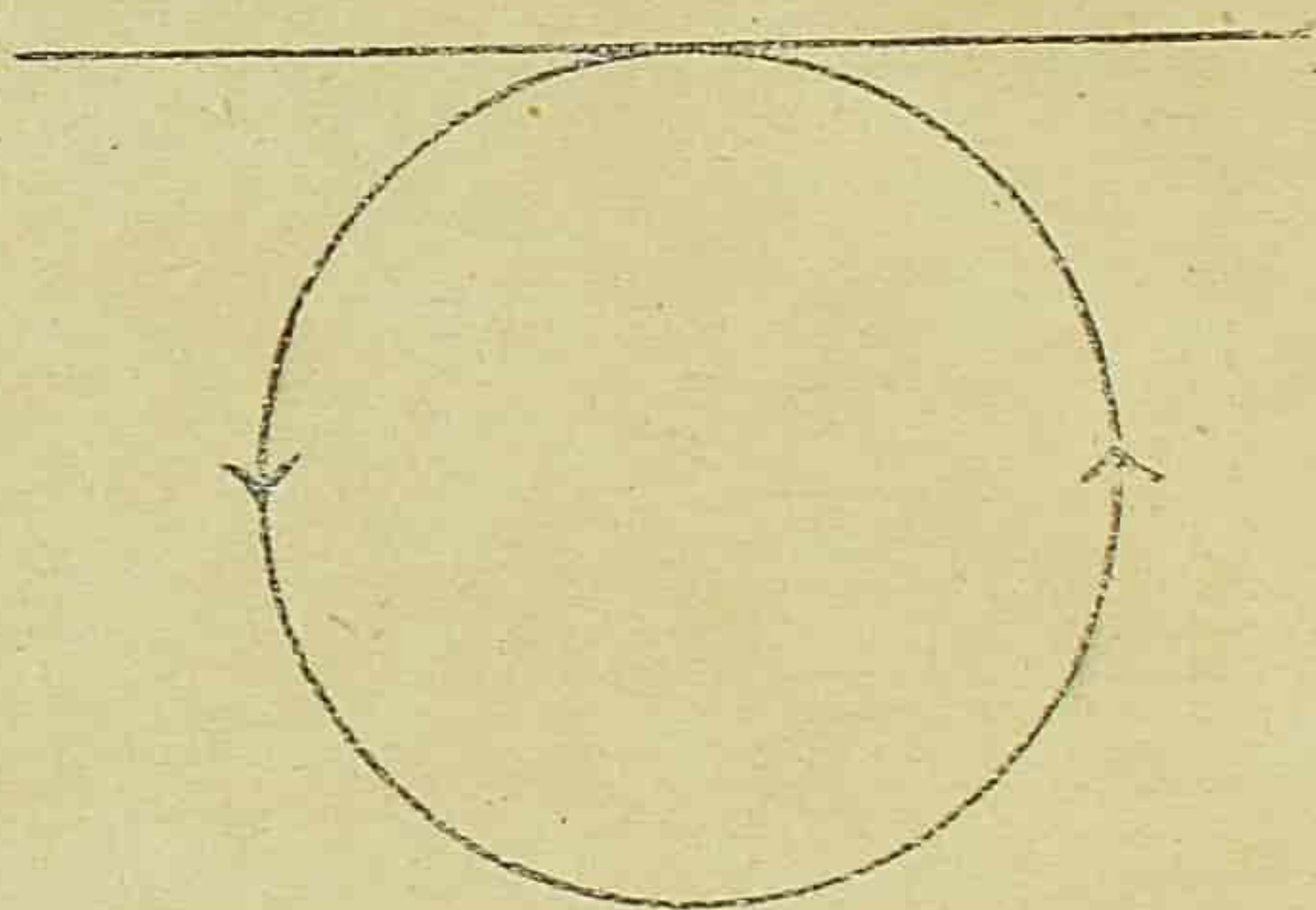
Шта бива са том топлотом на коју се своди васколики хемијски потенциал што га је хлорофилна биљка саградила из сунчеве светлосне енергије? Враћа ли се биљци, као оно материја, да би је хлорофилна функција уздигла на нов хемијски потенциал својих органских једињења? Не. Та се топлота расипа по васељени; она је изгубљена за нашу планету и за живот на њој.

Према томе, не може бити речи о кружењу енергије у свету живих бића. Енергија у њих не кружи већ само протиче. Њен је извор Сунце. Један мали део (1%) светлосне енергије што је Сунце шаље нашој планети задржан је у хлорофилним биљкама и уздигнут у енергију више врсте, тј. у хемијски потенциал органских биљних састојака. Тим ће се потенциалом снабдевати целокупни живот на Земљи. Прошавши кроз животни механизам, тај се потенциал, као што рекосмо, налази у виду топлоте.

Док ће се атом угљеника, који у виду угљендиоксида напушта организам, опет појавити једнога дана у животноме механизму, дотле калорија, која је произведена у вези са тим атомом, напушта живот за навек.

У погледу прошлости и будућности материје и енергије које узимају удела у животу, овај се може представити једном тач-

ком на периферији круга којим кружи материја. Енергија пак представљена је једном правом која је тангентна у тој тачки. У томе погледу живот је тренутан сусрет материје која кружи и енергије која протиче.



Слика 15.

„Живот је тренутан сусрет материје која кружи
и енергије која протиче“.

ТРЕЋИ ДЕО

Органске функције

Да би се промет материје и енергије могао вршити у организму, потребна је у томе циљу сарадња разних органа. Лако је увидети да сви органи, посредно или непосредно, служе томе промету. Очеvidно је да апарати за дисање, за варење, за крвоток, служе непосредно разменама и промету материје и енергије. Истоме циљу служе и разне жлезде: јетра, бубрези, жлезде за варење, итд. Сви ти органи служе управо искључиво промету материје и енергије у организму. Па и живчани систем сарађује на томе послу управљајући радом оних органа који су у служби животнога промета. Живчани систем и чулни органи, одржавајући везу са спољашњим светом тиме су такође у служби истога промета као и органи за кретање, јер вођен својим чулима, везаним за мишиће живчаним системом, организам се креће и долази до потребне му хране.

Органске
функције
и промет
материје
и енергије.

Ма како разнолике биле органске функције, ма како различити били њихови механизми, не треба заборавити да су у служби онога што је у основи живота, а то је промет материје и енергије

ГЛАВА ПРВА

Оптицање крви

У организама сложеније грађе, материалне се размене не могу непосредно вршити између њихових ткива и спољашње средине. Док амеба прима непосредно кисеоник из течне средине у којој живи, и тако исто непосредно истура угљендиоксид, сложени организми садрже у себи течну, унутрашњу средину, која посредује у разменама ткива са спољашњом, течном или гасовитом средином. Ћелије организмове живе у тој течној унутрашњој средини као што амеба живи у капи воде.

Унутрашња средина и њена улога посредника.

Да би унутрашња течна средина могла испунити своју улогу посредника, она мора оптицати, кружити по организму, да би узастопно долазила у додир сваке ћелије организмове и спољашње средине, те тиме одржала везу између спољашњег света и организмове унутрашњости.

Између организмових ћелија и унутрашње течне средине врше се непосредно размене материје, као оно између амебе и воде у којој живи. Према томе, унутрашња се средина мора обнављати, јер би се иначе брзо засатила ћелијским излучивањима, док би из ње понестао материал потребан животу ћелија. Да би се то остварило, крв при своме оптицању долази у извесним органима у додир или у везу са спољашњом средином, и на тај начин се врше размене између тих двеју средина. Дошавши у плућа, крв се ослобођава угљендиоксида што га је од ткива примила а снабдева се кисеоником атмосферским; од апарата за варење, који је непосредно у вези са спољашњом средином, крв прима органску и неорганску храну, док пролазећи кроз бубреге ослобођава се органских и неорганских производа ћелијскога излучивања, која су у виду мокраће избачена у спољашњу средину. Унутрашња је средина дакле посредник између орга-

Потреба оптицања унутрашње средине.

низма и спољашње средине његове. Најпре ћемо се упознати са том унутрашњом течном средином а затим ћемо се упознати са механизмом који је покреће.

I. Крв.

Крвна пла-
сма и зри-
ца.

Крв је течност отворено-црвене боје (артерска крв) или мрко-црвене боје (венска). Крв се лако пенуши и малко је слузава. Крв је непровидна због великога броја крвних зрнаца што садржи.

Ако посматрамо крв на микроскопу тада откривамо у њој три врсте елемената или зрнаца. То су: црвена крвна зрнца или еритроцити, бела крвна зрнца или леукоцити и крвне плочице или хематобласти. Сви ти елементи лебде у једној течности, која је под микроскопом безбојна, а у дебљим слојевима жућкаста, која се зове крвна плазма. Целокупна крв посматрана голим оком црвене је боје због мноштва црвених крвних зрнаца која садржи.

Густина и
реакција
крви.

Густина је крви око 1,050. На лакмусу реагује алкално; та алкалност одговара раствору натриумхидроксида од 3,20 грама на литар. Као што смо раније поменули (стр. 17), титровање помоћу индикатора не даје нам стварну алкалност, то јест концентрацију ОН јона. Ако одредимо ту концентрацију у крви, налазимо да је крв врло мало алкална и да је њена стварна реакција врло близу неутралности.

Црвена крвна зрнца или еритроцити.

Еритроцити дају крви црвену боју. Та боја происходи од хемоглобина (стр. 64) који црвена зрнца садрже у себи. Посматрани на микроскопу, еритроцити нису црвени већ жућкасти; тек кад су посматрани у дебљим слојевима имају црвену боју.

Облик ери-
троцита.

У човека су црвена крвна зрнца округла и двогубо издубена (сл. 16,1.). Има их разних величина, али преовлађују зрнца чији пречник износи 7,5 μ . Немају свога једра. У свих сисара црвена су крвна зрнца округла, двогубоиздубена и без једра (изузетак чине камиле, у којих су зрнца елипчаста, двогубо испупчена, сл. 16,2.). Остали кичмењаци имају елипчасте еритроците, који су двогубоиспупчени и имају једро (сл. 16, 3—8).

Строма и
хемогло-
бин.

Црвена крвна зрнца састављена су из једне безбојне материје, која се зове строма, за коју је везан крвни пигмент хемоглобин. Девет десетина тежине сувих еритроцита припадају хемоглобину, а једна десетина строми. Разним средствима

може се прекинути веза између та два састојка црвених крвних зрнаца, тако да хемоглобин напушта крвно зрнце. Та се појава зове хемолиза. Поменули смо раније (стр. 15) да хемолиза на-

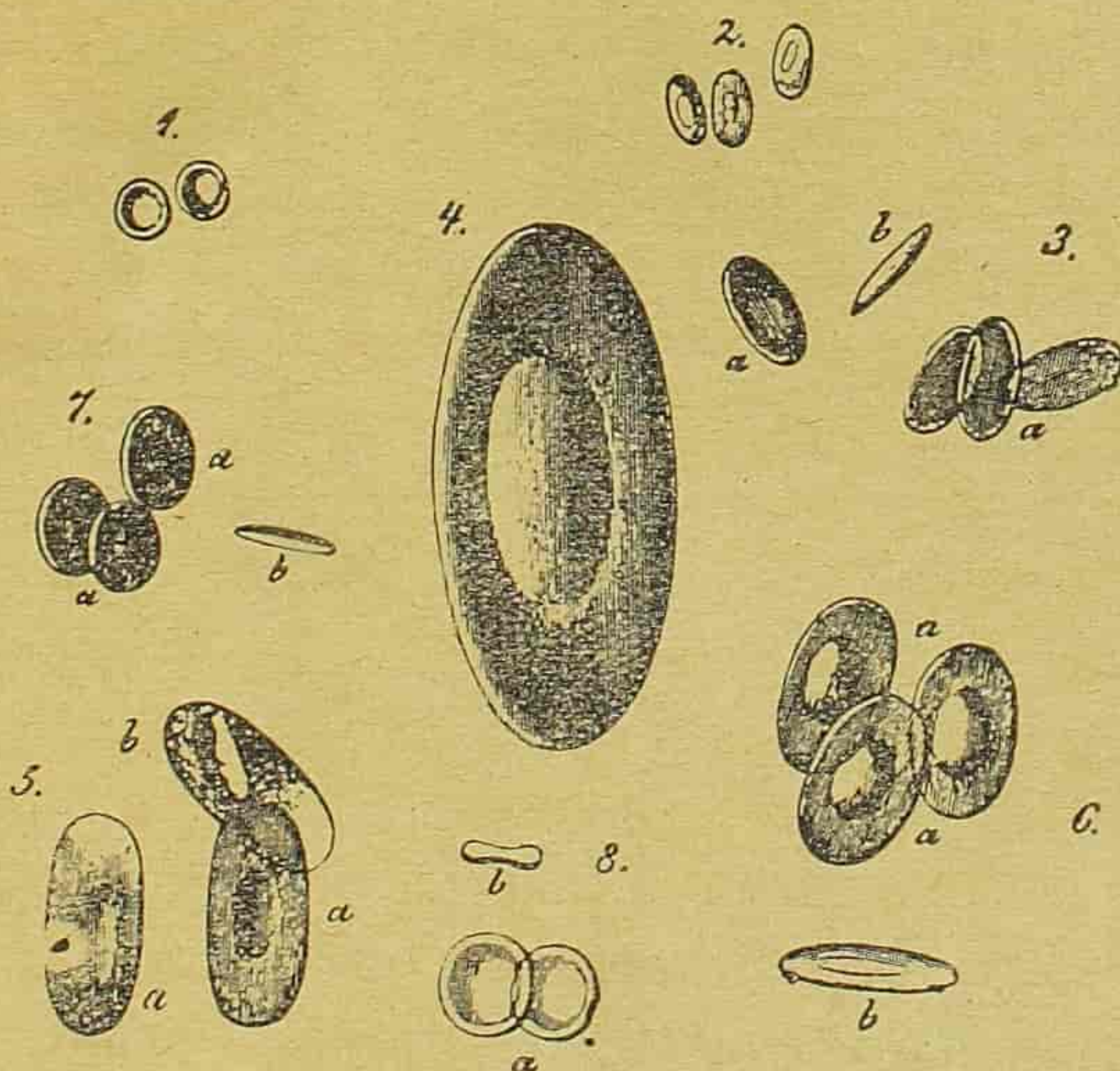
Хемолиза.

ступа када се црвена крвна зрнца налазе у средини која није с њима изотонична. На пример, у дестилованој води крвна зрнца брзо хемолизују: зрнца се разоре а хемоглобин се распе по дестилованој води те добивамо провидну обојену течност („лакована крв“). Исто се дешава ако их ставимо у хипертоничну средину, на пр. у раствор који садржи знатно више од 9 грама натриумхлорида на литар. Многи чиниоци производе хемолизу: жуч, етер, смрзавање итд. Поменимо још да се убризгавањем крви друге животињске врсте изазива у крви организма, који подлеже том убризгавању, моћ да хемолизује та туђа крвна зрнца (хемолитични серуми).

Црвена су крвна зрнца еластична; она набубре у хипотоничним срединама а смежурају се у хипертоничним; под најмањим притиском мењају свој облик: у уским капиларима она се провлаче развлачећи се.

Човечја крв садржи око пет милиона еритроцита на кубни милиметар. Према томе, у пет литара крви што их садржи људски организам има око 25 трилиона црвених крвних зрнаца. Њихова је целокупна површина дакле врло велика, што је повољно за улогу коју испуњавају: упијање и везивање кисеоника при пролазу кроз плућа.

Број црвених крвних зрнаца мења се под утицајем разних чинилаца. Повећава се, кад се из низине прелази у високе пределе, и обратно. Разне животињске врсте не садрже исте количине еритроцита; милиметар кубни крви садржи еритроцита: коњ 7,400.000, пас 6,500.000, камила 11,000.000, кокош 2,400.000, жаба 400.000.



Слика 16.

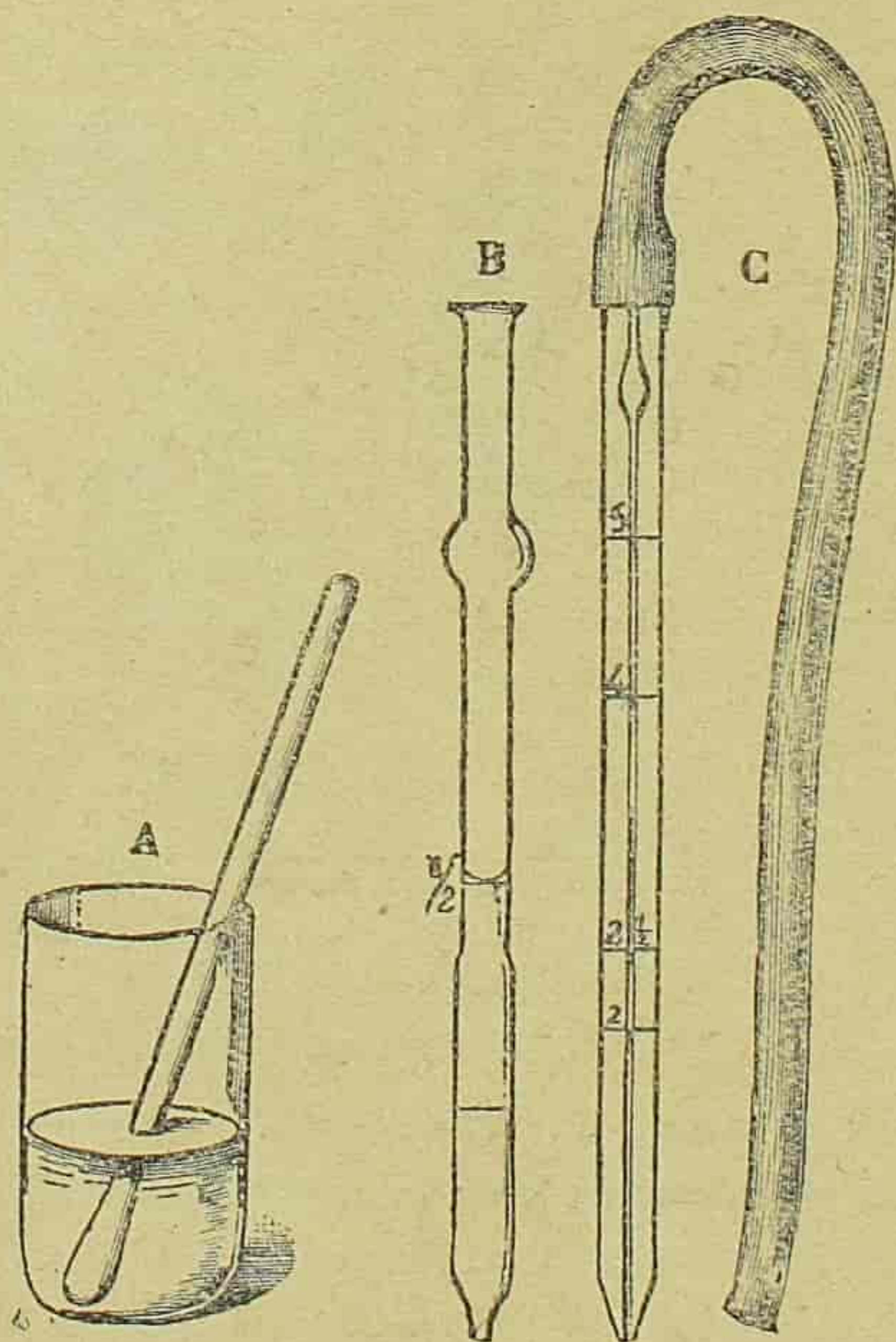
Црвена крвна зрнца.

a. с лица; b. са стране.

1. човек. — 2. камила. — 3. голуб. — 4. протеј. — 5. тритон. — 6. жаба. — 7. чиков. — 8. *Petromyzon*.

Бројење
крвних зр-
наца.

Да би се крвна зрнца могла избројити под микроскопом, потребно је претходно разблажити крв физиолошким раствором или којом другом течношћу која неће разорити крвна зрнца. У томе циљу употребљује се једна капиларна сисаљка (сл. 17, С.) која је одмерена за 2, 2 $\frac{1}{2}$, 4 и 5 милиметара кубних. Усисавањем на натакнуту цев од каучука, крв се попне до једнога раздела, пак се та количина крви саспе у чашу А, у којој се већ налази 500 милиметара кубних физиолошкога раствора, измерен сисаљком В. Да не би остало крви у капиларној сисаљци, ова се мора неколико пута испирати физиолошким раствором који је у чаши. На тај начин крв је разблажена 100, 200 или 400 пута, према количини одмерене крви. Пребрајање зрнаца у тој разблаженој крви врши се помоћу хематиметра. Тај се апарат састоји из једне стаклене плоче за посматрање на микроскопу, која има једну издубеност дубине $\frac{1}{5}$ милиметра и која се испуни горњом разблаженом крвљу пак затвори, покрије, једном стакленом плочицом. На дну поменуте издубености уцртани су квадрати чија је страна једнака $\frac{1}{5}$ милиметра. Према томе, она крвна зрнца која на микроскопу видимо да се налазе у једноме од тих квадрата, припадају у ствари једној коцки чије су ивице једнаке $\frac{1}{5}$ милиметра, јер слој посматране разблажене крви, као што видесмо, има висину $\frac{1}{5}$ милиметра. Пошто се изброје зрнца која се налазе у неколико поменутих коцака и узме средња вредност, тада се простим рачуном одреди колико зрнаца садржи неразблажена крв.



Слика 17.

А. чаша за разблаживање крви. — В. сисаљка за одмеравање физиолошког раствора. — С. сисаљка за одмеравање крви.

њем на натакнуту цев од каучука, крв се попне до једнога раздела, пак се та количина крви саспе у чашу А, у којој се већ налази 500 милиметара кубних физиолошкога раствора, измерен сисаљком В. Да не би остало крви у капиларној сисаљци, ова се мора неколико пута испирати физиолошким раствором који је у чаши. На тај начин крв је разблажена 100, 200 или 400 пута, према количини одмерене крви. Пребрајање зрнаца у тој разблаженој крви врши се помоћу хематиметра. Тај се апарат састоји из једне стаклене плоче за посматрање на микроскопу, која има једну издубеност дубине $\frac{1}{5}$ милиметра и која се испуни горњом разблаженом крвљу пак затвори, покрије, једном ста-

кленом плочицом. На дну поменуте издубености уцртани су квадрати чија је страна једнака $\frac{1}{5}$ милиметра. Према томе, она крвна зрнца која на микроскопу видимо да се налазе у једноме од тих квадрата, припадају у ствари једној коцки чије су ивице једнаке $\frac{1}{5}$ милиметра, јер слој посматране разблажене крви, као што видесмо, има висину $\frac{1}{5}$ милиметра. Пошто се изброје зрнца која се налазе у неколико поменутих коцака и узме средња вредност, тада се простим рачуном одреди колико зрнаца садржи неразблажена крв.

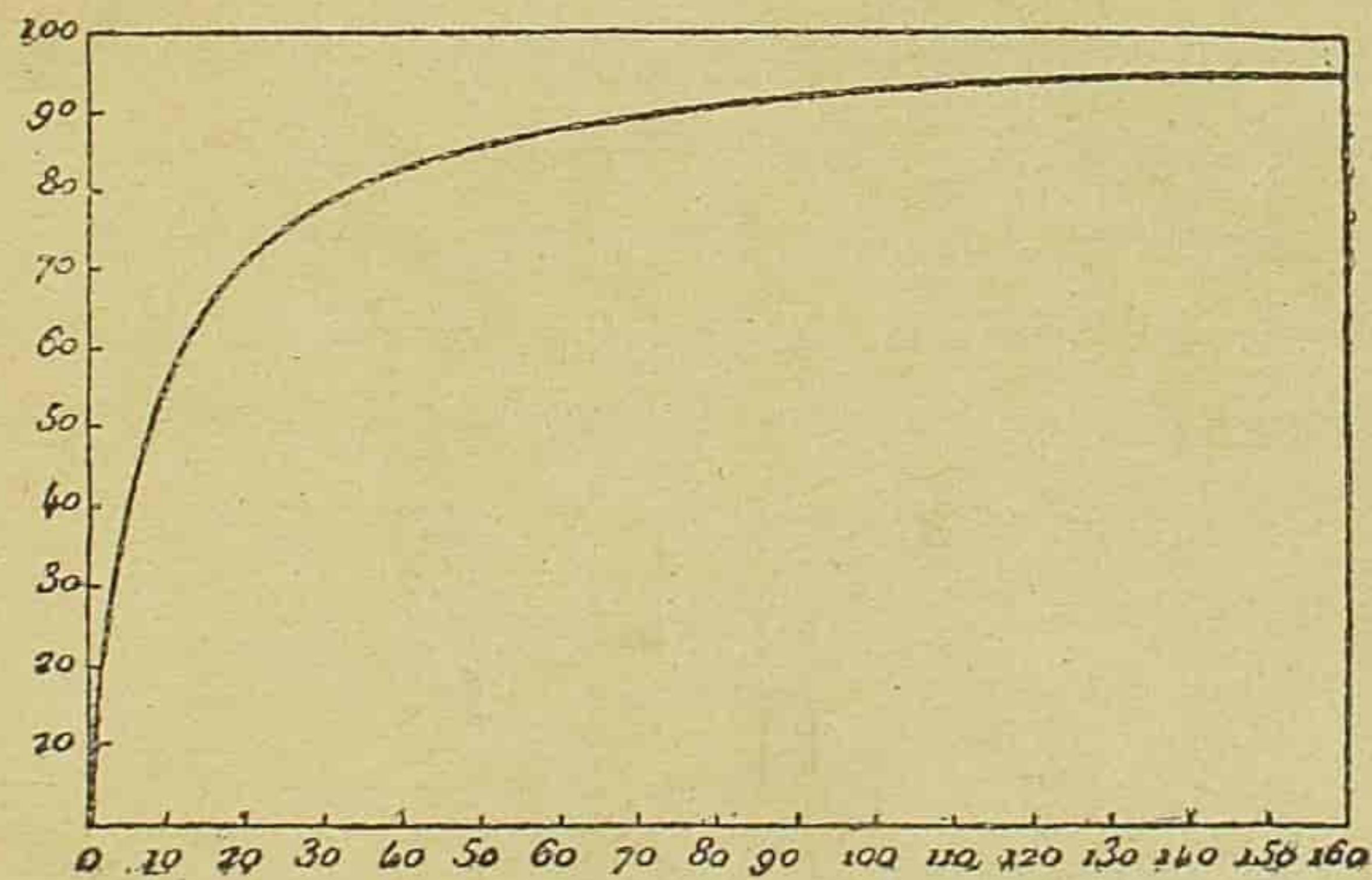
Простији је и згоднији Ротан-ов апарат, јер се у једној истој сисаљци врши одмеравање и разблаживање крви. Пребрајање се пак врши на горњи начин.

Улога цр-
вених крв-
них зрна-
ца.

Улога је црвених крвних зрнаца да разносе кисеоник по организму. Она то врше на основу хемоглобина којим су на-

топљена. Као што смо раније поменули (стр. 64), хемоглобин се у додиру кисеоника једини са тим гасом претварајући се у оксихемоглобин, који лако отпушта везани кисеоник и претвара се поново у хемоглобин. Колико ће кисеоника хемоглобин на датој температури везати, то зависи од притиска под којим се кисеоник налази. Приложена кривуља (сл. 18) представља везивање кисеоника под

разним притисцима. На абсциси је назначен делимични притисак (стр. 21) кисеоников (у милиметрима живе), а на ордонати колико је процента хемоглобина претворено у оксихемоглобин. Као што се види, везивање кисеоника у почетку нагло расте са притиском, док овај недостигне вредност око 60 милиме-



Хемоглобин и напон кисеоника.

Слика 18.

Кривуља која представља постотак хемоглобина претворена у оксихемоглобин у функцији кисеоников притиска.

тара. Изнад те вредности упијена количина врло споро расте кад се притисак повећава. Поменимо да под истим погодбама хемоглобин упија више кисеоника на нижој температури него на вишој. На 0° пак, оксихемоглобин не отпушта свој кисеоник, тј. не може да се дисоцира.

Као што видимо, притисак не утиче на исти начин на везивање кисеоника хемоглобином и на растварање тога гаса, или гасова у опште, у једној течности. Док је упијање кисеоника у функцији притиска представљено горњом кривуљом, дотле је, као што знамо (стр. 20), растворена количина једнога гаса сразмерна његову притиску.

Својим хемоглобином крв упија несразмерно више кисеоника него ли кад би тај гас био само растворен у крвној течности. На пример, 100 цм³ пасје крви могу упити, на температури од 15°, око 24 цм³ атмосферскога кисеоника, док у истим погодбама крвна пласма раствара само 0,65 цм³. Према томе схватљиво је, да без хемоглобина крв не би могла задовољити организму потребу кисеоника.

Кисеоник растворен у пласми.

Једина је улога црвених крвних зрнаца: пренос кисеоника. Кад крвна пласма увештачким погодбама раствара довољно ки-

сеоника, тада се може укинути улога хемоглобина, као што казује следећи оглед.

Пацови се ставе у атмосферу која садржи доста угљенмоноксида. Тај гас, као што ћемо даље видети, једини се чврсто са хемоглобином, тако да овај није више подобан везивати кисеоник.

У таквим приликама наступа смрт. Али ако се речени пацови, који су отровани угљенмоноксидом, ставе у чист кисеоник под напоном од 2 атмосфере, тада под тим притиском, који је 10 пута јачи од кисеоникова делимичнога притиска у ваздуху, раствара се у крвној пласми довољно кисеоника да би се живот могао одржати. У томе случају животиње живе иако њихова црвена крвна зрнаца не испуњавају своју улогу разносача кисеоника.

Видели смо раније (стр. 99) да хемоглобин, при пролазу крви кроз плућа, везује кисеоник и да тај оксихемоглобин отпушта свој кисеоник у капиларима уступајући га ткивима. Али те размене гасова не врше се ни у плућима ни у капиларима непосредно између атмосферскога ваздуха и ткива с једне стране и црвених крвних зрнаца с друге. Све се те размене врше посредно преко крвне пласме. Када венска крв дође у плућа, кисеоник плућних мехурића раствара се у крвној пласми на основу свога напона и своје растворљивости; тај растворени кисеоник пак јединиће се са хемоглобином црвених крвних зрнаца док не наступи равнотежа између његова напона и напона оксихемоглобина. У капиларима у организму, пласма артерске крви уступаће ткивима свој растворени кисеоник, али тиме је поремећена равнотежа између напона кисеоника раствореног у пласми и оксихемоглобина, те ће се оксихемоглобин распадати и уступати свој кисеоник крвној пласми. Као што се види, размене се врше преко крвне пласме, а црвена крвна зрнаца су нека врста слагалишта кисеоника, која нагомилавају тај гас у плућима а отпуштају га у капиларима.

Карбокси-
хемогло-
бин.

Хемоглобин се једини са угљенмоноксидом (СО), као што се једини са кисеоником, и даје карбоксихемоглобин. Само што је једињење са угљенмоноксидом много сталније. Довољне су врло мале количине угљенмооксида у ваздуху да би истисле кисеоник оксихемоглобинов и заузеле његово место. На пример, кад у ваздуху има 1% СО, после пола сата 71,5% хемоглобина претворено је у карбоксихемоглобин. Отуда јака отровна моћ угљенмооксида. Тај гас у ствари није отрован по ткива, и његово се дејство врши тиме што јединећи се са хемоглобином онеспособљава црвена крвна зрнаца да преносе кисеоник. Видели смо мало пре у огледу на пацову да у томе слу-

Отровно
дејство
угљенмо-
оксида.

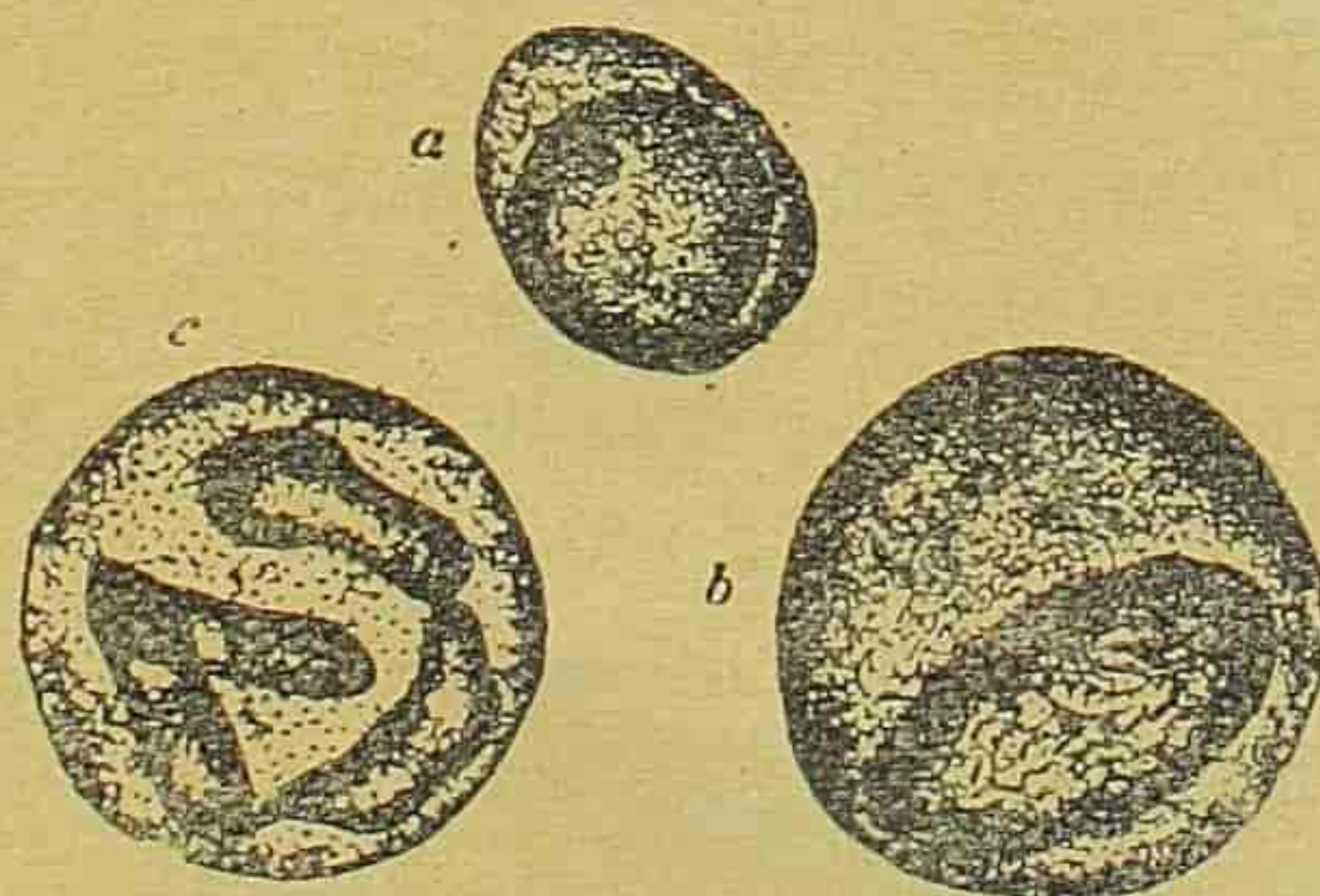
чају смрт не наступа ако крвна пласма садржи довољно кисеоника. Према томе разумљиво је да угљенмоноксид нема отровнога дејства на животиње које немају хемоглобина: буба-швабе живе у атмосфери која је састављена из 20% кисеоника и 80% угљенмоноксида.

Бела крвна зрнца или леукоцити.

Белих зрнаца има у крви много мање него црвених. У људској крви има их у средњу руку око 6.000—8.000 у кубноме милиметру. По својој пореклу и по својим особинама, бела крвна зрнца се деле у лимфоците и миелоците. Први садрже једно крупно једро (сл. 19 *a* и *b*), други садрже више једара (сл. 19 *c*) и њихова је протопласма зрнаста. Лимфоцити се производе у лимфоидном ткиву, а миелоцити у коштаном мозгу.

Лимфоцити и миелоцити.

Бела крвна зрнца или леукоцити имају особину да се могу кретати, пуштањем и повлачењем протопласматских кракова (псеудопода), као што се крећу амебе. Кретање леукоцита може се изазвати разним надражајима.



Слика 19.

a—b лимфоцити. *c* миелоцит.

Према неким хемијским надражајима леукоцити имају позитиван хемиотактизам, тј. одговарају на те надражаје приближујући се телу које даје тај надражај. Кисеоник, токсини бактерија, делују на тај начин на леукоците, док према другим телима (алкохол, хлороформ...) леукоцити имају негативан хемиотактизам, тј. леукоцити се удаљују од тих тела.

Амебоидно кретање леукоцита.

Леукоцити се лако провлаче кроз зидове крвних капилара. Та се појава зове диapedеза. На основу диapedезе и свога позитивнога тактизма, бела крвна зрнца могу да се прикупе у великим количинама на надраженим местима организма. Гној је састављен из дегенерисаних леукоцита који су се прикупили на надраженом или инфектованом месту.

Диapedеза.

Гној.

Леукоцити имају важну особину да могу обухватити својим псеудоподима, и на тај начин унети у своју унутрашњост, различита тела, као што су зрнца угљенога праха, разни микроби итд. Та се појава зове фагоцитоза (Мечников) и њој се придаје велика важност у борби организма против инфекционих болести. Фагоцитовани микроби сварени су у протопласми белог зрнаца онако као што је сварена честица алге у протопла-

Фагоцитоза.

сми амебе. Леукоцити могу да сваре и ткива и тиме играју улоге у метаморфози инсеката.

Леукоцити садрже разне ферменте. Видећемо даље да они производе ферменат који згрушава крв; они су такође потребни за производњу гликолизе (стр. 109) у крви.

Леукоцити су састављени поглавито из нуклеопротеида, и њихово разоравање у организму повећава лучење мокраћне киселине.

Нема сумње да бела крвна зрнаца играју многобројне и разноврсне улоге које нам нису још све познате.

Крвне плочице или хематобласти.

Ови крвни елементи долазе по своме броју између црвених и белих крвних зрнаца. Врло брзо мењају свој изглед у крви која није више у својим судовима. У нормалним погодбама хематобласти се указују као вретенасти штапићи, безбојни, величине црвених зрнаца.

Крвне плочице и ретрактовање крвнога грушаја.

Као што ћемо даље видети, грушање крви састоји се у претварању једне растворене крвне беланчевине, фибриногена, у кончасту беланчевину фибрин, која у своје конце упетља крвна зрнаца и плочице. Та згрушена крвна маса ретрактује се, скупља се, истискујући из себе крвну сурутку, или серум. Крвне плочице или хематобласти производе то ретрактовање.

Крвна пласма и крвни серум.

Издвајање пласме од зрнаца.

Крвна је пласма течност у којој се налазе крвни елементи, зрнаца и плочице. Ако спречимо једним од даље поменутих начина грушање крви, тада се у крви, остављеној на миру у једном суду, крвна зрнаца сталожу на дно, а поврх њих издваја се слој жуте течности. Та течност, то је крвна пласма. Издвајање зрнаца од пласме убрзава се центрифуговањем: брзим окретањем, крв је у апарату центрифуга изложена центрифугалној сили, и крвна зрнаца, због своје веће густине од пласме, прикупе се брзо у густоме слоју на дну суда.

Пласма је у главноме слана вода у којој се налазе растворене беланчевине и други органски састојци. Густина је пласме око 1,027; реакција је алкална на лакмусу.

Беланчевине крвне пласме су: серумалбумин, серумглобулин и фибриноген.

Кад се крв груша, фибриноген, који је растворен у пласми, таложи се. Таква пласма ослобођена фибриногена зове се серум.

Серум се дакле разликује од пласме једино тиме што не садржи фибриногена. Фибриногена пак, према осталим беланчевинама што се налазе у пласми, има мало: од 80 грама беланчевина што налазимо у литру пласме, фибриногену припада око 4 грама.

Беланчевине крвне пласме.

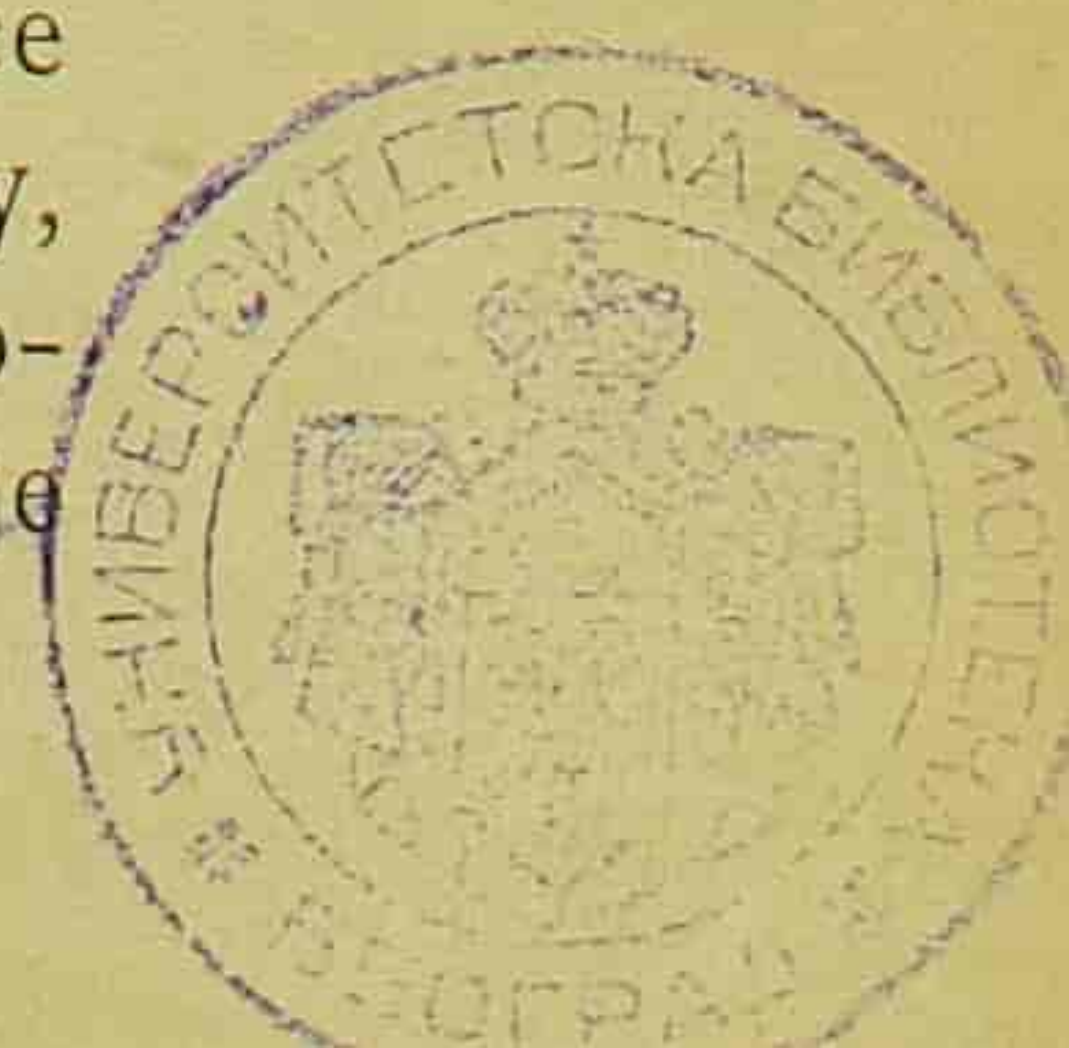
Серум даје на 1.000 грама око 90 грама суве материје, и то 75 гр. беланчевина (серумалбумин и серумглобулин), и 8 грама соли (од којих 5 грама натриумхлорида). У пласми и серуму налази се увек и шећера, гликозе, масти, сапуна, холестерина и других тела у малим количинама. Следећи преглед даје нам целокупни састав 1.000 грама крви:

Састав серума.

1.000 гр. крви	I 500 гр. пласме	a. беланчевине	серумалбумин	22 гр.
			серумглобулин	15 „
			фибриноген	2 „
		b. друге органске материје, међу којима има око 1 гр. гликозе, 0,20 гр. мокраћевине		6 „
			c. минералне соли (међу њима 2,5 гр. Na Cl)	4 „
			49 „	
	II 500 гр. зрнаца	a. оксихемоглобин		130 гр.
			b. друге органске материје	16,5 „
			c. неорганске материје	3,5 „
				150 „
		Свега суве материје у зрнцима	150 „	
		Свега суве материје у 1.000 гр. крви	199 гр.	

Пошто се преко крви врше организмове материалне размене са спољашњом средином, то она мора садржавати и организмова материална примања, која јој долазе из апарата за варење, и организмова материална издавања, која ће уступити бубрегу. Врло се мало зна поузданога, у ком се стању налазе у крви производи варења беланчевина, и које значење имају нормалне крвне беланчевине. Крв садржи масти које су апсорбоване у цреву а садржи и апсорбовани шећер, чија је количина у крви регулисана гликогенском функцијом јетре. У крви налазимо и мокраћне састојке, које ће бубрези концентрисати: уреу, амониак, урску киселину, итд. Праћење материје која у крв долази из апарата за варење, врло је отежано околношћу да се апсорбована тела махом налазе у крви у врло разблажену стању, јер су одмах употребљена или брзо претрпљују хемијске промене кад ступе у крв. У сваком случају, имајући у виду да је

Сложени састав крви, као посредника између ткива и спољашње средине.



крв посредник не само између организма и спољашње средине већ и између разних његових органа и делова, крв мора имати врло сложен састав, изложен многобројним променама које зависе од физиолошкога стања организмовог.

Угљен-
диоксид у
крви.

Крв садржи и гасова. Кисеоник је, као што знамо, сједињен са хемоглобином и растворен у пласми. Азот је само растворен у пласми. Угљендиоксид пак што га крв ослобођава при своме пролазу у плућима налази се у крви растворен у пласми и у виду бикарбоната алкалија и сједињен са беланчевинама. Та су једињења лабилна, као и оксихемоглобин, те се распадају, отпуштајући угљендиоксид, кад се смањује напон тога гаса (што се у плућима дешава), а граде се, упијајући угљендиоксид, кад се напон тога гаса повећава (што се дешава у капиларима). На тај начин крв упија $2\frac{1}{2}$ пута више угљендиоксида него што га вода може растворити и врши своју улогу преноса тога гаса од ткива к плућима.

Грушање крви.

Изван својих судова, крв претрпљује једну промену: она се згрушава, сире или још коагулише. Згрушена крв указује се у виду једне дрхталице, која се после извеснога времена скупиле, ретракује, и истисне из себе жућкасту течност, крвну сурутку или серум.

Грушање крви састоји се у томе што се фибриноген, беланчевина крвне пласме, претвори у згрушену беланчевину, фибрин. Ова упетља у мрежу својих кончића крвни серум, зрнца и плочице, и на тај начин даје усирену крв. Под утицајем крвних плочица, фибрин се ретракује и то производи истискивање крвног серума из згрушаја крвног.

Првобитни
узрок гру-
шању
крви.

Да би се крв згрушала, фибриноген се мора претворити у фибрин. Сви они чиниоци који производе то претварање изазивају грушање крви.

Док је крв у својим судовима она се не груша. Ако издвојимо из организма један крвни суд, артерију или вену, чија су оба краја везана, тако да крв остаје у њему, та се крв дуго неће згрушати. Ако пак ту крв изручимо у једну чашу, грушање одмах наступа. Али ако је та чаша претходно обложена слојем парафина, грушање неће дуго времена наступити. То значи, да је грушање крви изазвано додиром крви са судом у који је примљена. У суду обложеном парафином, грушање се не производи стога, што крв не кваси парафин те и није с њиме у правој додиру. Према томе, првобитни чинилац грушања крви јесте ме-

Дефибри-
нисана
крв.

ханички надражај додира крви са каквим предметом који није њен природни суд. Шибане крви стакленим прутићем или метлицом убрзава грушање из истога узрока; фибрин се похвата око предмета којим је крв шибана и добивамо крв ослобођену фибрина или дефинисану крв.

Имамо више чињеница које показују да бела крвна зрнца узимају удела у грушању крви.

Леукоцити
и грушање
крви.

Поменимо само ову: Ако спречимо крв да се згруша, охладивши је нагло на 0° , или примивши је у суд обложен парафином, тада можемо центрифуговањем издвојити зрнца од пласме. Таква пласма неће се згрушати, тј. њен се фибриноген неће претворити у фибрин. Али ако јој додамо белих крвних зрнаца, грушање наступа.

Мимо белих зрнаца, за грушање крви потребне су и растворљиве калциумове соли. Ако калциумове соли које су растворене у пласми претворимо у нерастворљиве, тада се крв не груша. То се дешава кад крв примамо у суд који садржи мало натриумоксалата: калциумове соли крви претварају се у нерастворљиви калциумоксалат и таква „оксалатована крв“ неће се грушати. Али ако оксалатованој крви додамо накнадно један вишак какве растворљиве калциумове соли, калциумхлорида на пример, тада се та крв згруша.

Улога калциумових
соли.

Оксалатована
крв.

У појави грушања крви узимају удела, дакле, ови чиниоци: 1° додир крви са судом или каквим другим предметом, 2° бела крвна зрнца, 3° калциумове соли.

Да видимо сада у чему се састоје њихове улоге. Додиром крви са судом бела су зрнца надражена. Под утицајем тога надражаја она луче један проферменат, тј. једно тело које није ферменат али се може претворити у ферменат. То претварање профермента, профибринфермента, — у ферменат — фибринферменат, — врши се дејством калциумових соли. Фибринферменат пак има особину да претвара фибриноген у фибрин, тј. да производи грушање крви.

Фибрин-
ферменат
и профибрин-
ферменат.

Фибрин-ферменат се може алкохолом сталожити из дефинисане крви или из крвнога серума. Добива се један прах који додан раствору фибриногена претвара ову беланчевину у фибрин. Али, фибрин-ферменат се не налази у оксалатованој крви, јер, као што рекосмо, потребне су калциумове соли да би се он појавио. У овој се налази његов претходник, тј. профибринферменат. Јер ако пласми, коју смо издвојили из оксалатоване крви, додамо калциумову со, она се згруша, иако не садржи белих зрнаца: значи да се у оксалатованој крви налази једно

тело, један проферменат, који у присуству калциумових соли даје ферменат који производи грушање.

У кратко речено, грушање крви врши се на следећи начин: Бела крвна зрнца, надражена додиром са судом или каквим другим страним телом, луче профибрин-ферменат; овај се дејством калциумових соли претвара у фибрин-ферменат, који претвара фибриноген у фибрин.

Као што се види, грушање је врло сложена појава, у којој узимају удела ови чиниоци:

Надражај → *леукоцити* → *профибрин-ферменат* → *калциум* → *фибрин-ферменат* → *фибриноген* → *фибрин*.

Одбранбе-
на улога
грушања
крви.

Особина коју крв има да се груша корисна је организму, јер се грушањем крви зауставља крволиптање мањих крвних судова. Крв се необично брзо груша у додиру повређених ткива, која механички и хемијски производе лучење профибрин-фермента. У неких особа крв се тешко груша и у њих најмање повреде производе опасна крволиптања. Та аномалија, која се зове хемофилија, наследна је; утврђено је да се то наслеђивање врши по Мендел-овим законима. Крв се може згрушати и у својим природним судовима дајући патолошку појаву емболије.

Крви се и у самоме организму може одузети за неко доба моћ да се груша изван њега, ако се убризга у крв екстракт глава пијавица, на пример, или раствор протеоза.

Количина
крви у ор-
ганизму.

Човечји организам садржи око $\frac{1}{14}$ своје тежине крви; човек од 70 кгр. садржи око пет литара крви. У животиња се целокупна количина крви одређује измеривши најпре крв која се може добити крволиптањем, пресеком крвних судова. На тај начин не добива се целокупна крв, већ само $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$. Количина крви која је остала у организму одреди се испирањем организма сланом водом докле год се њоме не изнесу последњи трагови хемоглобина. Према обојености воде којом је организам испиран одреди се којој количини крви одговара. Та се количина дода првој добивеној непосредно крволиптањем.

Одређивање количине крви у организму може се вршити и на следећи начин: одузме се организму извесна количина крви, која се замени убризгавањем исте запремине слане воде. Према броју крвних зрнаца, пре и после убризгања, израчуна се колико је крв разблажена убризганом сланом водом, па се отуда дозна и која је њена запремина.

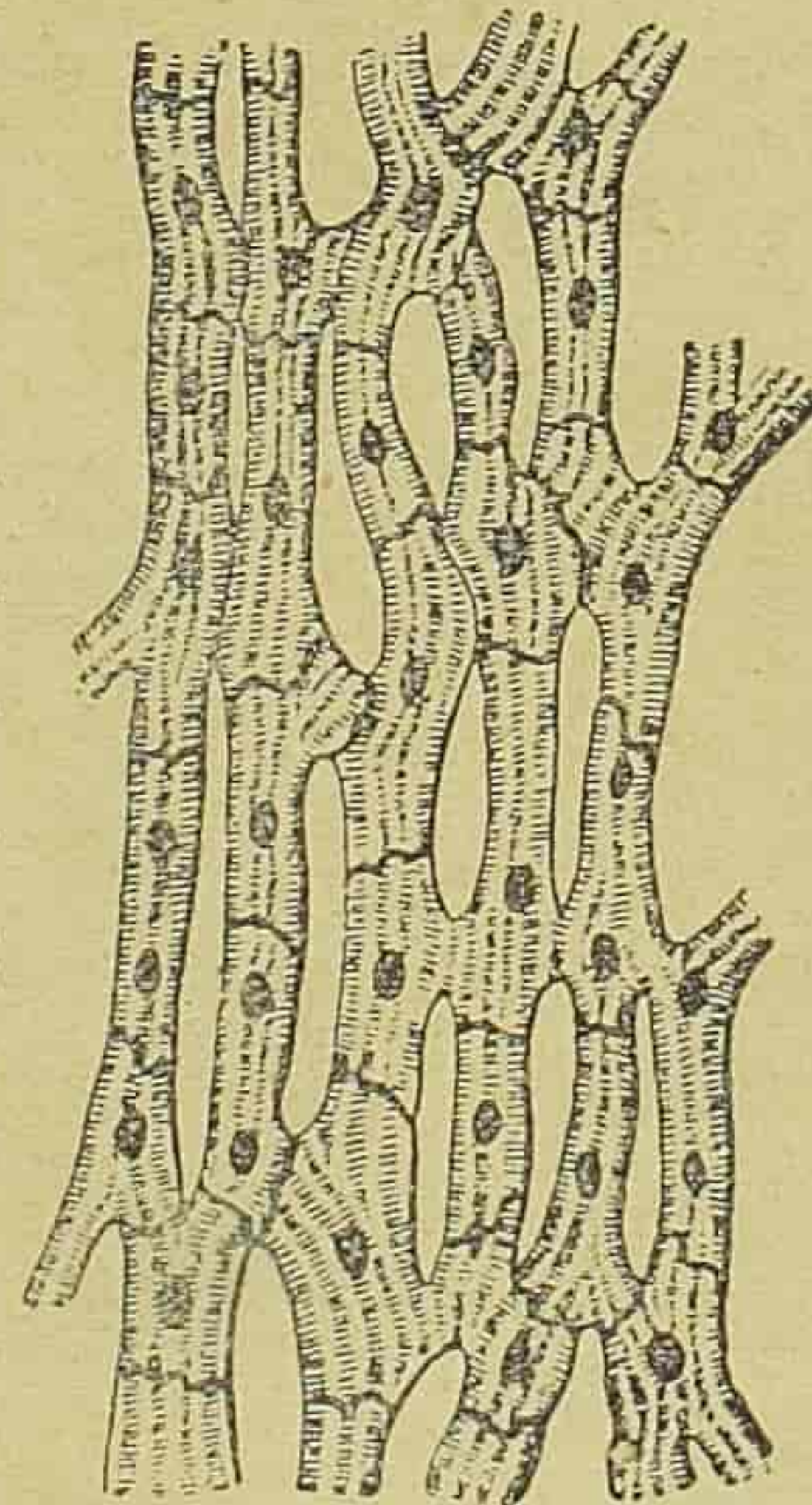
II. С р ц е.

Апарат за оптицање крви састављен је из срца, моторнога органа, који протерује крв кроз судове: артерије, капиларе и вене.

Апарат за оптицање крви.

Срце је шупаљ мишић, саграђен из пругастих мишићних влакана (сл. 20). То је једини орган који је саграђен из таквих влакана а чије функционисање није под управом наше воље. Иначе су сви мишићи вегетативних органа: желуца, црева, крвних судова, саграђени из глатких влакана.

Срце је подељено у четири шупљине; то су преткоморе, десна и лева и две коморе, десна и лева. Зидови преткомора меки су и танки, док су зидови комора чвршћи и дебели; зидови леве коморе много су дебљи од зида десне коморе. Те шупљине нису све потпуно преграђене једне од других. Између коморе и преткоморе исте половине срца налази се по

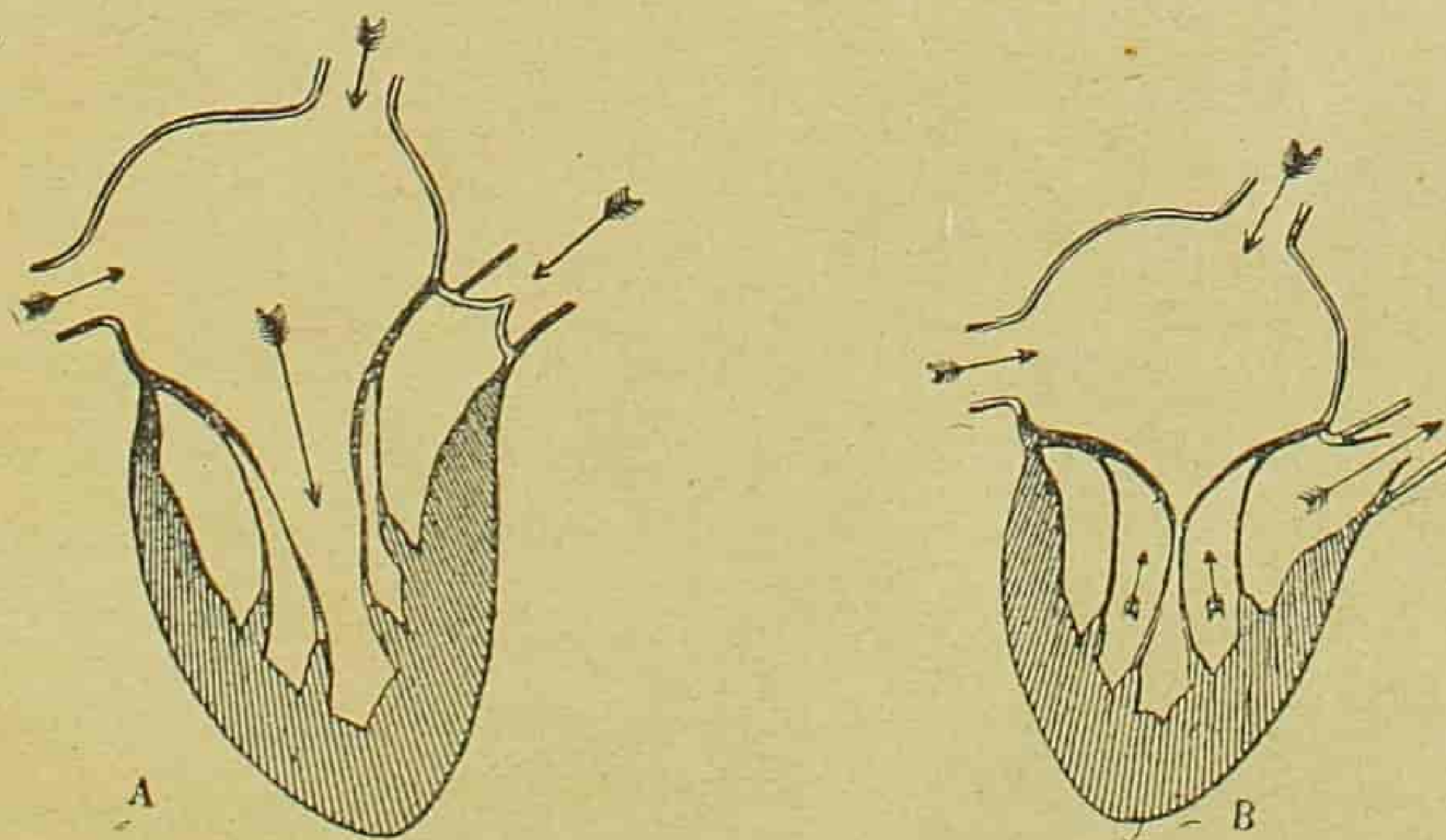


Слика 20.

Пругаста влакна срчаног мишића.

један отвор, који се може затварати срчаним валвулама или срчаним залисцима. Ти се залисци састоје из еластичних мембрана које су својом основом причвршћене за обод тих отвора а висе у одговарајућој комори, за чију су унутрашњу површину везане многобројним кончићима. Њихов распоред објашњује њихово функционисање (сл. 21). Залисци не спречавају прелаз крви из преткоморе у коморе, али кад се коморе контрактују, згрче, те крв појури ка свима њиховим отворима, крв тада надује мембране из којих су залисци

Срчани залисци.



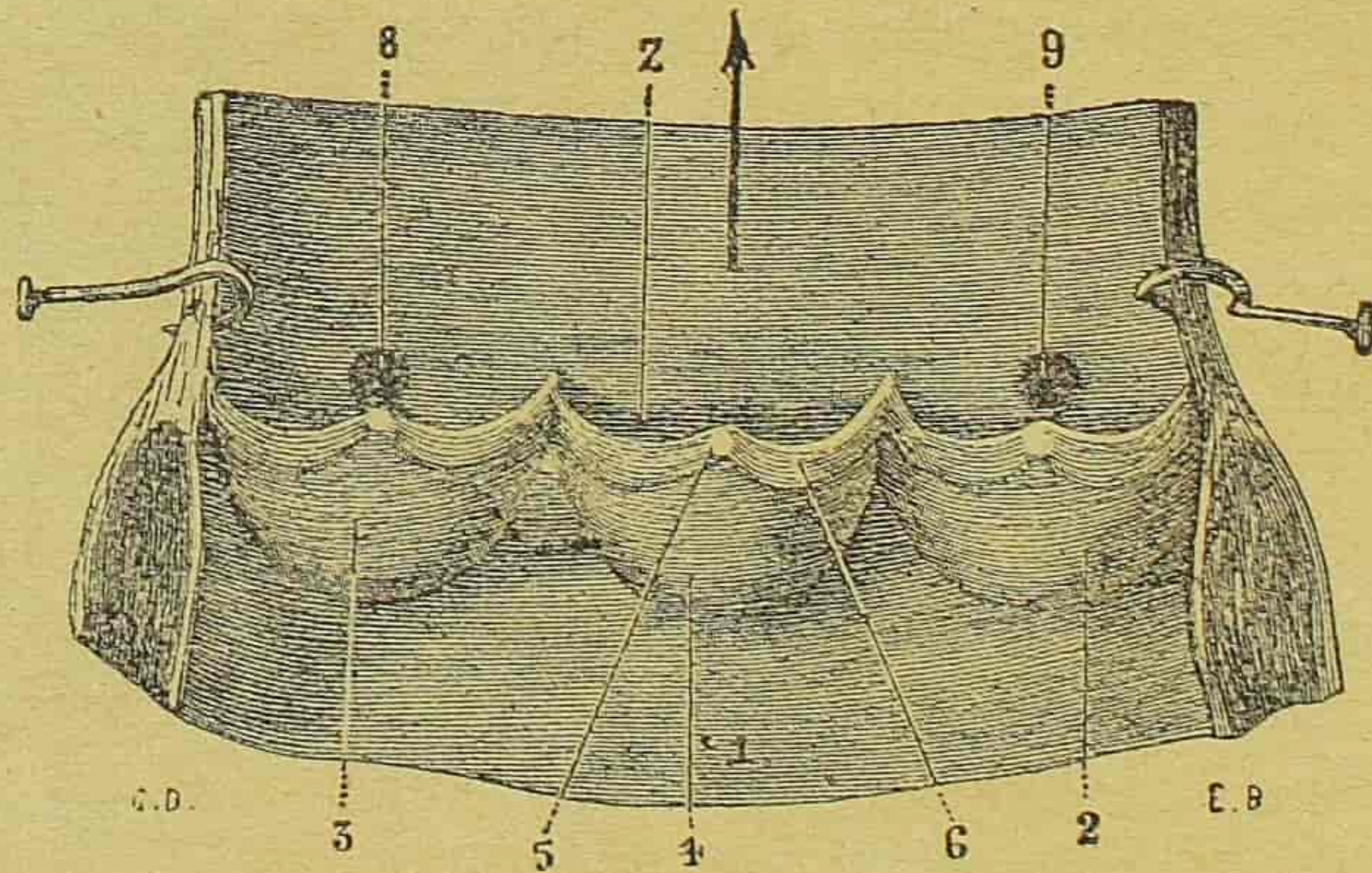
Слика 21.

Срчани залисци десне срчане половине.

А. Срце у диастоли. — Трикуспидни залистак је отворен, док су сигмоидни залисци на почетку плућне артерије затворени.

В. Срце у систоли. — Трикуспидни је залистак затворен, док су сигмоидни отворени.

састављени, онако као што ветар надује разапето једро, па се мембране испрсе ка преткоморама, приљубе једно уз друго и на тај начин затворе отвор који се налази између преткомора и комора и тиме спрече повратак крви из комора у преткоморе. Залиста~~к~~ у десној половини срца састављен је из трију мембранских делова, те се зове трикуспидни залистак (*valvula tricuspidalis*); залистак у левој половини срца, који је састављен



Слика 22.

Сигмоидни залисци аорте.

(Аорта је уздуж расечена да би се могли видети залисци):

1 улазак у комору; 2, 3, 4, три залиска у виду ластиних гнезда; 8 и 9, улаз у коронарну артерију. (Стрелица казује којим правцем залисци пропуштају крв).

из два таква дела, те у неколико подсећа својим обликом на митру, зове се митрални залистак (*valvula mitralis*).

Од срца полази један извесан број крвних судова, од којих једни доводе срцу крв из тела, а други је одводе. Први се зову артерије, други се зову вене.

У десну преткомору увиру две вене: горња и доња шупља вена (*vena cava superior, vena cava inferior*), које доносе срцу венску крв из целог тела. Из десне коморе полази плућна артерија (*arteria pulmonalis*), која води крв у плућа. У леву преткомору увиру плућне вене, које доводе крв из плућа, а из леве коморе полази аорта, која својим огранцима разноси крв по целој телу.

На месту где се плућна артерија спаја са десном комором тај крвни суд има у својој унутрашњости сигмоидне залиске (*valvulae sigmoideae*), који су тако намештени, да спречавају враћање крви из те артерије у комору (сл. 21). Сличне се валвуле налазе и на почетку аорте (сл. 22) и подсећају својим об-

ликом на ластина гнезда, по три на броју, чија је шупљина окренута ка артерији, на чијем су зиду једно до другог причврћена.

Кад крв потиснута контракцијом десне коморе покуља на плућну артерију, сигмоидне валвуле не спречавају јој протицање, али када се комора почне ширити и у њој крвни притисак смањивати, тада крв тежи да покуља у супротном правцу, тј. из артерије ка комори; али тиме крв рашири све три валвуле, које се приљубе једно уз друго и затворе отвор. Сличне сигмоидне валвуле налазе се и на почетку аорте, које спречавају враћање крви из тог суда у леву комору. Остали крвни судови немају правих валвула на своме уласку у срце.

Судови који полазе од срца гранају се све више у све тање Капилари. гране у колико се више удаљују од срца, и најзад се у ткивима и органима разрешавају у мрежу врло танких судова, чији пречник износи 6—12 хиљадитих милиметара а који су састављени само из једне танке мембране, која пропушта крвну пласму и кроз коју се могу провлачити бела крвна зрнца својим амебоидним кретањем (диапедеза). Ти микроскопски судови зову се капилари.

Капилари су увек с једне стране у вези са артеријом, која доноси органу или ткиву крв из срца, а с друге стране су у вези са веном, која одводи крв из тог органа или ткива ка срцу.

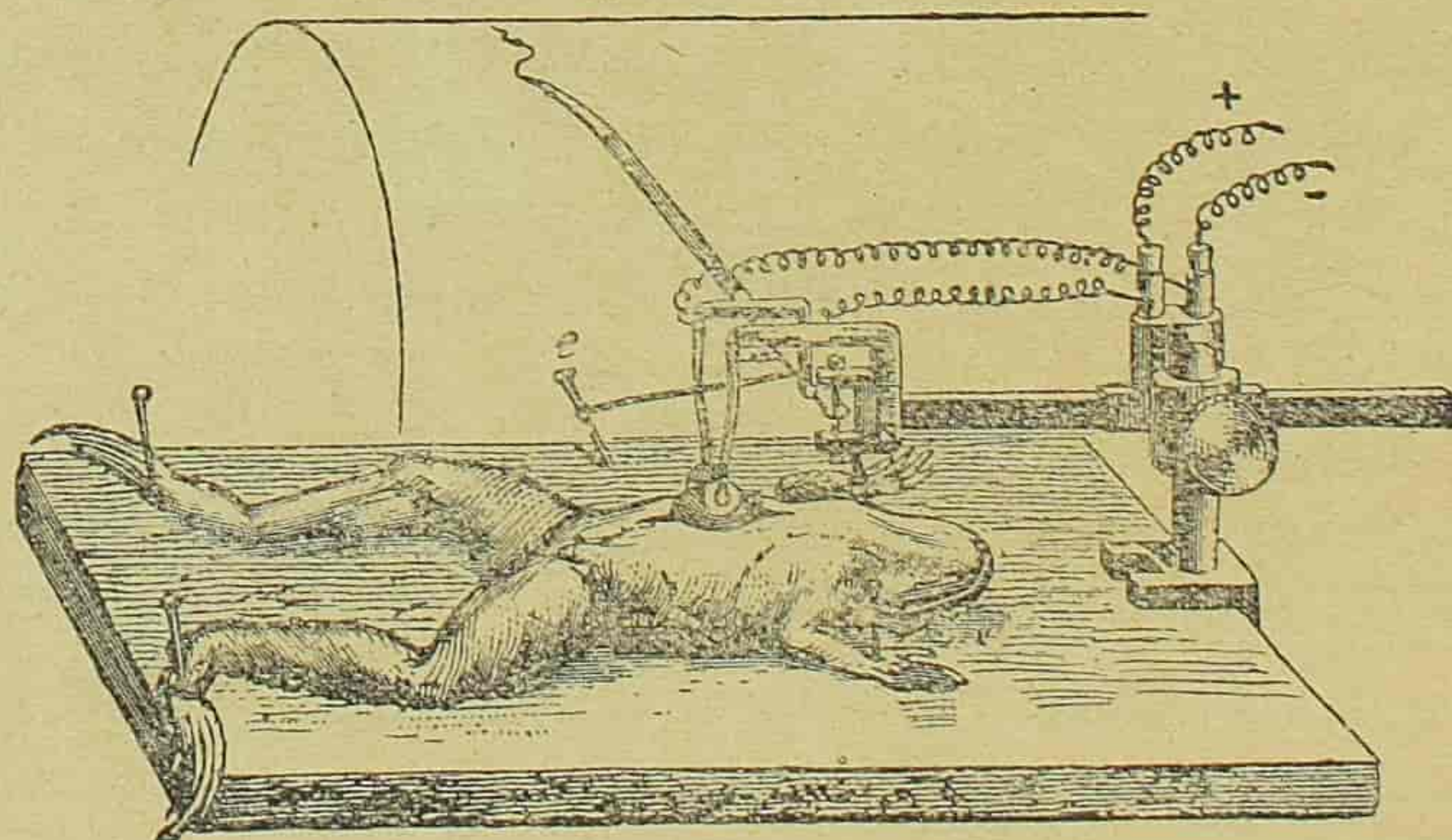
Са физиолошкога гледишта важно је да су артерије и вене Артерије и вене. еластични судови; артерије су еластичније од вена и ту особину дугују многобројним еластичним влакнима што их садрже у својим зидовима. Артерије и вене садрже мимо еластичних влакана и многобројна кружна мишићна влакна, чије контрактовање смањује пречник судова. Прва влакна преовлађују у дебљим артеријама, док друга преовлађују у тањим. Најзад треба још забележити, да се дуж неких вена налазе многобројни залисци (сл. 46), који спречавају одступање крви у тим судовима. Те су валвуле нарочито многобројне у венама у којима крв тече у супротном правцу од земљине теже (вене ногу и руку), а нема их у венама главе и врата.

Срчани мишић ритмички се згрчава (контрактује) и опружа. Систола и диастола. Згрчивши се постаје краћи те и срчане шупљине постају мање, а притисак у њима већи, те је крв из њих истискавана. После сваке контракције, мишић се опружа, шупљине се повећавају, притисак се у њима смањује, те крв покуља у њих. Али се то ритмичко мењање запремине срчаних шупљина не врши истодобно у предкоморама и коморама, већ се контрактовања преткомора и комора нижу једно за другим; али се обе преткоморе

истодобно контрактују као и обе коморе. Контрактовање преткомора назива се систола преткомора, а ширење њихово диастола преткомора. Тако исто разликујемо коморску систолу и коморску диастолу.

Срчана револуција

Ако посматрамо разголићено срце у какве животиње, или срце које ради издвојено из организма, а то се може, као што ћемо даље видети, лако постићи, тада опажамо, да се после краткога мировања целог срца, обе преткоморе и обе коморе нагло грче, контрактују. Најпре се згрче преткоморе а одмах за њима коморе. После сваке систоле појављују се диастоле, тј. преткоморе и коморе се рашире, пак наступа срчани одмор. То низање систола, диастола и срчаног одмора сачињава срчану револуцију.



Слика 23.

Магеу-ов кардиограф за жабље срце.

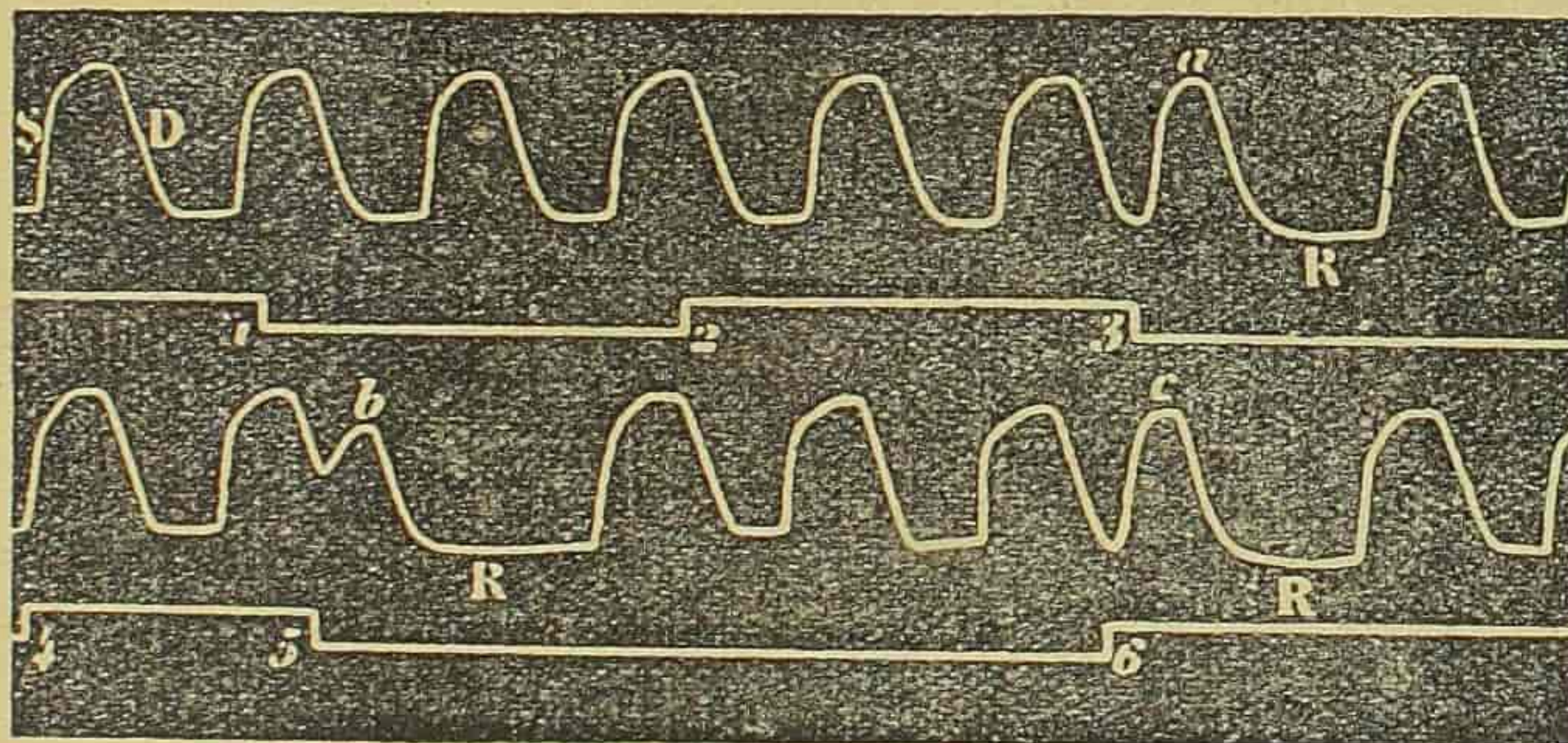
Графична метода.

Непосредним посматрањем срца не може се са довољно тачности анализовати срчана револуција. У томе циљу служимо се графичном методом, која је у физиологији од врло велике користи. Ево како се она примењује на изучавање срчаног функционисања.

Кардиограф.

Функционисање жабљег срца, на пример, може се изучавати Магеу-овим кардиографом (сл. 23). Тај се апарат састоји у главном из двеју ожичица, од којих је једна непомична а друга помична и у вези са једном лаком полугом. Срце се смести између тих двеју ожичица и оно се њима умерено притисне помоћу једне гумене траке (сл. 23, е) везане за покретну ожичицу. Контрактујући се, срце постаје облије и тиме удаљује ожичице једну од друге. То померање покретне ожичице преноси се на полугу која је с њоме у вези. Кретања врха те полуге записују се на следећи начин.

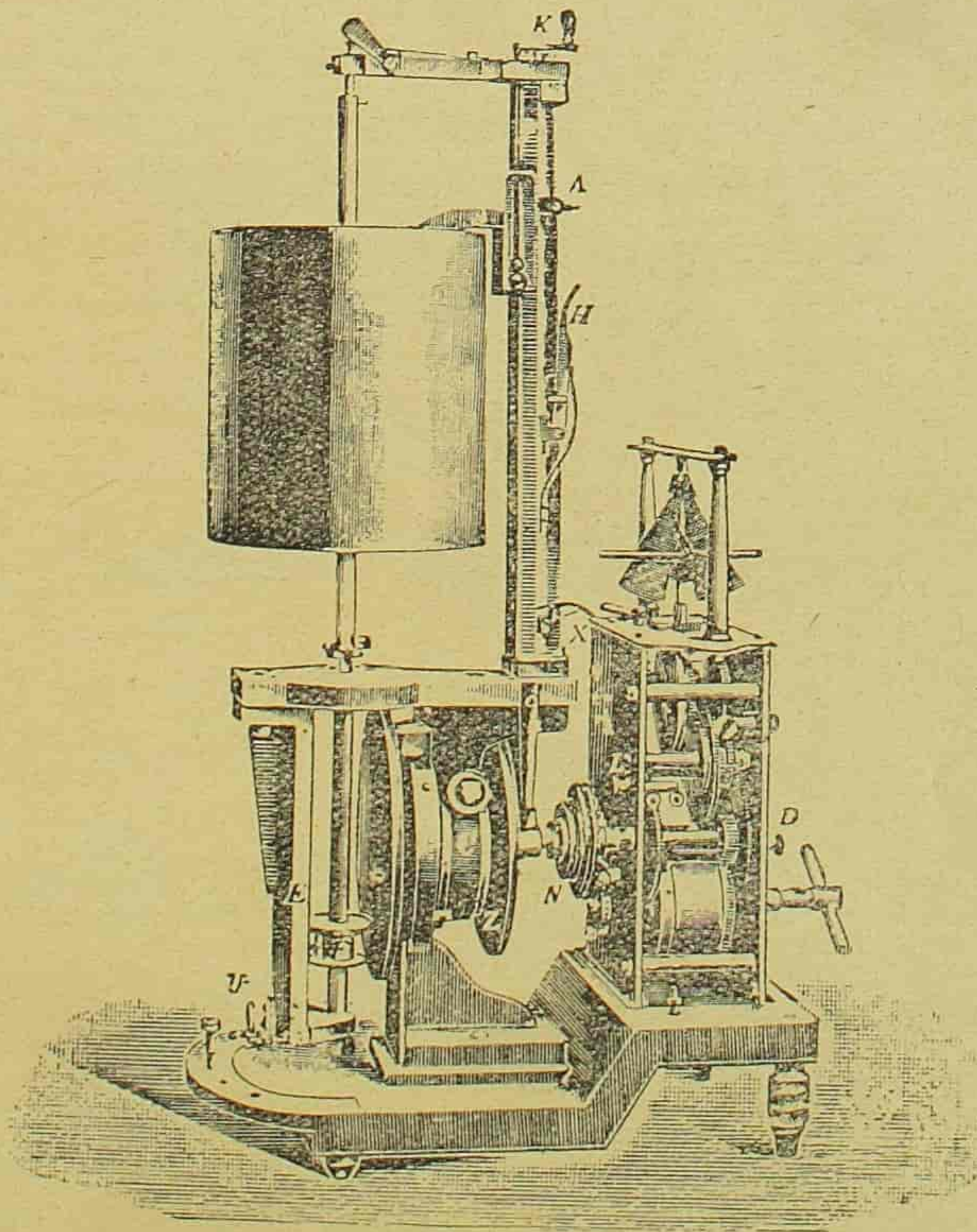
Један металан ваљак окреће се равномерно око своје осовине. Тај је ваљак омотан листом глатке хартије нагарављене на пламену једне свеће. Врх кардиографове полуге, која стоји



Слика 24.

Жабљи кардиограм. S. систола. — D. диастола. Бројеви назначавају електрично надраживање срца у разним тренуцима срчане револуције.

нормално на правац ваљкове осовине, додирује ваљак, односно нагарављену хартију. Кад је полуга непомична, она тада услед



Слика 25.

Ваљак за записивање, „кимограф“.

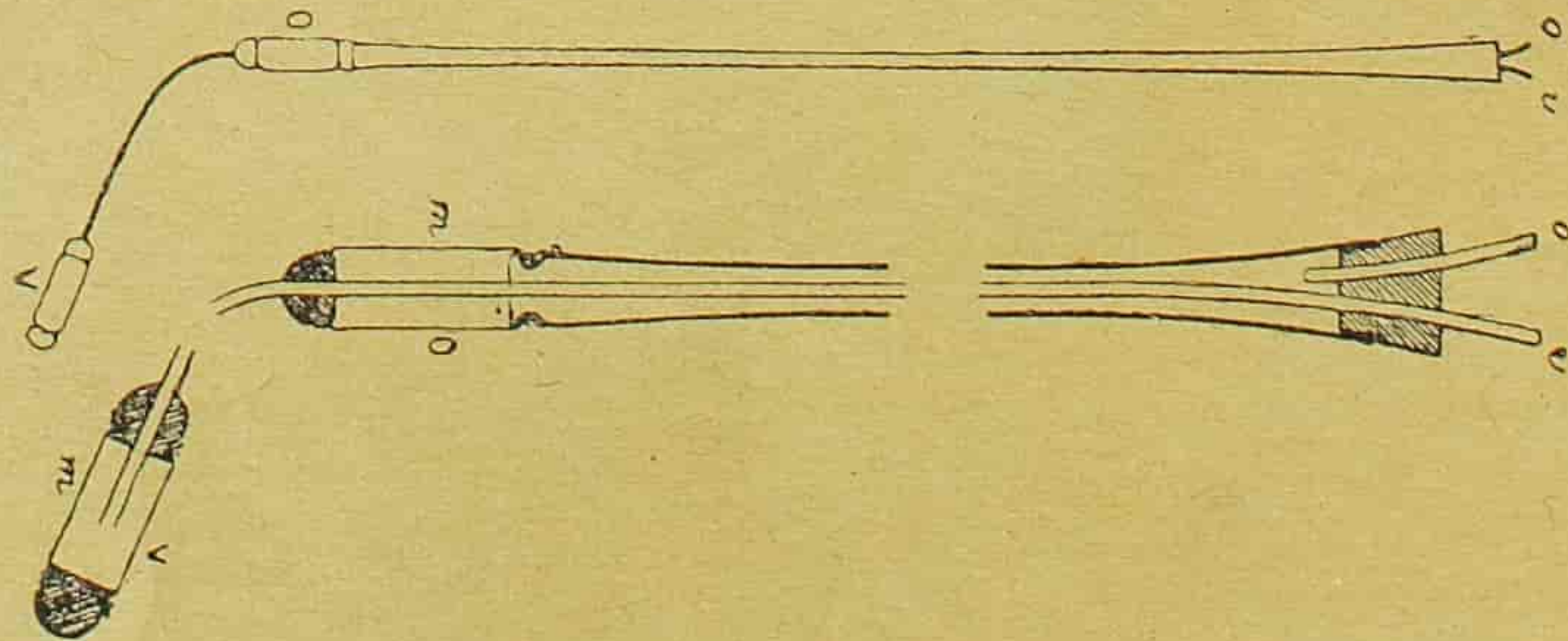
окретања ваљка отире својим врхом гар са хартије и описује један бео круг око ваљка. Тако се исто записује и свако кретање саме полуге, које се изражава на ваљку скретањем трага што га врх полуге оставља, од круга што га непомична полуга описује. Добивени се цртеж може сачувати умочивши са ваљка скинути лист у алкохолни раствор шелака, те се тако гар више не отире. Слика 24 показује какав се цртеж добива за жабље срце. У томе цртежу, који се назива кардиограм, свако пењање криве линије представља систолу коморе а силажење њену диастолу. Размак између два узастопна брдашца представља одмор срчане коморе. (На приложеном кардиограму изражен је утицај надражаја срца у разним тренуцима срчане револуције, о чему ће доцније бити говора).

Кардио-
грам.

Кимограф.

Слика 25 представља апарат назван кимограф. Он се састоји из металног ваљка, употребљаван, као што видесмо, за записивање покрета кардиографа и, као што ћемо видети, за графичко представљање многих физиолошких појава. Тај је ваљак равномерно покретан часовничком машином, а брзина се његовог окретања може по вољи регулисати. Он се може употребити у усправном положају као што је на слици приказан а може се и оборити, тако да осовина ваљка буде хоризонтална.

Графичко записивање целокупне срчане револуције постигли су Шапвеау и Магеу у коња. У томе циљу они су се послужили својим срчаним сондама (сл. 26) у вези са Магеу-овим добошима (сл. 27). Срчана сонда састоји се у глав-

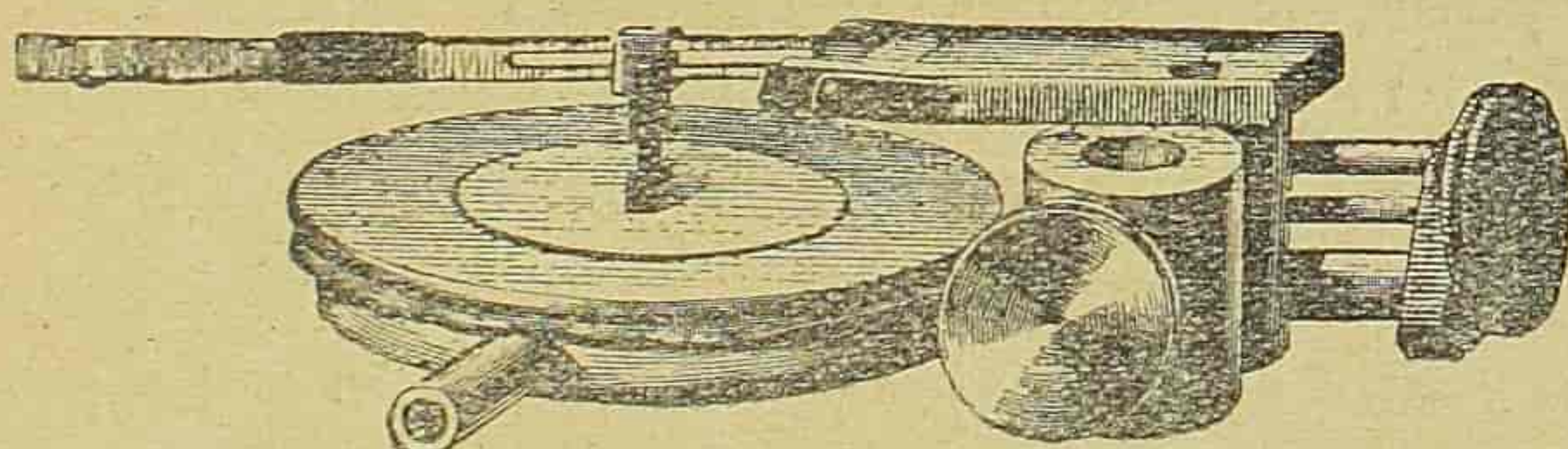


Слика 26.
Срчана сонда.

номе из једне чврсте цеви која се може увући путем крвних судова у срчане шупљине. Онај део цеви који се налази у срчаној шупљини завршава са једном еластичном лоптицом од гуме, тако да ће се свака промена притиска у срчаној шупљини пренети на ту лоптицу. Цев и лоптица садрже у себи ваздуха. Онај крај цеви пак који се налази изван срца, у вези је са једним Магеу-

овим добошем. Да видимо како је саграђен у начелу један такав добош, пак ћемо разумети функционисање срчаних сонда. Магеу-ов добош (сл. 27) састоји се из једног металног тањира херметички покривеног танком мембраном од каучука. На средини те мембране залепљена је једна усправна шипчица која подржава једну лаку и дугачку полугу чији је један крај причвршћен за једну покретну осовину.

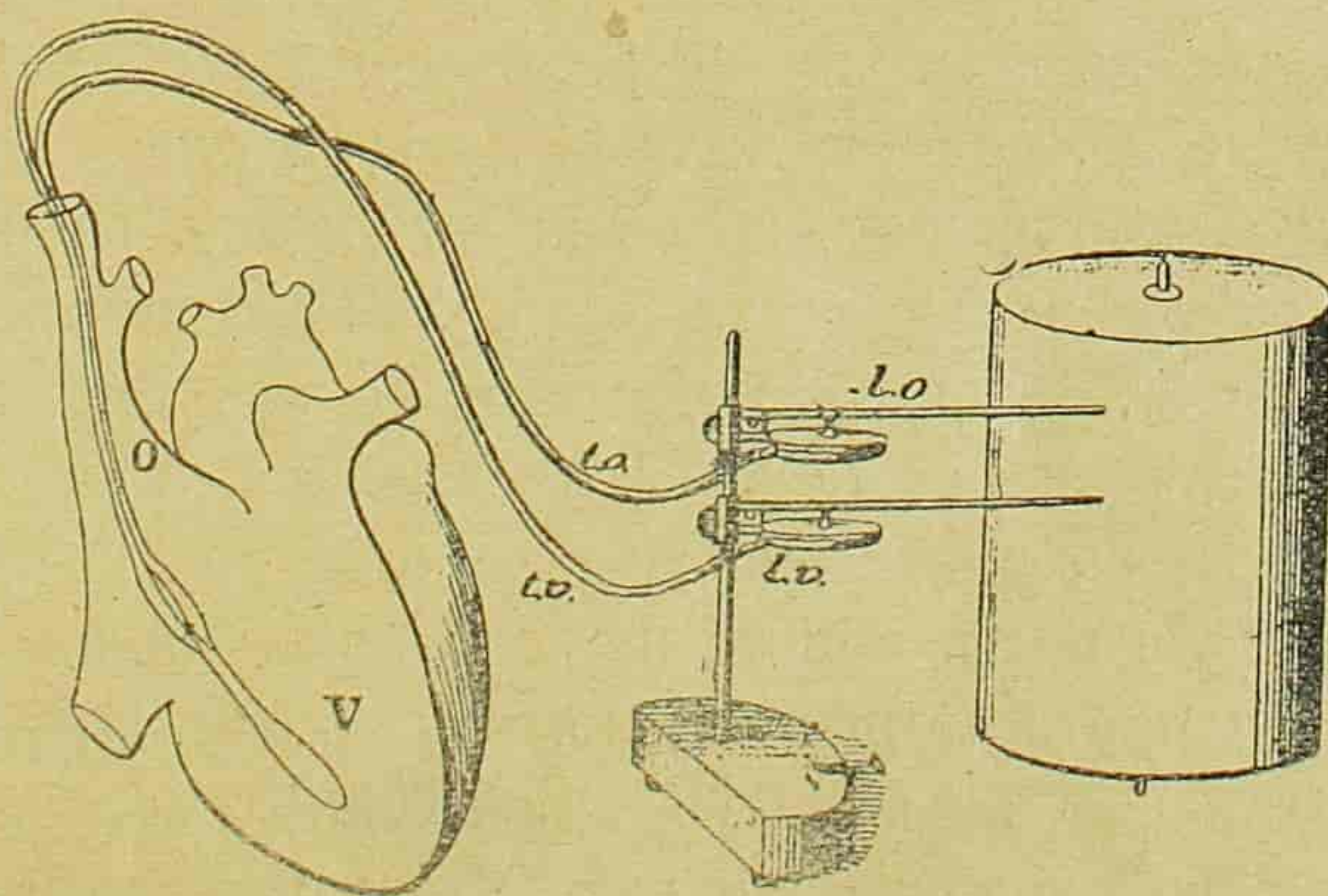
Магеу-ов
добош.



Слика 27.
Магеу-ов добош

Са стране, тањираћ има један отвор у који је залемљена једна метална цев. Разумљиво је, да ће се свака промена притиска у томе добошу пренети на мембрану, која ће се подићи или спустити, па своје кретање пренети на полугу која ће то кретање својим слободним краком увеличавати и моћи записати на ваљку кимографа. Дакле, ако спојимо срчану сонду за добош једном гуменом цеви, тада ће се свака промена притиска у сонди пренети на добош, који ће је записати. И тако ћемо имати графички представљене промене притиска у срчаним шупљинама. Слика 26 приказује једну двоструку срчану сонду, којом се могу у исто доба записати, помоћу два добоша, промене притиска у преткомори и у комори једне половине срца. Слика 28 приказује шематички цео распоред те методе.

Том је методом добивен приложени цртеж (сл. 29), у коме горња линија припада десној преткомори. Размак између две



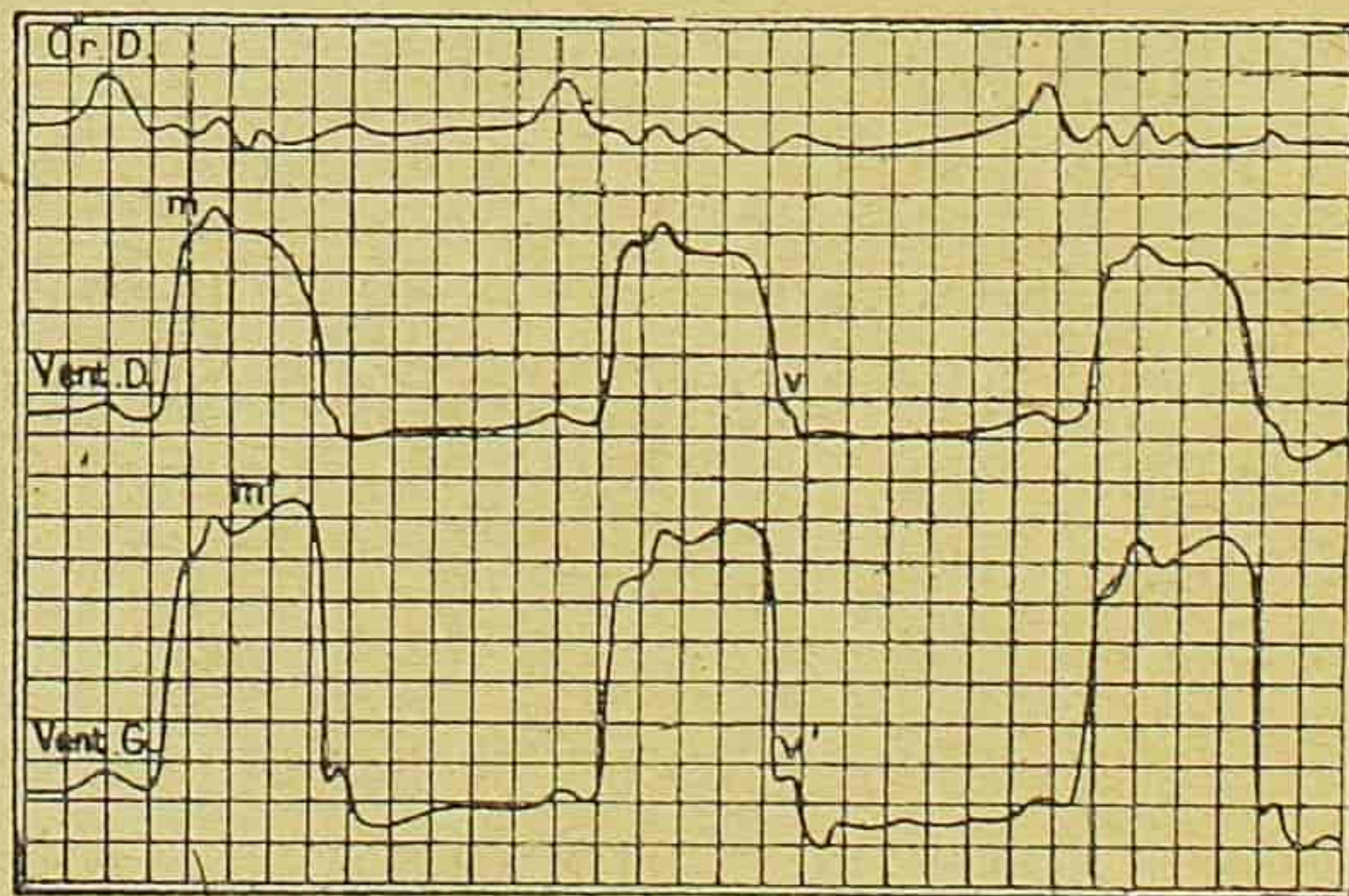
Слика 28.

Записивање промена притиска у срчаним шупљинама.

O. сонда у преткомори. — V. сонда у комори. — t. o. цев која везује прву сонду са добошем l. o. — t. v. цев која везује другу сонду са добошем l. v.

усправне линије, којима је подељено поље цртежа, одговара размацима времена од 0,1 секунда; друкчије речено, ваљак кимографа на коме је добивен тај цртеж окретао је се таквом брзином, да је једна тачка његове површине прелазила размак између двеју тих црта за 0,1 секунда.

Цртеж, или боље кардиограм (сл. 29), даје нам анализу срчане револуције у свима њеним потанкостима. Пењање линије представља растење притиска, а силажење опадање притиска. Пре свега видимо, да су две узастопне контракције комора као и преткомора одвојене одмором. Тако видимо, да у овоме случају контракција преткоморе траје око 0,2 секунда, а њен одмор 1 секунд. Контракција комора пак траје 0,4 сек. а њихов одмор 0,8 секунда.



Слика 29.

Промене притиска у десној преткомори (Or. D.); у десној комори (Vent. D.); у левој комори (Vent. G.).

Коморске контракције јаче су и дуже трају од преткоморских. После коморских систола наступа општи одмор целог срца, а тај одмор прекида грчење преткомора. Према томе, срчана револуција овако је састављена: 1⁰. Преткоморе се згрче пак се олабаве; 2⁰. тек што су преткоморе завршиле своје грчење, коморе се згрче пак се и оне затим олабаве; 3⁰. тада наступа општи одмор срца, док не наступи поново преткоморска систола, итд.

Из приложенога кардиограма видимо, да се за време одмора преткомора као и комора притисак полако повећава у њима, док нагло не порасте при идућој систоли. То споро растење притиска последица је пуњења шупљина крвљу за време срчаног одмора.

Сада можемо разумети како се крв креће у срцу. За време срчаног одмора, крв из шупљих вена (*venae cavae*) увире у десну преткомору, а крв из плућних вена увире у леву преткомору,

Значи, да у овоме случају одмор преткоморе траје пет пута више од њена рада, а одмор комора два пута је дужи од њихова рада.

Затим се из кардиограма разабире још следеће. Коморска систола почиње одмах по завршетку контракције преткоморине. Контракције обеју комора врше се истодобно, оне су дакле синхроне.

на основу притиска који влада у тим судовима а који је јачи него у срчаним шупљинама за време диастоле. Тада су трикуспидни и митрални залистак отворени, те се мимо преткомора и коморе пуне крвљу, и за то време притисак полако расте у њима. Од једном наступа систола обеју преткомора: последица је, да оне свој садржај истисну у одговарајуће коморе, јер је притисак у преткоморама нагло порастао њиховом контракцијом. Нова маса крви, дошавши у коморе повећа у неколико притисак у њима: отуда, на приложеном кардиограму, кривуља која припада коморама садржи испод преткоморске систоле један мали талас. Одмах за преткоморском систолом наступа коморска систола. Притисак у коморама почне нагло расти и прва је последица та, да се трикуспидна и митрална валвула затворе. Кад је притисак достигао извесну висину, тј. чим је надмашио крвни притисак који влада у плућној артерији и у аорти, тада се отварају валвуле које се налазе на уласку у те судове, и крв покуља у њих. Докле год крв истиче из комора, притисак остаје у њима сталан: стога видимо на кардиограму да су коморске систоле у виду висоравни. Чим је контракција преткомора завршена, притисак у њима нагло спадне и тиме постаје слабији од притиска под којим се крв налази у аорти и плућној артерији, те би крв из тих судова појурила натраг у срце, кад не би наишла на сигмоидне валвуле које се под њеним притиском затворе и спрече повратак крви из тих судова у коморе. Затварање тих валвула, које се испупче ка коморама, производи једно слабо повећање притиска у коморама, и та се промена притиска преноси и на преткоморе: отуда имамо у кардиограму, при дну опадања притиска у коморама, један таласић коме одговара слично узвишење и на линији која припада преткомори.

У човека, у кога срце куца 70 пута на минут, преткоморска систола траје 0,1 сек., а коморска систола 0,3 сек.

✧ Крвни притисак достиже у левој комори много већу вредност него у десној. То је разумљиво кад се има на уму да лева комора има да протера крв кроз аорту по целоме телу, док десна комора шаље свој садржај плућном артеријом само у плућа. У преткоморама притисак не достиже знатну висину. Ево бројева који су добивени у коња, а који се односе на максимални притисак, изражен у милиметрима живе, у срчаним шупљинама, у току срчане револуције:

десна преткомора	2,5
десна комора	24,0—30,0
лева комора	95,0—140,0

Велики и
мали крво-
ток.

Кретање крви у срчаним шупљинама и распоред крвних судова који полазе од срца дају нам начин протицања крви по организму. Пођимо из десне коморе. Венска крв из те шупљине иде плућном артеријом у плућа, у којима постаје артерска, пак се плућним венама враћа у леву преткомору. Тај пут сачињава мали крвоток. Из леве преткоморе крв прелази у комору, пак из ове у аорту и у цео артерски систем. Из артерија прелази у капиларе, пак у венски систем судова који се стапа у две вене које увиру у десну преткомору: то су горња и доња шупља вена. Из десне преткоморе крв прелази у десну комору, одакле смо и пошли. Тај пут крви од леве коморе до десне преткоморе сачињава велики крвоток. Из тога се види, да десна половина срца садржи само венску крв, а лева, само артерску.

Број срчаних
револуција.

Број срчаних револуција на минут зависи од многих чинилаца: доба живота, узраст, спол; тај се број мења при варењу, мишићноме раду, узбуђењу. На пример, у нормалном стању, у једногодишњег детета срце куца 120—130 пута на минут; у детета од 4 године око 97 пута, а у одрасла човека око 70 пута.

Разуме се, да број куцања зависи и од врсте животињске: у вола 35—42, у зеца 150, у морског свињчета 200.

Као што свако зна, срце даје, без икаквог експерименталног посредовања, спољашње знаке свога рада: слухом откривамо звукове које оно производи, чулом питања откривамо низ удара на левој страни груди.

Ухо наслоњено на срчану област груди открива два различна звука која се нижу једно за другим. Први је звук дубок, јак, дуг; он се најразговетније чује на врху срца. Други је звук кратак, одсечан и јасан; он се најбоље чује на основи срца. Та су два звука одвојена једно од другог једном кратком тишином. После другог звука наступа дужа тишина, коју прекида први звук.

Да видимо у коме се делу срчане револуције производе ти звуци. Први звук подудара се у времену са коморском систолом. Други звук пак подудара се са почетком коморске диастоле. То се све утврдило графичном методом.

Срчани
звуци.

Како постају срчани звуци? Први звук постаје наглим затварањем залистака који се налазе између преткомора и комора (трикуспидни и митрални), у почетку коморске систоле. Али то није једино порекло тога звука, јер када се ти залисци експериментално разоре, у коња, тај звук остаје у виду шушња. Тај шушањ постоји такође када се срце извађено из организма, и испразњено, контракује, премда се у томе случају залисци не затварају пошто је срце празно. Утврђено је, да у производњи првог срча-

ног звука узима удела један мишићи звук који постаје наглом контракцијом самих коморских зидова.

Други звук, као што рекосмо, појављује се у почетку коморске диастоле, то јест управо онда када се затварају сигмоидне валвуле, које спречавају повратак крви из аорте и плућне артерије. Њега производи затварање тих валвула. Разоре ли се те валвуле, други срчани звук нестаје. Повреде тих валвула мењају други срчани звук. Најзад, на срцу издвојену из организма са комадом аорте, може се вештачки производити други срчани звук затварајући сигмоидне валвуле водом сипаном у аорту. Други се звук најразговетније чује кад је ухо прислоњено на грудни кош управо на висини сигмоидних валвула (унутрашњи крај десног и левог другог међуребарног простора).

Срчани
удар.

Ако метнемо врх прста на пети међуребарни простор с леве стране, у близини сисине брадавице, осећамо једно ритмично ударање, које се у мршавих особа може и оком посматрати у виду ритмичног издизања тога места. То је срчани удар. Његово је место у срчаној револуцији у почетку коморске систоле. Узрок је срчаноме удару грчење срчаног мишића. Грчећи се, срце смањује своју запремину; али оно постаје у исто време облије, тако да за време коморске систоле срчани пречник у правцу од груди ка леђима постаје већи. На тај начин срце при коморској систоли потискује ткива што га деле од груднога коша и изазива издизање међуребарне преграде. То је један узрок, јер срчани удар има два узрока: контрактујући се, срчани мишић постаје једрији, чвршћи, што такође осећа прст који је наслонен на грудни кош, у виду једног удара. Кад се прст прислони на разголићено животињско срце, осећа се јасно како га једрина срчева, при грчењу, потискује снажно. Овај други узрок срчаног удара може се лепо схватити овим примером: ако се рука наслони на трбух, пак се нагло затегну трбушни мишићи, као при натезању, тада се констатује да контрактовање тих мишића производи осећај удара и притиска на наслонену руку. На сличан начин контрактовање срчаног мишића доприноси производњи срчаног удара.

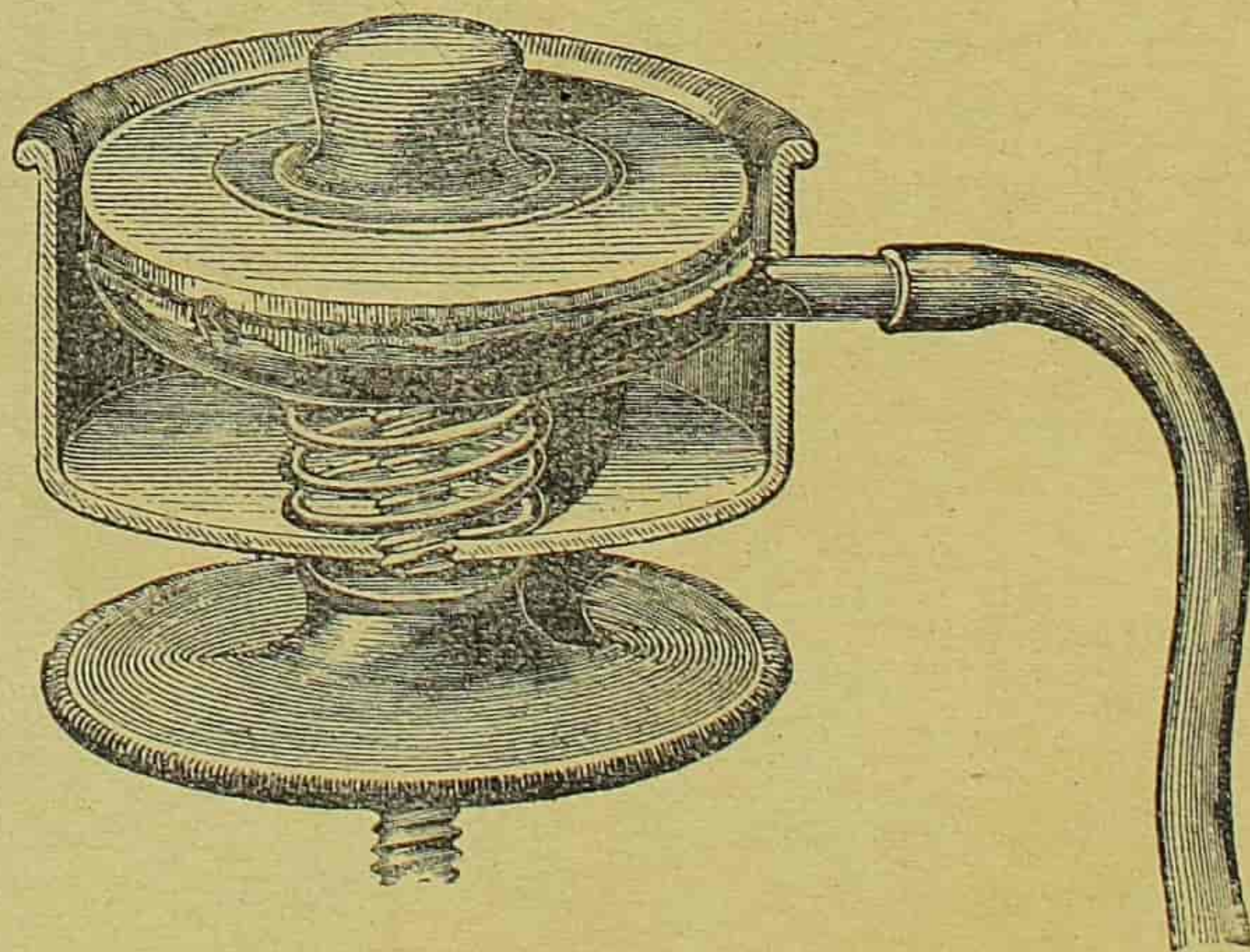
Срчани се удар може записати графичном методом. У томе циљу служи Магеу-ов кардиограф (сл. 30), који се у главном, као и Магеу-ов добош (сл. 27) састоји из једне кутије затворене еластичном мембраном. На тој мембрани залепљено је дугме које ће се наслонити на међуребарни простор и које ће примати срчане ударе. Записивање тих удара врши се помоћу једног Магеу-овог добоша спојеног са тим кардиографом.

Протица
ње крви у
преткомо-
рама.

Распоред срчаних залистака и крвних судова који полазе од срца објашњава нам пут којим крв протиче организмом. Видели смо да су залисци тако распоређени, да спречавају прелаз крви из комора у преткоморе, и из аорте и плућне артерије у коморе. Али зашто се при контрактовању преткомора крв не враћа у крвне судове који им доносе ту крв (шупље вене и плућне вене), кад ти судови немају залистака у физиолошком смислу, који би спречили враћање крви? Крв се из преткомора не враћа у вене стога што преткоморска систола не повећава много притисак који влада у тој шупљини (2,5 mm. живе у коња), тако да је тај притисак ипак слабији него у венама које се уливају у преткоморе, те према томе крв и за време преткоморске систоле не продире из срца у вене.

Узроци пу-
њењу
срца.

На основу притиска под којим се крв налази у венама, срце се пуни крвљу за време своје диастоле. Али томе се узроку



Слика 30.

Магеев-ов кардиограф за записивање срчаног удара.

пуњења срца придружују и други. Кад је коморска систола завршена, срчани мишић тежи да се нагло опружи, тако да коморе делују као шмрк који усисава, те¹⁾ увлаче у себе крв из преткомора па преко ових и из вена. Други узрок који доприноси пуњењу срца састоји се у овоме: коморска систола производи спуштање основице тих шупљина, тј. преграде која се налази између преткомора и комора, ка врху срца, који остаје непомичан; тиме запремина преткомора постаје већа и крвни се притисак у њима смањи, те и на тај начин преткоморе увлаче у себе крв из вена. Трећи чинилац који узима удела у пуњењу срца јесте усисавање што га производи грудни кош. Када будемо изучавали дисање, видећемо да услед незадовољене еластичности плућа,

246 стр.

постоји између ових и груднога коша један негативан притисак, који делује на све органе смештене у грудноме кошу. Тај негативни притисак тежи да рашири све шупље органе на које делује, и на тај начин спречава да меки зидови преткомора спласну за време диастоле, што олакшава њихово пуњење.

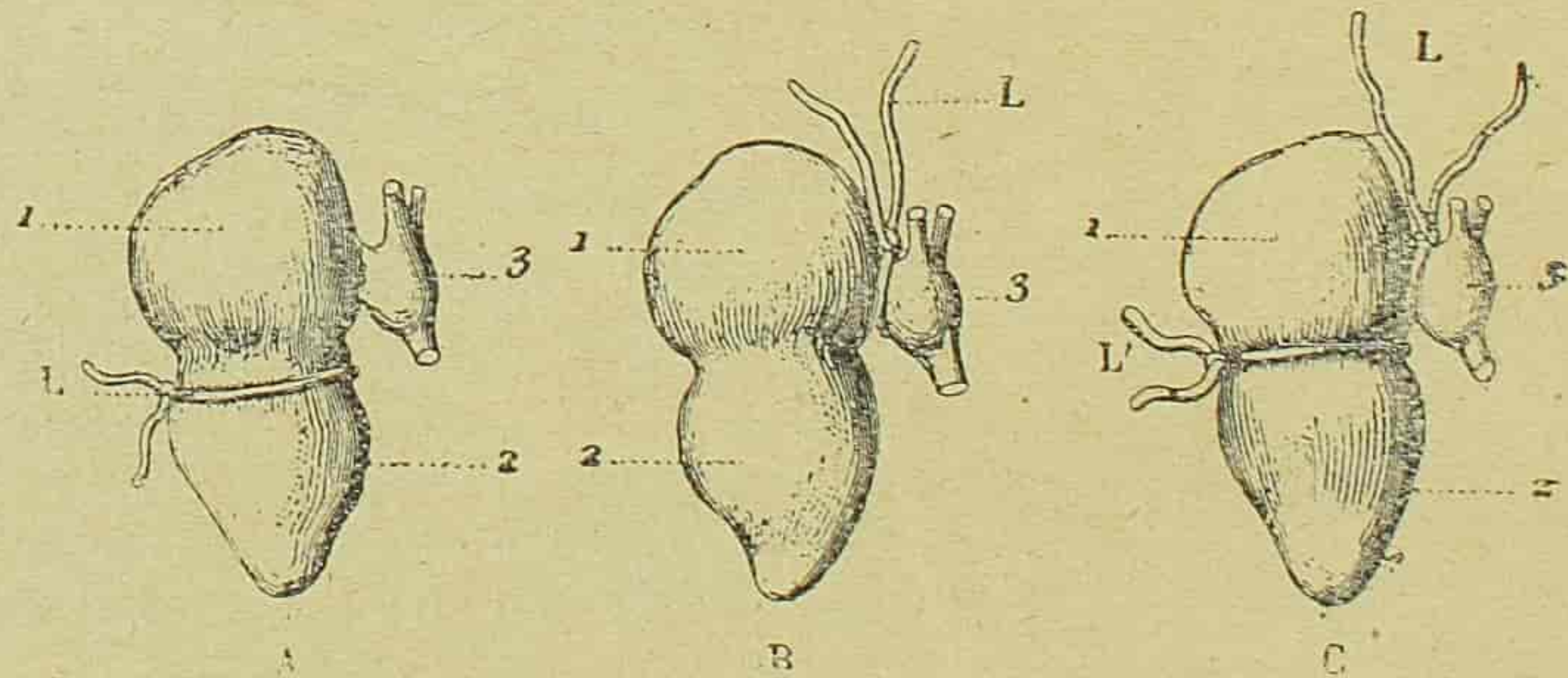
Срчани аутоматизм.

Као што знамо, срце ради аутоматски, без учешћа наше воље. Најпре треба ово истаћи: срце садржи у себи механизам који производи његов ритмични рад. У хладнокрвних животиња, на пример у жабе или корњаче, можемо потпуно издвојити срце од организма, и посматрати га како се неко време ритмички контракује на нашемудлану. Ако кроз то издвојено срце спроведемо протицање крви или физиолошкога раствора у виду „вештачкога крвотока“, тада оно може радити врло дуго. У топлокрвних животиња срце престане радити готово чим се прекину његове везе са организмом. Али и оно може радити тако издвојено, ако се удеси да срчани мишић не оскудева кисеоником. Срце, као сваки други мишић и орган уопште, има своју мрежу крвних судова који га снабдевају крвљу. На самом почетку аорте (сл. 22, 8 и 9) издвајају се коронарне артерије (*art. coronariae*) које снабдевају крвљу срчани мишић. Издвоји ли се срце топлокрвне животиње из организма, тада престанком крвотока престаје и снабдевање срчаног мишића свежом крвљу, па и кисеоником, који је неопходно потребан за одржавање делатности срчаног мишића виших кичмењака. Стога срце престаје радити. Шаљући под притиском на попречно пресечену аорту крвни серум засићен кисеоником и погодне температуре, тако да та течност, држећи стално затворене сигмоидне валвуле, продире у коронарне артерије и испира срчани мишић, посматра се да срце издвојено из организма и које је било престало радити почиње поново своје ритмично грчење. Ако се налази на повољној температури, такво срце може много сати радити без престанка. На тај се начин може пробудити срце у мртвога пса, зеца, па и човека.

Срчани мишић, као и сваки други мишић, мора примати надражаје који су узрок његову контрактовању. Ти му надражаји долазе од живчаних ћелија груписаних у њему самоме у виду хрпа или ганглија. Жаба, на пример, садржи у своме срцу три такве ганглије: Ретак-ова ганглија, која се налази у зидовима венскога синуса; Ludwig-ова, у прегради између десне и леве преткоморе, и Bidder-ова, у прегради између преткомора и комора. Сличне се ганглије налазе и у срцу топлокрвних животиња.

Stannius-
ове везе.

У прилог хипотези, да од тих ганглија полазе надражаји срчаног мишића, говори чињеница, да се врх жабљег срца, који не садржи ганглија, престаје ритмично контраковати кад се пресеком одвоји, док остатак тога органа и даље ради. О улози срчаних ганглија обавештавају нас и Stannius-ове везе (сл. 31). Ако се жабље срце, које је на своме месту у организму, опаше и притегне једним концем на граници између венскога синуса и десне преткоморе (сл. 31. В), тада срце стане у диастоли док венски синус и даље куца. Постави ли се одмах затим друга веза између преткомора и коморе (сл. 31 С), тада комора почиње поново куцати, док преткоморе остану непомичне. Ове се чињенице овако објашњавају: При првој вези, Ремакова



Слика 31.

Stannius-ове везе (L и L') 1. преткомора. 2. комора.
3. венски синус.

ганглија остаје са стране венскога синуса, тако да се делање те ганглије ограничава на тај део срца, док друге две ганглије делују на остале делове срца. Венски синус куца даље и кад је прва веза постављена, јер од Ремакове ганглије полазе надражаји за тај синус. Преткоморе и коморе пак престају куцати, јер Бидерова ганглија, која надражује тај део срца, није у своме делању довољно јака да надвлада супротно делање Лудвигове ганглије, која кочи срце. Кад се постави друга веза, између преткомора и коморе, тада преткоморама влада једино Лудвигова ганглија: стога их ова укочи у диастоли. Комором пак влада само Бидерова ганглија, чије дејство није више поништено претходном ганглијом; стога комора поново ради пошто је друга веза постављена.

Периодич-
на надраж-
љивост
миокарда.

Пошто смо утврдили, да срце има у себи механизам који га покреће, питање је сада: зашто се миокард, срчани мишић, ритмично грчи? Видећемо даље кад будемо изучавали физиологију мишића, да та ритмичност не почива у ритмичности надражаја које

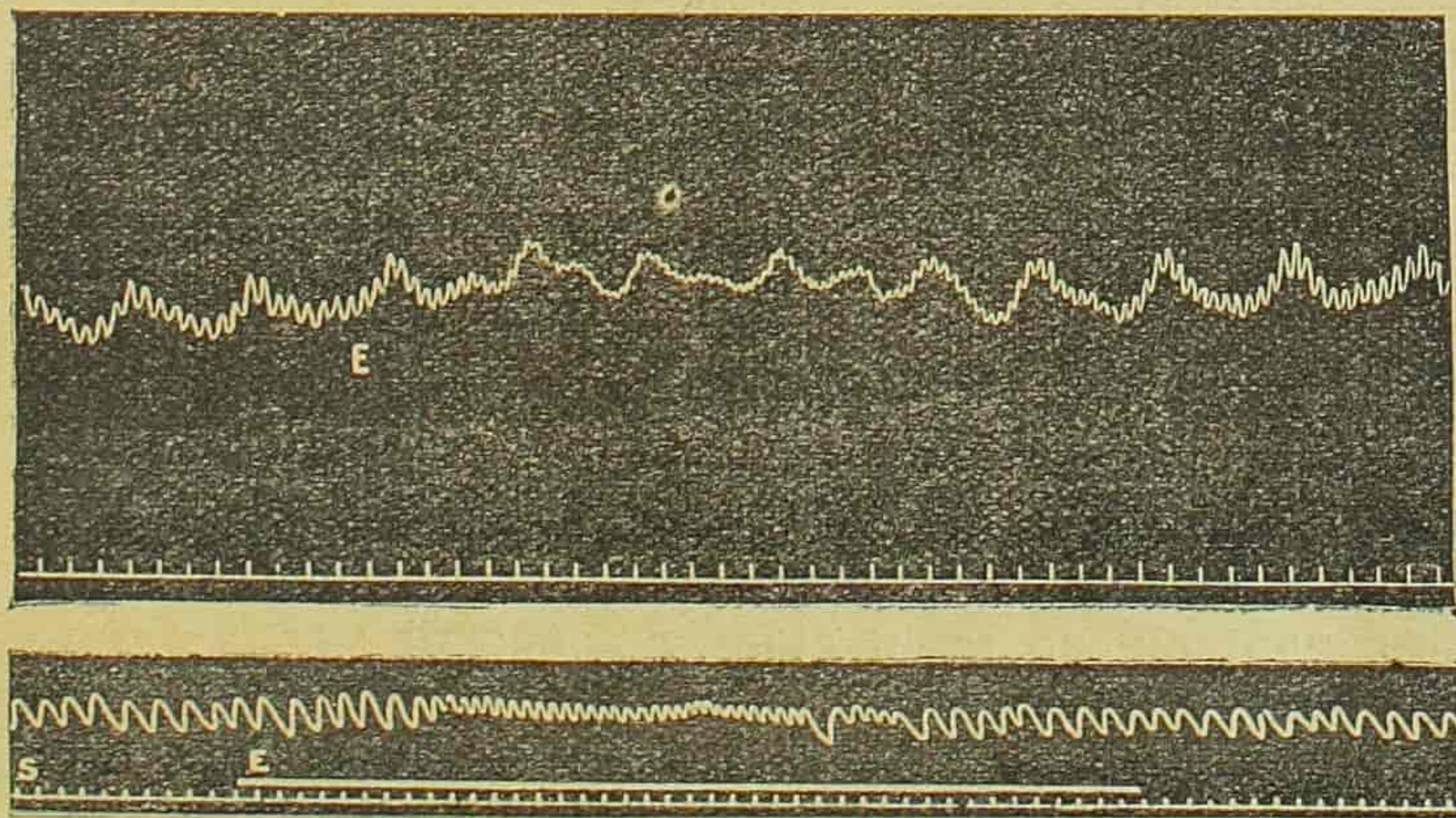
срчани мишић прима, већ у периодичној надражљивости тога мишића.

Овде ћемо само поменути да је срчани мишић у току срчане револуције наизменично надражљив и ненадражљив. За време систоле срчани је мишић ненадражљив: сви надражаји који у том делу срчане револуције падају на њега, без икаквога су утицаја. Као што видимо на кардиограму жабље срчане коморе (сл. 24), надражаји 1, 2 и 4, који су падали за време систоле, нису утицали на даљи ток срчаних контракција, док су надражаји 3, 5 и 6, који су падали у разним тренуцима диастоле, изазвали надодане контракције (*a, b, c*) којима следује накнадни одмор R. Према томе један непрекидан надражај, тиме што је срчана надражљивост испрекидана и периодична, делује као низ испрекиданих и ритмичних надражаја.

Срце може, као што видимо, радити и кад су све његове везе са организмом прекинуте. Било би пак погрешно из тога закључити, да је срце у организму независан орган. Срце је у ствари присно везано за живчани систем, тако да многи чиниоци у организму могу тим живчаним путем утицати на рад срца.

Срце прима двојаке живце: једни убрзавају његов ритам, други га успоравају. Срце прима живчана влакна која припадају симпатичноме систему. Та симпатична влакна долазе срцу

Убрзавање срца:
срчани симпатикус.



Слика 32.

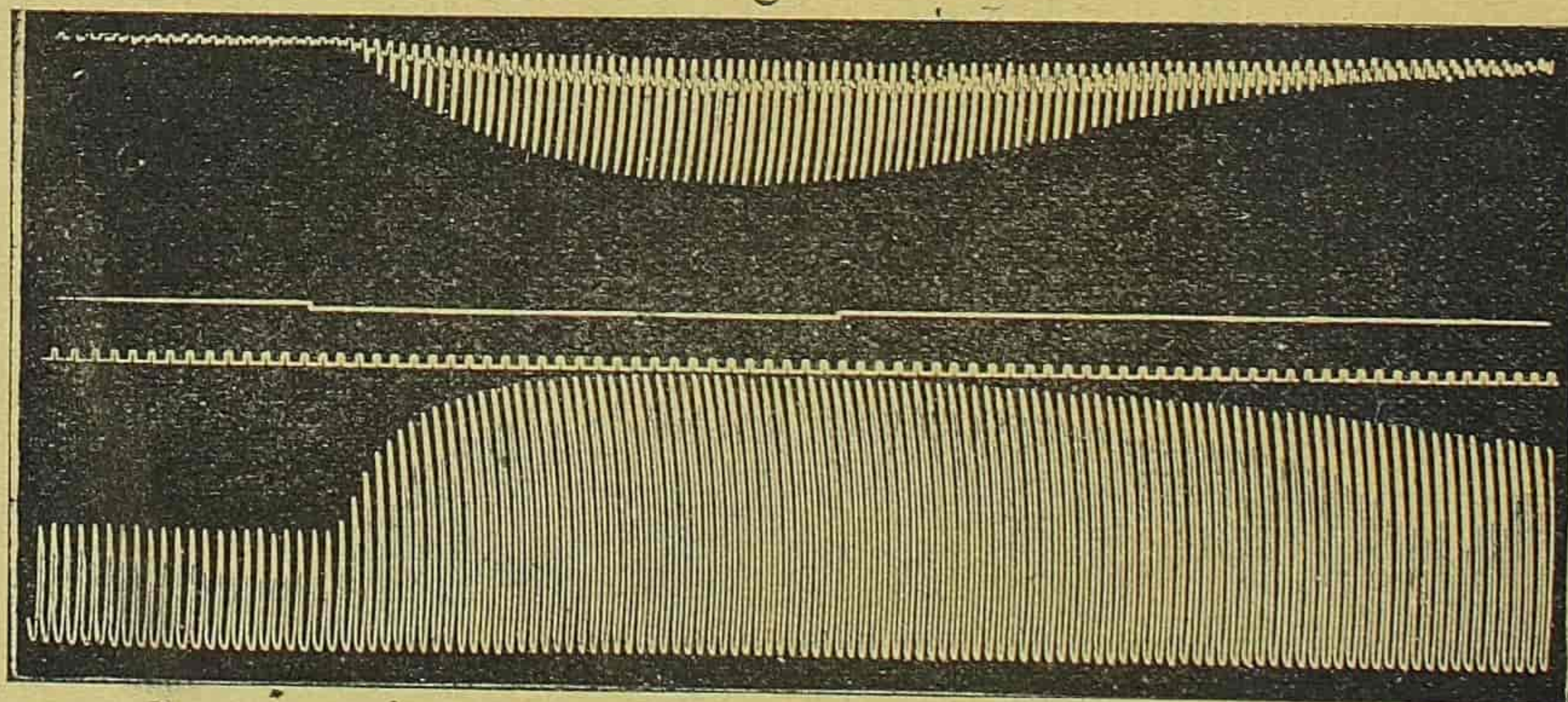
Ови графички цртежи показују како у пса надражај (E) симпатикуса производи убрзавање срца и у исто време умањује његове систоле. *диастоле*

од последње вратне и од прве грудне симпатичне ганглије. Те су ганглије опет примиле та влакна од вратне и леђне кичмене мождине. Надражи ли се вратни симпатикус, који садржи срчана

симпатична влакна, тада се посматра, да срце брже куца и да диастоле постају краће (слике 32 и 33). Као што се види на сликама, утицај почиње тек неко време после надражаја а траје неко време после престанка надражаја. Срчани симпатични живци убрзавају дакле срчани ритам; стога се зову *nervi accelerantes*.

Кочење
срца: *nervi*
vagi.

Други живци успоравају, коче срце. То су *nervi vagi*, десети пар лобањских живаца, који шаљу своје огранке и у срце. Надражили се један вагус у вратноме делу, тада срце успорава свој ритам, а ако је надражај довољно јак, срце стане у диастоли. Ова је чи-



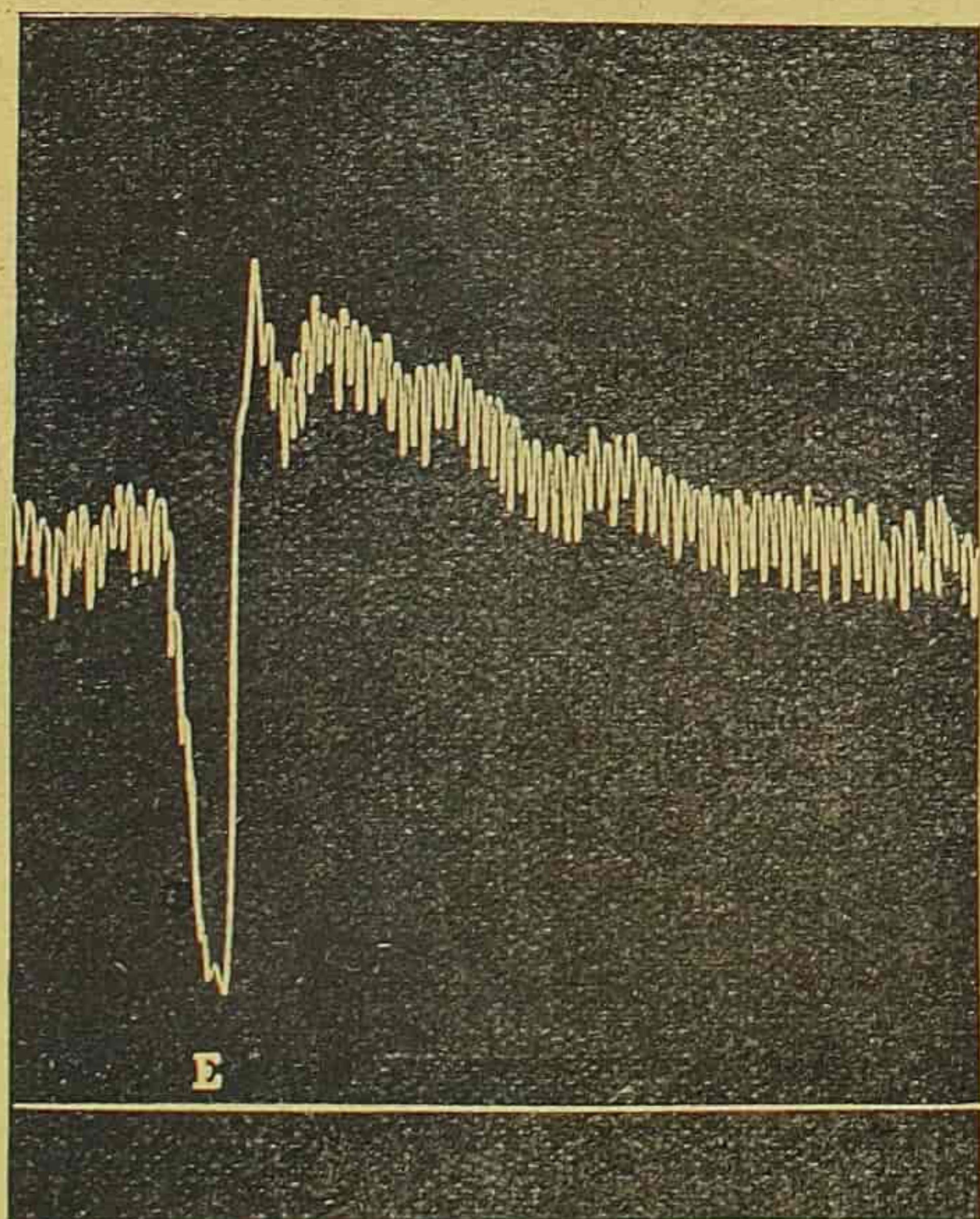
Слика 33.

Утицај надражаја симпатикуса на жабље срце. Горњи цртеж односи се на преткоморе, доњи на комору. Надражај почиње где се хоризонтална линија спушта у виду једног степена, а престаје где се налази други такав степен.

њеница врло важна, не само што се тиче срчане физиологије, већ и са гледишта опште физиологије, јер нам казује да живци не подстичу увек органе на рад, већ да их могу и спречавати или кочити. Вагус у већине сисара (пас, во, човек) у нормалним приликама непрекидно кочи срце у извесној мери: у томе се састоји његов тонус. Кад се у пса пресеку оба вагуса, тада срце знатно убрза своје куцање. Надражај вагуса, ако није одвише јак, развлачи или продужује трајање диастола, и тако смањује број срчаних револуција на јединицу времена. Ако је надражај довољно јак, срце стаје у диастоли. Али после неколико тренутака, срце поново куца, иако надражај и даље траје: та се чињеница објашњава умором живчаног механизма који кочи срце. Надражај вагуса не делује непосредно на срчани мишић, већ на оне његове моторне ганглије, од којих, видесмо, полазе надра-

жаји срчаног мишића. Надражај вагуса смањује или спречава њихово дејство. Надражај вагуса, успоравајући срчани ритам производи и опадање крвног притиска (сл. 34).

Поменути срчани живци, вагус и симпатикус, центрифугални су живци, јер преносе надражаје од средишњег живчаног система ка срцу. Али срце има и живаца који су центрипетални, тј. који преносе нормалне надражаје од срца ка живчаним средиштима. То су *nervi depressorii* или Суоп-ови живци. Срце нема у правој смислу сензитивних живаца; стога је оно готово неосетљиво према додиру и убуду. Срчане центрипеталне живце надражује притисак који влада у срчаним шупљинама, а нарочито у аорти. Кад је крвни притисак доста јак, тада су Суоп-ови живци надражени тим притиском, те тај надражај спроведу продуженој моздини; одатле, рефлексним путем, тај се надражај преноси на живце који регулишу ширину крвних судова трбушне дупље (*nervi splanchnici*) и производи ширење тих судова (вазодилатацију). Повећавањем запремине трбушних крвних судова повећава се количина крви што у њих може стати а смањује се количина крви која се налази у срцу и великим судовима, а у вези с тим смањује се и притисак који у срцу влада, тј.



Слика 34.

Опадање крвног притиска надражајем вагуса (Е, надражај, који је произвео застој срца).

наступа депресија (слика 35). Отуда тим живцима назив *nervi depressorii*.

Јасна је улога тих живаца: они рефлексним путем спречавају да у срцу завлада одвише јак притисак и тиме штите срчани мишић од превеликог рада.

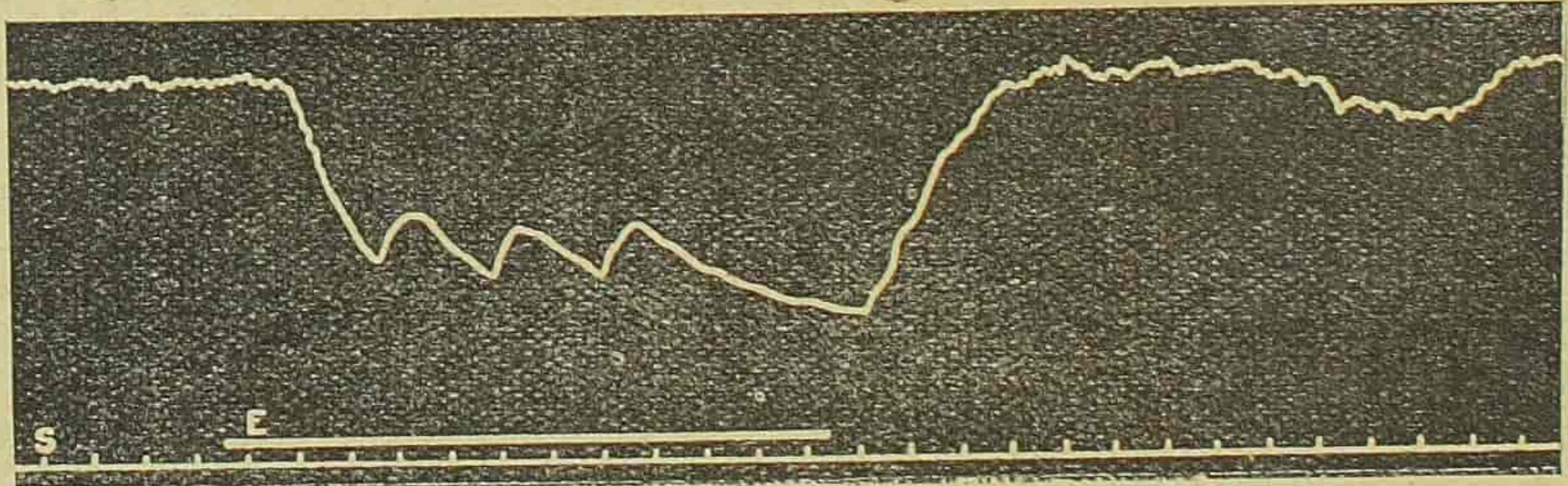
Сад, кад знамо да је срце везано за средишњи живчани систем живцима који регулишу његово куцање, биће нам лако разумети да разни удаљени чиниоци у организму и на његовој површини утичу на његов рад. Разна узбуђења, на пример, убр-

Срце и
психичке
појаве.

завају или успоравају срчани ритам: радост, несрпљиво очекивање, и др. убрзавају куцање срца, док га страх, љутња и др. успоравају. То дејство узбуђења на срце узрок је те се тај орган сматра средиштем наше осетљивости.

Срчани
рефлекси.

Живци срчани могу и рефлексним путем деловати на срце. Бол успорава срце. Јаки болови што их производи жучни камен могу изазвати застој срца, синкопу срчану. Удар у трбух може



Слика 35.

Опадање крвнога притиска у зеца кад се надражује *nervus depressorius*.

такође изазвати рефлексним путем застој срца: ударац писаљком по откривеној утроби једне жабе изазива кратак застој срца (рефлекс Goltz-a); мишићни рад, као што је свакоме познато, убрзава срце, итд.

Живчано средиште преко којег се врши кочење срца налази се у продуженој мождини. Томе средишту долазе они разни надражаји који изазивају кочење срца, пак преко њега прелазе на вагус. Али то срчано живчано средиште може бити и непосредно надражено: хлороформ, на пример, кад се налази у крви, надражује га. Отуда при хлороформској анестезији успоравање па чак и застој срца који може бити кобан.

Живчано средиште убрзавања срца налази се такође у продуженој мождини и оно се може непосредно електрички надражити.

Срчани
отрови.

Изучавању срчане физиологије доприносе разни отрови. Поменимо атропин и пилокарпин. Први укида дејство живчаног система који кочи срце (*vagi*); други укида дејство система који убрзава срце (симпатични систем). Помоћу та два отрова може се, при изучавању срчане живчане физиологије, искључити један од његова два система. Видећемо даље да атропин и пилокарпин делују на супрот један другоме где год се на-

лазе антагонистични живчани системи симпатикус — парасимпатикус (вагус припада парасимпатичноме систему, док систем који убрзава срце припада симпатикусу).

III. Крвни судови.

Крв оптиче организмом у затвореноме систему судова. Истиснута из срчаних комора њиховом систолом, крв напушта срце на крвне судове који од њега полазе: на аорту и плућну артерију. Плућна артерија разрешава се у плућима у мрежу врло танких цевчица, капилара, кроз чије се зидове врше гасовите размене између крви и атмосфере. У њима венска крв, која је дошла из десне срчане половине, постаје артерска, па се враћа у леву срчану преткомору, плућним венама, у које се стапају, тако рећи, плућни капилари.

Крв која је пошла аортом распоређена је по целој организму многобројним непосредним и посредним огранцима њеним, који се на крају крајева разрешавају у капиларне системе из којих постају вене, најпре ситне, пак из ових крупније, док се најзад све вене не слију у два велика венска суда која се уливају у десну преткомору: то су доња и горња шупља вена.

Артерски, капиларни и венски систем судова граде дакле једну мрежу судова врло различних ширина. Мрежа отпочиње малим бројем широких судова, чији број непрекидно расте док њихова ширина опада; тако да је капиларни систем састављен из небројено много врло танких цеви, чији пречник није већи од неколико хиљадитих делова једнога милиметра. Од капилара ка срцу дешава се сада супротно: број вена постаје све мањи, а њихов пречник расте, док се најзад не сведу на две велике вене које се уливају у десну преткомору.

Мрежа
крвних су-
дова.

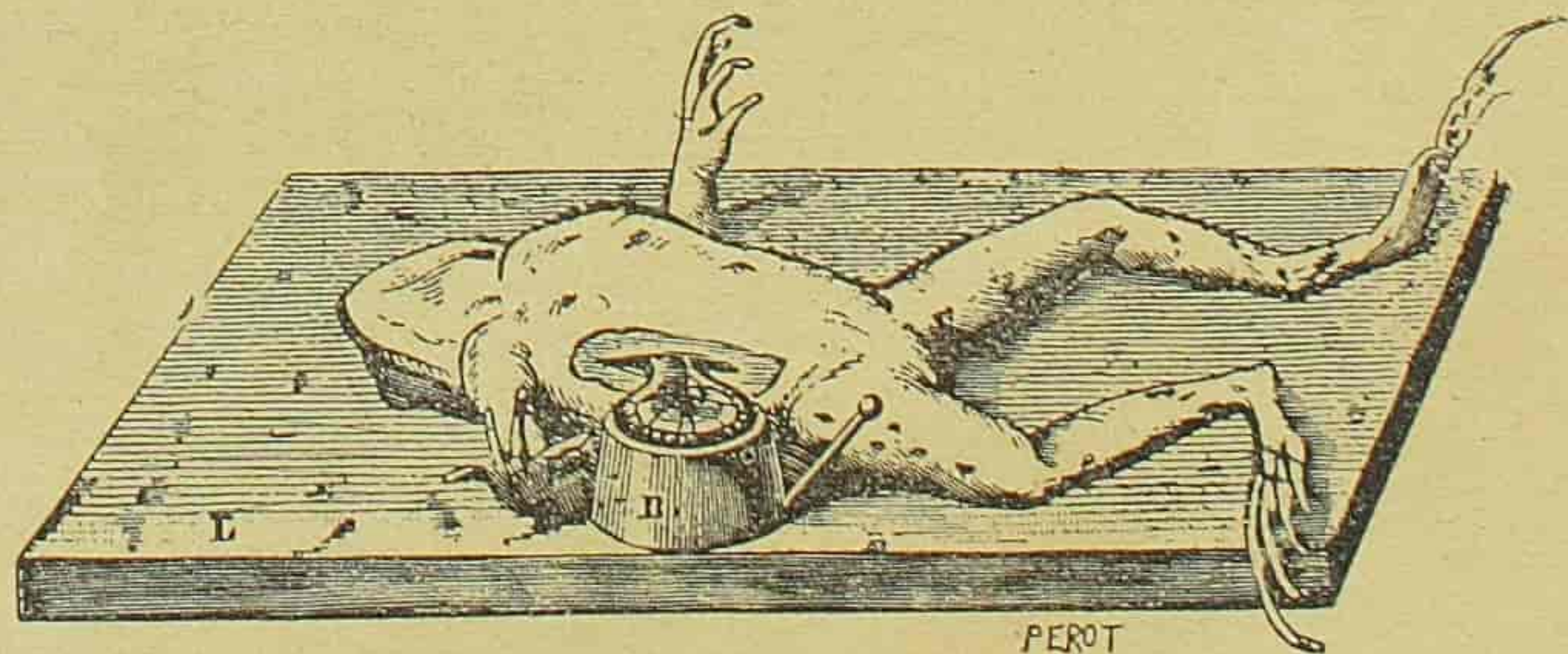
Када би сваки пресек те мреже крвних судова имао исту површину, тј. када би збир површина пресека свих судова у ма коме делу система, артерског, капиларног или венског имао исту вредност, тада би крв у свима судовима протицала истом брзином. Али у колико су крвни судови тањи у толико њихов збир има већу површину пресека; и обрнуто. Према томе, највећу површину пресека имају капилари, а најмању велике артерије и вене. У томе погледу, систем крвних судова може се представити овако; једна уска цев постепено се шири, претвара се у једно левкасто проширење, које се опет постепено сужава и завршава једном другом уском цеви. Уске цеви, то су почетне велике артерије и вене; левак представља капиларе, а посредне цеви између та два дела представљају посредне артерије и вене.

Брзина
протицања
крви.

Према томе можемо одмах закључити да крв не протиче истом брзином у свима деловима апарата за крвоток. Крв ће најбрже протицати у великим крвним судовима, артеријама и венама, а најспорије у капиларима, као год што река брже протиче онде где је уска а спорије где је широка. Истина је да су капилари најужи судови, али су тако многобројни да је, као што реко смо, целокупна површина њиховог пресека већа од целокупне површине пресека других судова ма кога дела мреже крвних судова.

У аорти крв се креће средњом брзином од $\frac{1}{2}$ метра на секунд; у њеним већим огранцима та је брзина од 30—40 цм. У капиларима крв мили: у жабе брзином од $\frac{1}{2}$ милиметра на секунд, у човека нешто брже (0,8 милиметра). У венама крв све брже тече што се више приближује срцу, али ипак спорије него у одговарајућим артеријама, а то стога што су вене махом шире од артерија (пресек шупљих вена више је од два пута већи од пресека аорте).

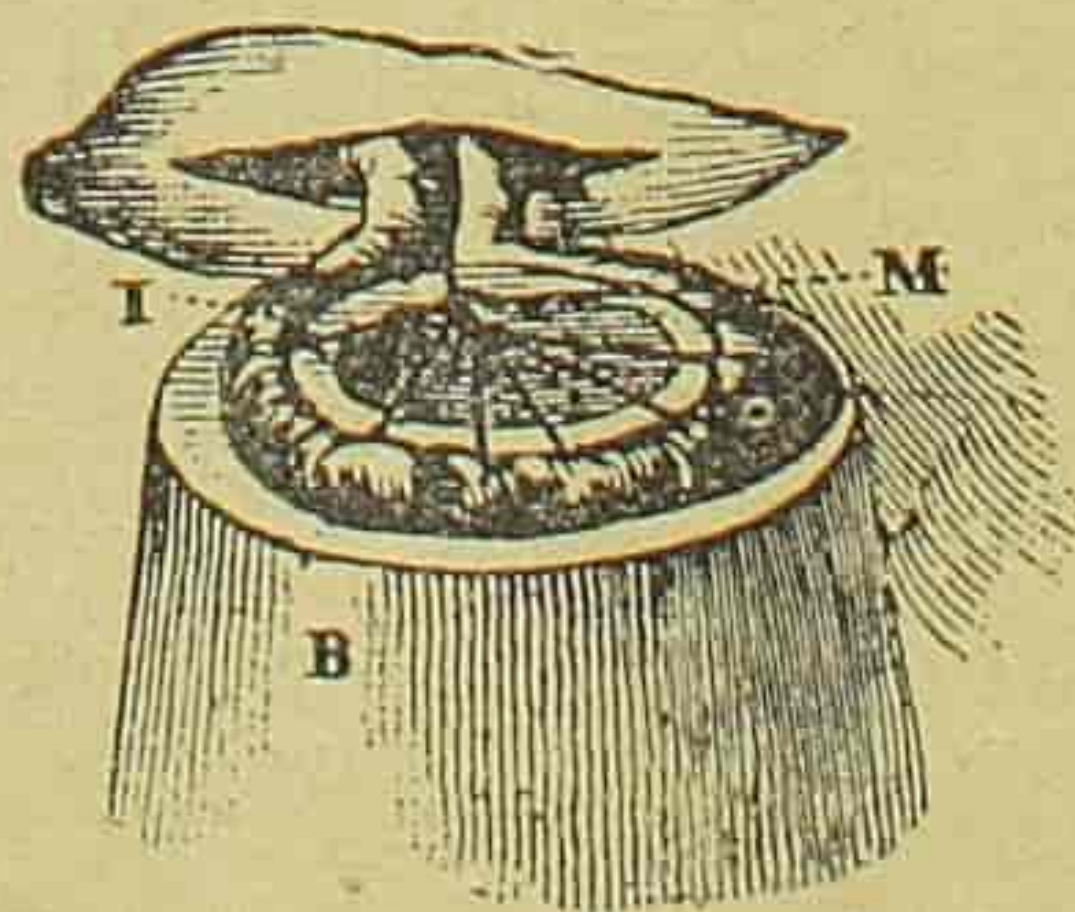
Брзина крви мери се апаратом званим хе модро м е т а р, који се може само на животињи употребити јер захтева крваву операцију. У капиларима, жабе на пример, брзина крви одређује се мерећи пут што га превали у извесном размаку времена



Слика 36.

Посматрање капиларнога крвотока у жабе.
L. плоча од плута. — В. шупаљ носилац од плута
за цревну окуку I са својом марамицом M.

једно крвно зрнце посматрано под микроскопом у капиларноме крвотоку.



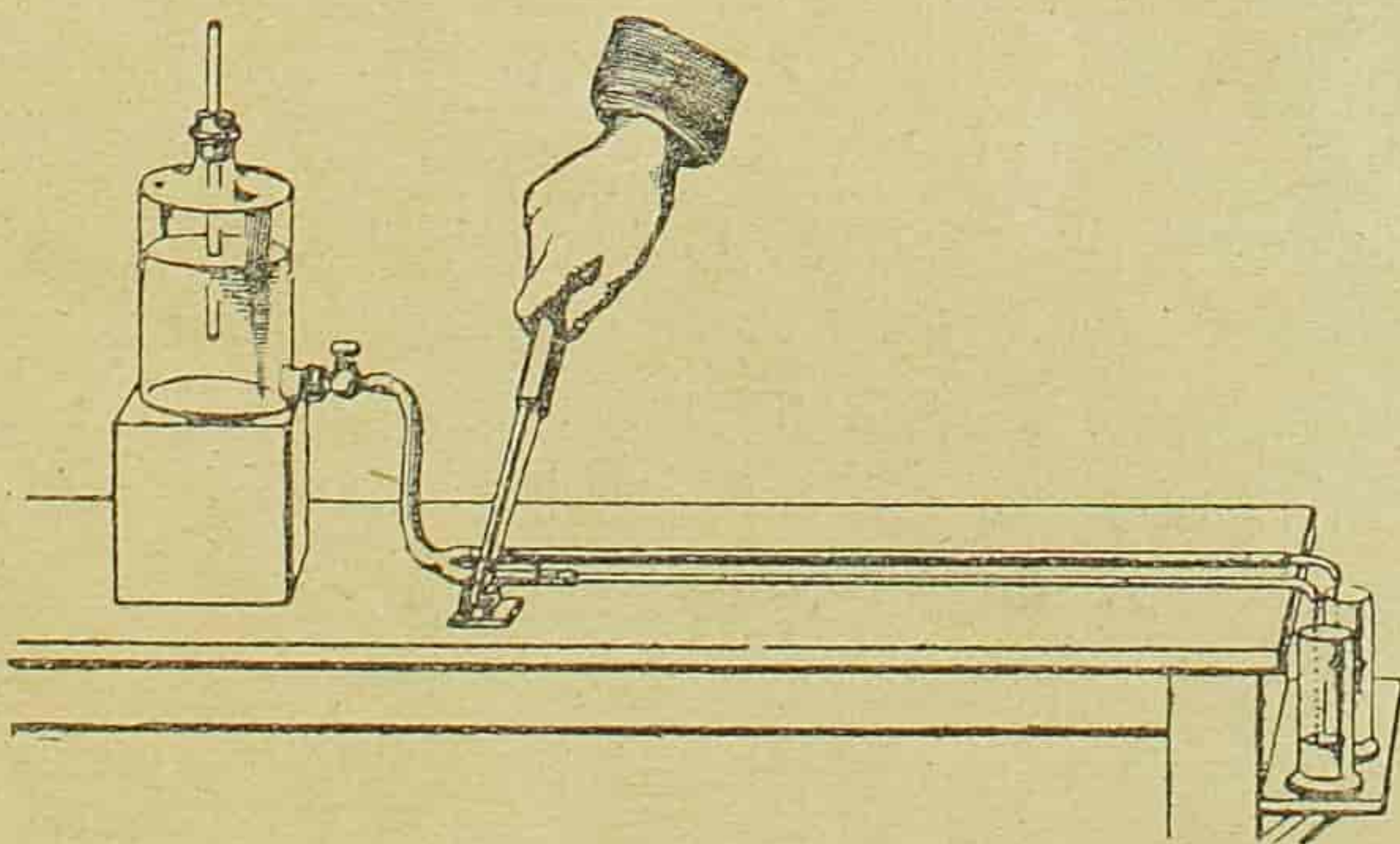
Капиларни
крвоток.

Протицање крви у капиларима пружа леп приказ који је лако посматрати. Довољно је изложити микроскопу згодно разапету опну коју жаба има између прстију, да би се видела крвна зрнца ношена као каквом бујицом у ускуме капиларноме суду. Капиларни се крвоток боље још посматра у цревној марамици жабе, која је у ту сврху преготовљена, као што показује слика 36.

Посматрајући капиларни крвоток, прво упада у очи, да крв равномерно протиче у капиларима, а не ритмично, на махове; у капиларима крв нема, као у артеријама, у своме кретању ритам срчани. Затим се опажа да се сва крвна зрнца не крећу истом брзином: она у средини брже се крећу од оних која су на периферији суда.

При свакој систоли срце протерује извесну количину крви у артерије. Оно дакле на прекиде потискује крв у судове. Међутим, као што поменусмо, у капиларима крв тече непрекидно и равномерно, као да срце непрекидно и равномерно потискује крв, а не на махове. У венама тако исто, крв у своме кретању не одаје трага ритмичнога срчаног рада; и у њима равномерно и непрекидно протиче. Друкчије је у артеријама: у њима се крв креће по ритму срчаноме, час брже, час спорије; брже за време систоле, спорије за време диастоле, али ипак протиче непрекидно. Како је то могуће да крв протиче и за време диастоле, када је у томе тренутку, као што знамо, аорта затворена и крв није ни у најмањој количини потискивана из срца у артерије? Томе је узрок еластичност артерска, која је такође узрок равномерном протичању крви у капиларима и венама.

Када крвни судови не би били еластични, тада би крв у њима протичала на махове, по ритму срчану: протичала би за време систола а застала би за време диастола. Али еластичност крвних судова претвара то непрекидано кретање у непрекидно. Једним простим апаратом (сл. 37.) може се показати тај утицај еластичности судова на кретање течности у њима. Апарат се састоји из једне боце напуњене водом, на чијем се доњем делу налази једна славина. Од те славине полази једна цев, која се на извесној даљини рачва: један крак наставља се дугом цеви од еластичне гуме а други се наставља стакленом цеви исте дужине и ширине; те две цеви положене су хоризонтално једна поред друге. Пошто се боца налази на извесној висини изнад



Улога артерске еластичности.

Слика 37.

Мареу-ов апарат којим се показује утицај еластичности крвних судова на протичање крви.

положених цеви, то вода, кад се славина отвори, протиче у њима и истиче из њих под извесним притиском. Једним дрвеним ножем могу се у исто време пригњечити оба крака поменуте рачве од каучука и тако спречити отицање воде из боце у положене цеви. Али када у кратким размацама времена, од прилике по срчаноме ритму, прекидамо ножем отицање воде из боце у положене цеви, констатујемо следеће: на положену стаклену цев вода престаје истицати у истоме тренутку кад ножем прекинемо везу између боце и цеви, а истицање се наставља чим је прекид ножем укинут. Друго се дешава за цев од гуме: на њу вода још неко време истиче, иако све слабије, и после поменутога прекида. Према томе, ако прекидање вршимо у кратким размацама времена, вода неће никако ни престајати да отиче на еластичну цев, јер пре него што је истицање престало, прекид је укинут и оно се продужује. Овај нам оглед казује како еластичне цеви могу прекидано отицање претворити у непрекидно. Срце шаље, као и боца горњег апарата, на прекиде свој течни садржај; међутим ако пресечемо једну артерију, на њу крв истиче без прекида, наизменично шибалући и цурећи, по срчаноме ритму, онако као што истиче вода на еластичну цев горњег апарата. У колико је цев дужа и еластичнија, у толико се мање опажа, на течности која из ње истиче, утицај ритмичних прекида. Ако је врло дугачка, тај ће утицај потпуно ишчезнути. То се управо дешава у преткапиларним артеријама, у капиларима и венама: артерска еластичност потпуно је избрисала утицај периодичности срчаног рада на протицање крви. Кад пресечемо већу артерију, крв из ње шибала на махове, док равномерно отиче из танких, преткапиларних артерија.

Лако је схватити како еластичност судова утиче на начин протицања крви у њима. При свакој систоли, срце потисне извесном снагом свој течни садржај у артерије. Под утицајем тога притиска оне се рашире, јер су еластичне. Али, за време диастоле, кад је срце престало да шаље нове количине крви у артерије, ове сада задовољавају своју еластичност, тј. постају уже и тиме истискују крв из себе, тако да крв у њима протиче иако је срце у диастоли.

Еластичност крвних судова дозвољава срцу да са мање рада потискује потребну количину крви. Стога губитак артерске еластичности (артериосклероза) намећући срцу сувишак рада производи поремећаје срчане функције.

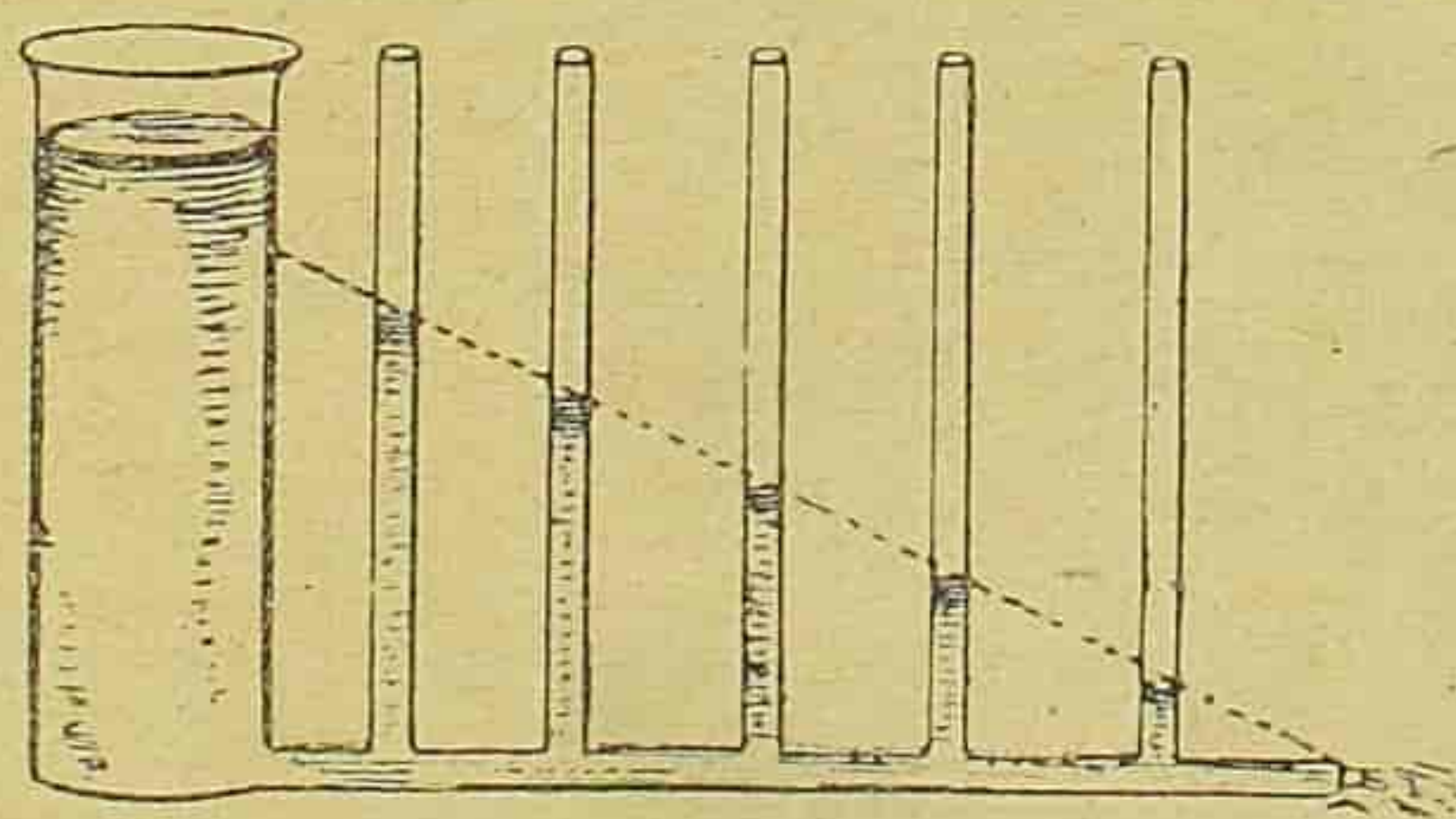
Крв се налази у крвним судовима под извесним притиском. Срчани рад, који потискује, или сабија, тако рећи, крв у ела-

стичне судове, узрок је томе притиску. Ако зауставимо срце за неколико тренутака надражајем вагуса, крвни притисак нагло опада (сл. 34).

Крвни притисак није исти у свима деловима мреже крвних судова. Затим, крвни се притисак мења у току срчане револуције.

Крвни притисак.

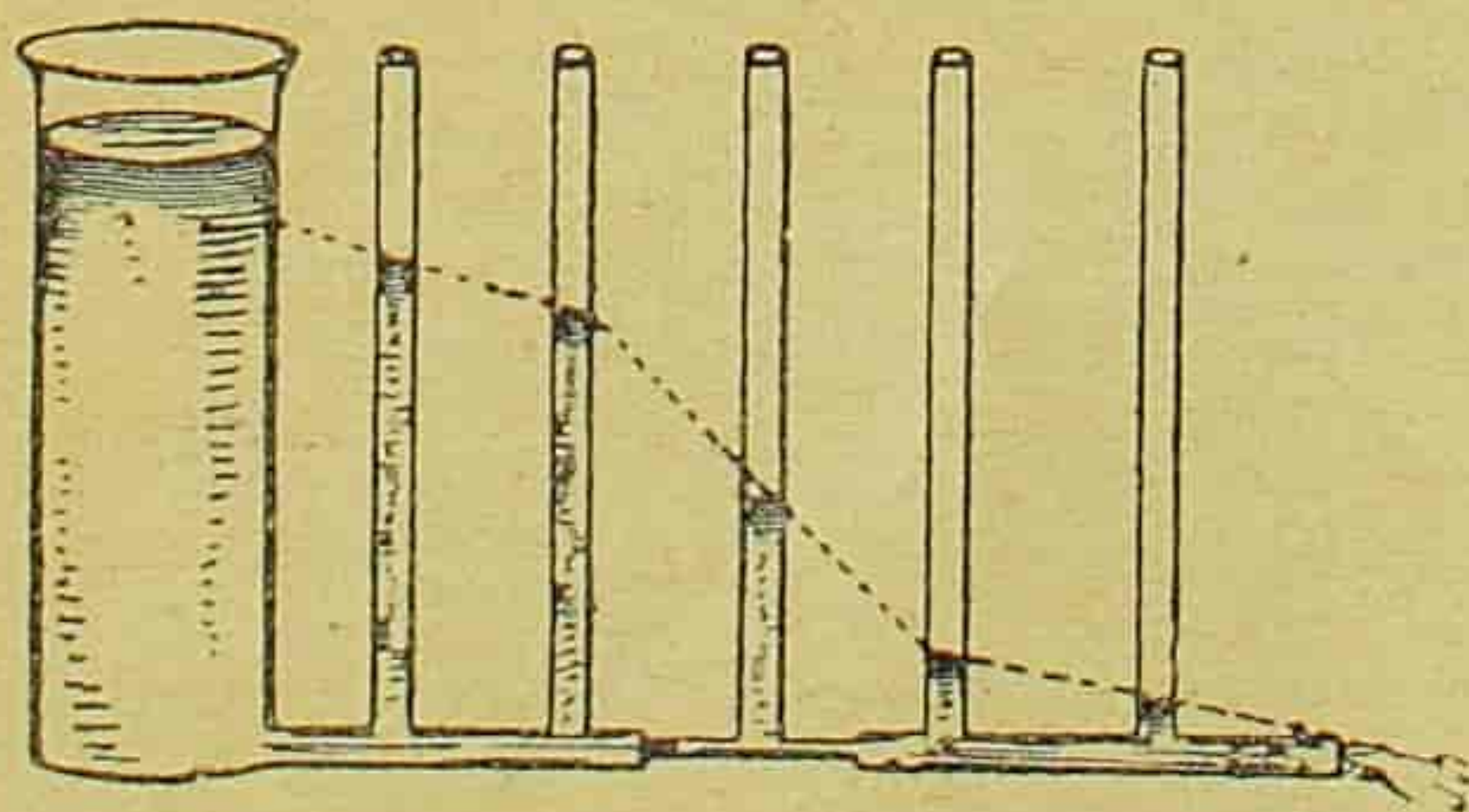
Пошто је рад што га срчани мишић производи узрок крвном притиску, то је тај притисак најјачи у непосредној близини срца, а у толико слабији што се више удаљујемо од срца, јер се снага срчана троши успут на савлађивање отпора што га производи трење крви о зидове крвних судова. Крвни притисак можемо упоредити у томе погледу с оним што се збива са притиском течности која протиче једном цеви. Вода истиче из једног суда на хоризонталну цев која је у вези са доњим делом његовим (сл. 38). Притисак под којим се налази вода, мења се дуж цеви, као што казују висине водених стубова који се уздижу са разних тачака хоризонталне цеви. Притисак је све мањи што га меримо даље од широкога суда, који одржава протицање, као год што је крвни притисак све мањи што се више удаљујемо од срца, које производи протицање крви. Кад је цев којом течност протиче једне ширине, као у горњој слици, тада притисак равномерно опада, сразмерно даљини. Али то није случај за крвне судове, који, као што знамо, имају врло различне пречнике. У уским судовима притисак крвни брже опада него у широким, јер је у њима отпор већи што га крв има да савлада.



Слика 38.

Опадање притиска дуж једне цеви којом протиче вода.

Ако се претходни оглед промени у толико што се хоризонтална цев, која је имала једну исту ширину, замени једном која је у своје средњем делу сужена (сл. 39), тада видимо да притисак не опа-



Слика 39.

Притисак дуж једне цеви која је на једноме месту стешњена.

да више равномерно, већ спорије у широким деловима цеви а брже у ужему делу. Поменимо још ово: када се сузи један део цеви којом течност протиче, тада то изазива повећање притиска пред тим суженим местом а пад притиска испод

тога места; у исто време тиме се производи, као што већ рекосмо, спорије опадање притиска с обе стране суженог места.

Сад ће нам бити разумљиво зашто крвни притисак полако опада у артеријама, врло нагло у капиларима, па опет врло полако у венама. Биће нам такође разумљиво зашто је у венама крвни притисак врло слаб, несразмерно мањи него у артеријама. Апарат на слици 39 подражава начин опадања притиска у артеријама, капиларима и венама.

Из овога што претходи излази, да стешњавање капилара производи повећање артерскога притиска а опадање венскога; обратно, ширење капилара производи опадање притиска у артеријама а повећање у венама.

Крвни притисак у току срчане револуције.

У артеријама крвни се притисак мења у току срчане револуције: расте за време систоле, опада за време диастоле. Те периодичне промене притиска у артеријама смањују се што се иде даље од срца. У капиларима и венама притисак се не мења у току срчане револуције. Артерска еластичност брише периодичне промене притиска као што брише и периодичне промене брзине крви.

У артеријама разликујемо у крвном притиску два елемента: један је сталан елемент, који се не мења у току срчане револуције; други је променљив елемент, који на крају диастоле спада на нулу, а на крају систоле достиже свој врхунац.

Тај променљиви елемент указује се, графички представљен, у виду једне таласасте линије која се налази поврх сталнога елемента (сл. 40).

Мерење артерскога притиска.

У животиња, артерски се притисак мери на тај начин, што се пресечена артерија веже за један живин манометар, помоћу једне цеви од каучука. Притисак крвни преноси се на живу манометра, а кретања живиног стуба могу се записати графичном методом. На тај се начин добивају графични цртежи слични приложеноме (сл. 40).



Слика 40.

Променљив и сталан елемент крвнога притиска у артеријама. Pv променљив елемент. Pc сталан елемент.

Крвни притисак у великим артеријама у пса има вредност од приближно 150 мм. живе. Сама крв пак пење се у једну цев која је у вези са пресеченом артеријом, до близу 2 метра у вис.

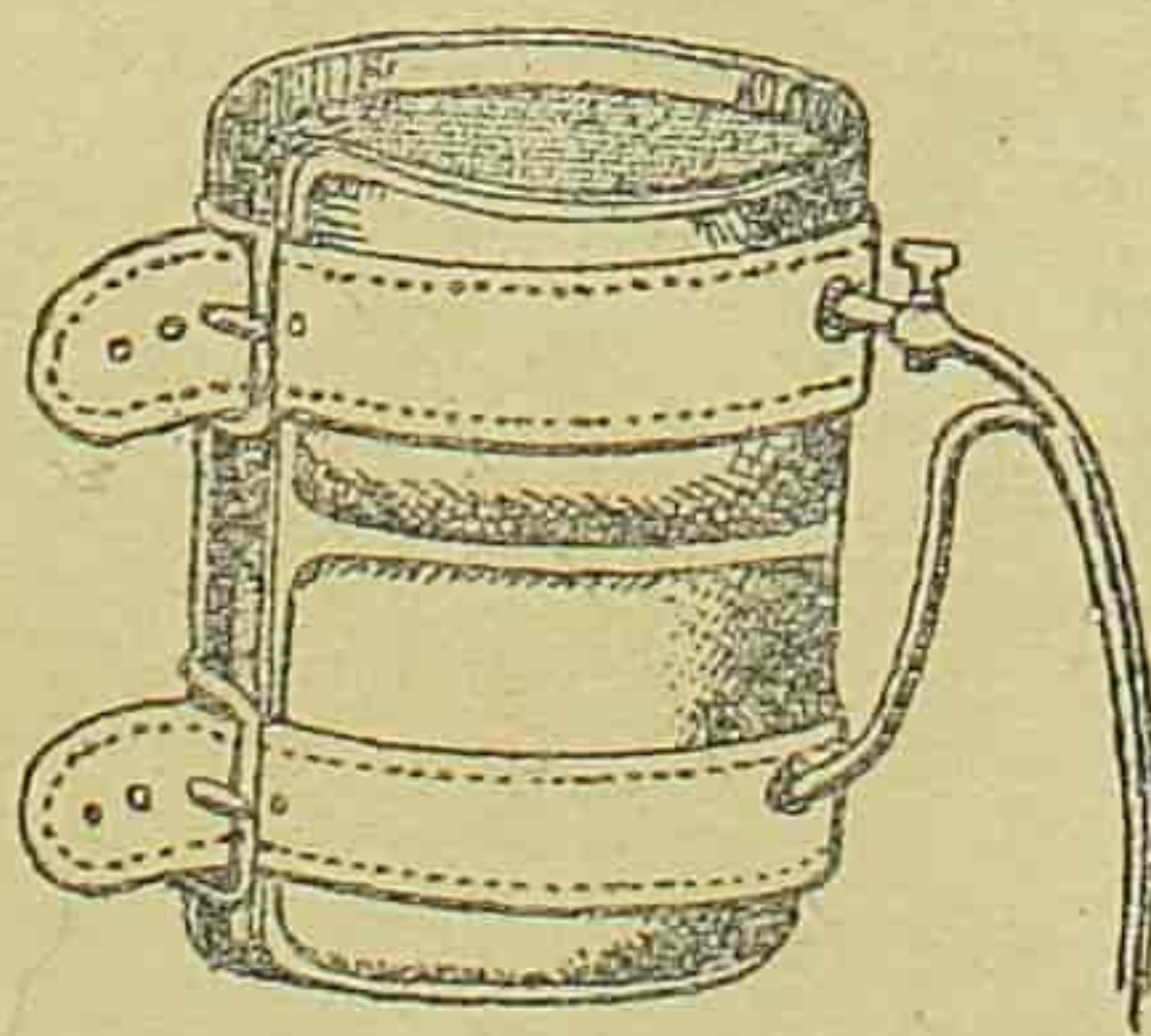
У човека, одређивање артерскога притиска почива на следећему начелу. Притиште ли се поступно све јаче једна површна

артерија чије се било осећа, тада ће, кад притисак достигне извесну вредност, артерија бити на томе месту спљоштена и крв неће њома више протицати. Дознаћемо у коме се тренутку то десило по томе што престанком протицања крви нестаје и било те артерије на ниже притиснутога места. Минимални притисак пак који треба развити да би се угасило било, т.ј. да би се спљоштила артерија, једнак је управо притиску крви у тој артерији. Према томе, да бисмо измерили крвни притисак овим начелом, морамо одредити вредност минималнога притиска којим се гаси било на ниже притиснутога места. То се постиже апаратом *Rotain*-а, који се састоји из једне лоптице од каучука у вези са једним металним манометром. У место да се артерија непосредно притиште прстом, на њу се положи речена лоптица, која се прстом притиште постепено све јаче док се не осети прстима друге руке да се пулс угасио на ниже притиснутога места. Притисак који се чита на манометру у тренутку када се било гаси, даје нам вредност крвнога притиска у тој артерији.

Мерење
артерскога
притиска
у човека

Овом се методом добива само вредност максималнога притиска у срчаној револуцији, т.ј. притиска што га крв има на крају систоле, јер да би се пулс угасио мора се савладати тај максимални притисак.

Крвни притисак у човека много се згодније мери *Amblard*-овом наруквицом (сл. 41), која замењује у исто време поменуто лоптицу *Rotain*-ова апарата и прст којим се констатује гашење била.



Слика 41.

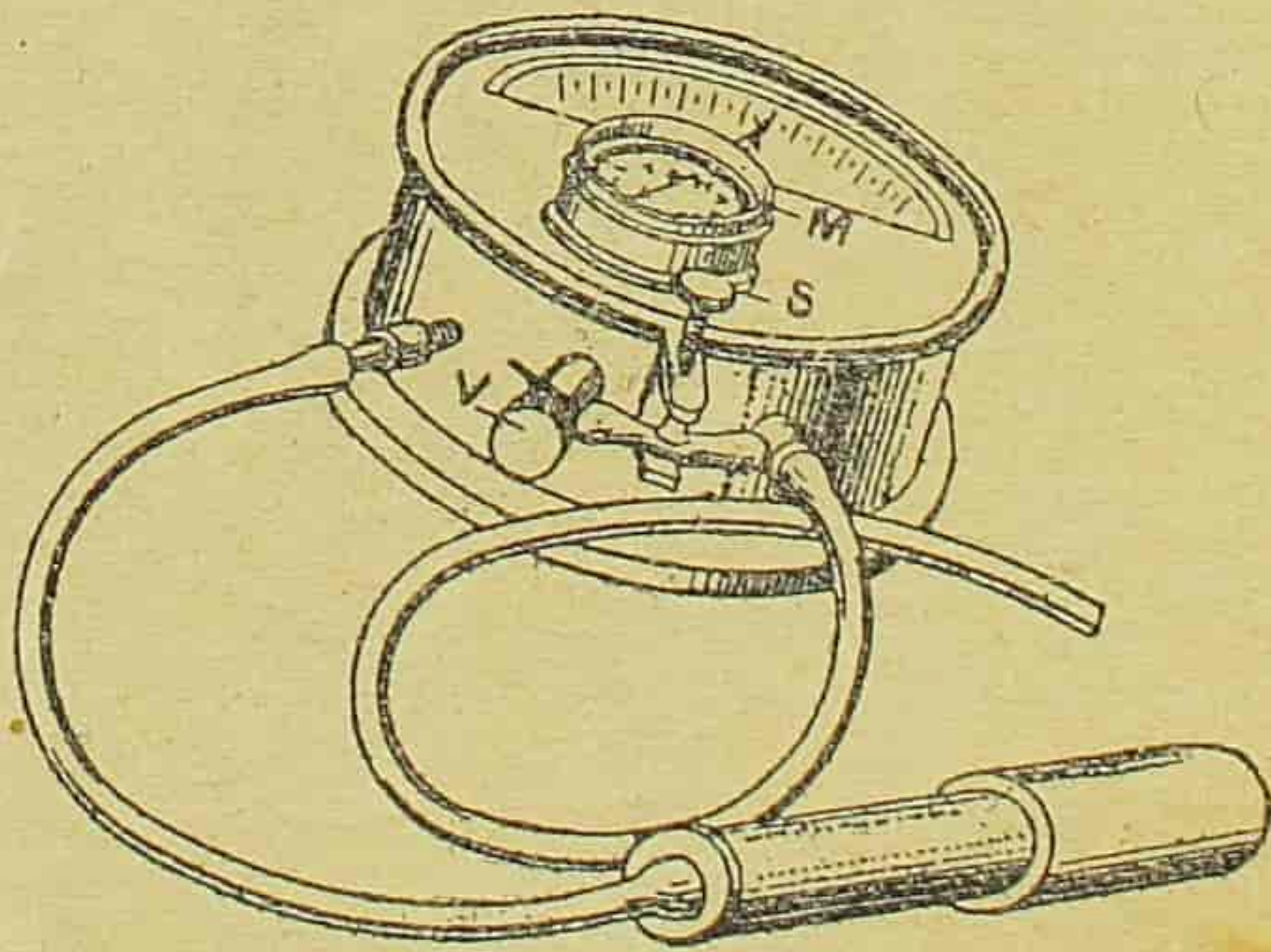
Amblard-ова наруквица. Обе су кесе у вези једна с другом помоћу рачвасте цеви. Веза се прекида славином.

Наруквица се састоји из двеју пљоснатих кеса од каучука, горње и доње, које нису непосредно у вези једна с другом. Двема тракама које нису еластичне, наруквица се може причврстити око руке, да би примила било радиалне артерије. Једном малом пумпом ваздух се може више или мање сабијати у обе еластичне кесе наруквице, што производи већи или мањи притисак на артерију. Обе су кесе у вези не само са пумпом већ и међу собом једном рачвастом цеви, тако да можемо удесити да у обема влада исти притисак. Али горња кеса, т.ј. она која је ближе трупу кад је наруквица причвршћена на руци, може се искључити затварањем једне мале славине која се налази на цеви која полази од те кесе. Наруквица је у вези са једним металним манометром, као и лоптица *Rotain*-

ова апарата, који мери притисак што влада у кесама наруквице. Кад је наруквица смештена око руке, тада се пумпом сабије ваздух у о б е кесе, пак се затвори поменути славина. Ако манометарска игла показује скретања, значи да притисак није довољан. Сабијање ваздуха пумпом у обе кесе наставља се до онога тренутка кад манометар, који је затварањем славине у вези само са доњом кесом, не даје више никакво скретање. Притисак који се тада чита на манометру одговара максималноме притиску у артерији. Као што се види, ова метода почива на истоме начелу као и претходна. Горња кеса наруквице одговара лоптици Ротан-ова апарата, а доња замењује прст који вреба тренутак гашења била.

Раснон-ов
осциломе-
тар.

Данас је врло распрострањен у клиници Р а с н о н - о в о с ц и л о м е т а р (сл 42), којим се може тачно измерити диастолски притисак крви, а и систолски, иако са мање тачности. Тај апарат почива на следећем начелу. Крвни талас који даје било изазива таласасто уздицање на површини крвних судова. Тај талас



Слика 42.

Р а с н о н - о в о с ц и л о м е т а р.

М. манометар — S. дугме којим се прекида веза између анероидне и велике кутије.
— V. дугме којим се испушта ваздух из кутије.

се једном наруквицом као што је Амблард-ова, о којој је мало пре било речи, али која се може састојати из једне једине кесе.

Наруквица је у вези са осцилометром помоћу једне цеви од каучука. Слика 43 представља шематички цео тај систем. Осцилометар се састоји из једне металне, херметички затворене кутије Е, која је у вези са манометром М, са пумпом Р и са наруквицом В помоћу цеви f , b , a . У тој кутији налази се једна анероидна кутија с, (слична оним што се налазе у истоименим барометрима) која је такође у вези са наруквицом и која

пак, што га преносе зидови артерија при свакој систоли, достиже највећу висину када с обе стране зинова крвнога суда, тј. изнутра и споља, влада исти притисак. Речени апарат дозвољава не само да се мери висина тога таласа, већ и да се мења спољашњи притисак на крвни суд, па према томе дозвољава и да се тај притисак изједначи са крвним притиском; а ово је последње, као што рекосмо, погодба да би талас била достигао свој врхунац. То притискивање артерије постиже

покреће казаљку *l* пред једним подељеним луком. Кад је нарук-вица смештена око руке, сабије се ваздух пумпом до извесног притиска у цео систем, тј. у металну кутију, у анероидну кутију и у наруквицу. Да би анероидна кутија била што осетљивија према променама притиска у њеној унутрашњости, потребно је да влада исти притисак на површини и у унутрашњости њеној. Стога се ваздух сабије

у истој мери у велику металну кутију и у анероидну која се у њој налази, а то је омогућено тиме што су те две кутије у вези једна с другом помоћу цеви *f*. Ако сада притиснемо дугме *s* и тиме прекинемо везу између металне и анероидне кутије, тада се промене притиска што их производи било на наруквицу преносе на анероидну кутију и изражавају се скретањима, осцилацијама, казаљке *l*.

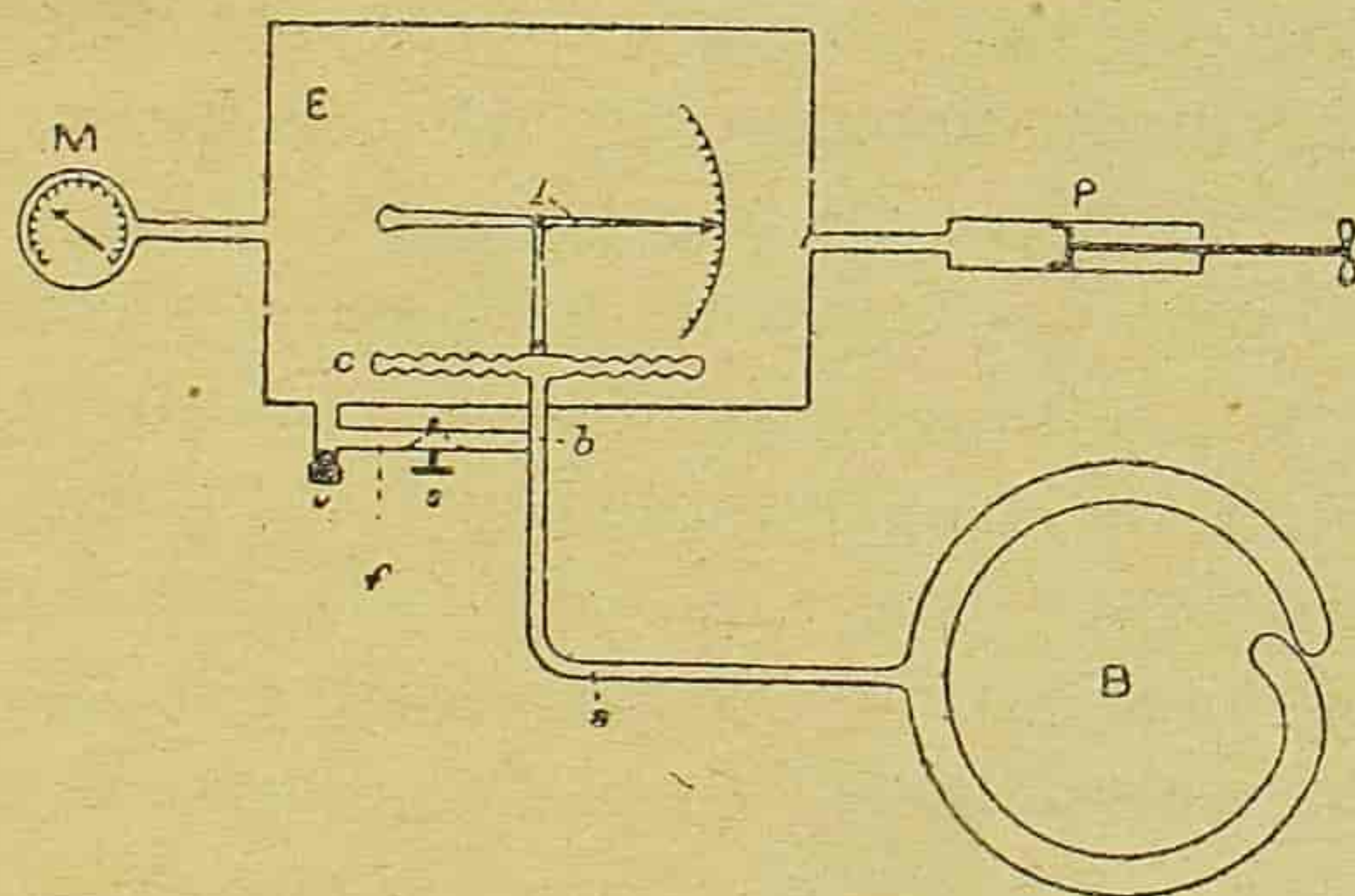
Повећавајући постепено пумпом притисак који влада у целом систему, долазимо до таквога притиска, који читамо на манометру, коме одговарају највеће осцилације казаљке. Тај притисак одговара диастолском притиску. Ако и даље повећавамо притисак пумпом, осцилације неко време врло споро опадају, па кад је притисак достигао извесну вредност, почну нагло опадати: значи да је у томе тренутку премашен систолски притисак.

У човека, систолски је притисак од 15—18 центиметара живе, а диастолски од 10—12.

Дисање утиче на крвни притисак. У човека и у већине сисара и птица, крвни притисак опада при удисању, расте при издисању; тако да се артерски притисак периодично мења по ритму дисања. Када будемо говорили о дисању видећемо на кој начин оно производи промене артерскога притиска.

Један од спољашњих знакова срчаног рада јесте било.

Ако наслонимо прст на коју површну артерију, на ради-алну или темпоралну на пример, осећамо да се зид крвнога суда



Слика 43.

Шематички цртеж Раshоn-ова осцилометра.

Е. велика метална кутија. — М. манометар. — Р. пумпа. — с. анероидна кутија — В. наруквица. — Цев *f*, *b*, *a*, везују међу собом Е, с и В. Дугметом *v* може се испуштати ваздух из кутије ако је у њој притисак одвише јак.

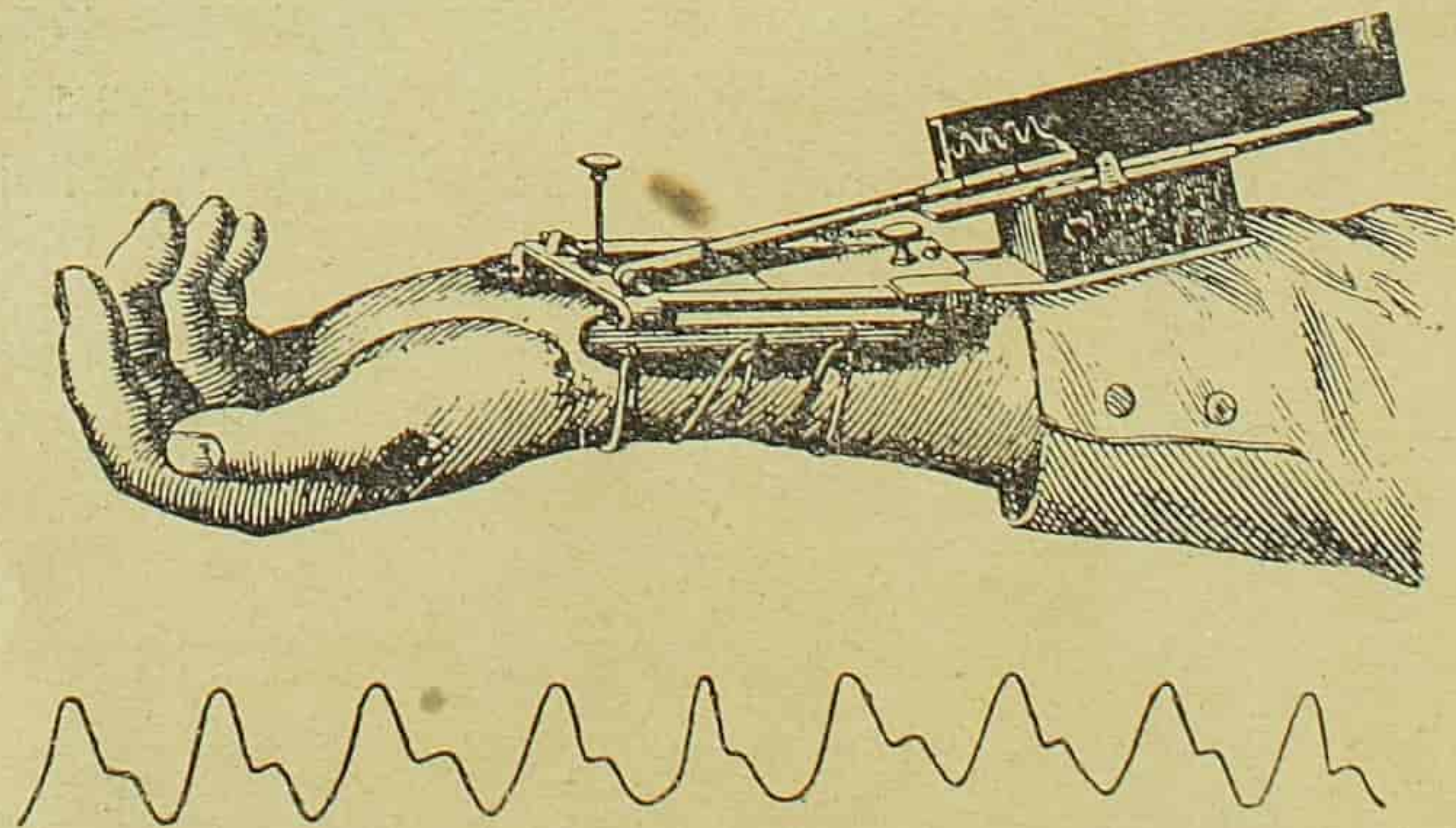
Крвни
притисак
и дисање.

Било

подиже у кратким размацама времена и притискује на прст. Та се појава зове б'ило или пулс, а за артерију се вели да бије или пулсира. Свакој срчаној револуцији одговара једна пулсација; према томе брзина б'ила обавештава нас о брзини срчева рада.

Б'ило не бије у истом тренутку на разним местима једне артерије. Оно бије раније у близини срца а све доцније у колико се удаљујемо од срца. Другим речима, б'илу је потребно извесно време да би се преносило дуж артерија. У човека било се преноси брзином од 8,50—9,50 метара на секунд.

Б'ило се дешава за време коморске систоле. При свакој систоли, из комора је потиснута у аорту извесна количина крви. Тај долазак нове масе крви и њен судар са крвљу у аорти производи један крвни талас који се распростире дуж артерија и полако се гаси успут. Треба добро схватити да је пулс један талас и да пулс није произведен кретањем саме крви дуж судова. Пулс, рекосмо, напредује у артеријама брзином од око 9 метара на секунд; крв пак напредује много спорије: око 0,50 метара на секунд. При свакој систоли, крвни талас, пулс, трчи, тако рећи, испред кретања саме крви. Ту разлику између распростирања једнога таласа и протицања течности која је дала тај талас, можемо уочити у следећему примеру. Ако бацимо један шљунак у непомичну воду, тиме производимо низ концентричних таласа који се шире унаоколо места где је шљунак пао: таласи се распростиру али вода остаје на истоме месту, као што сведоче



Слика 44.

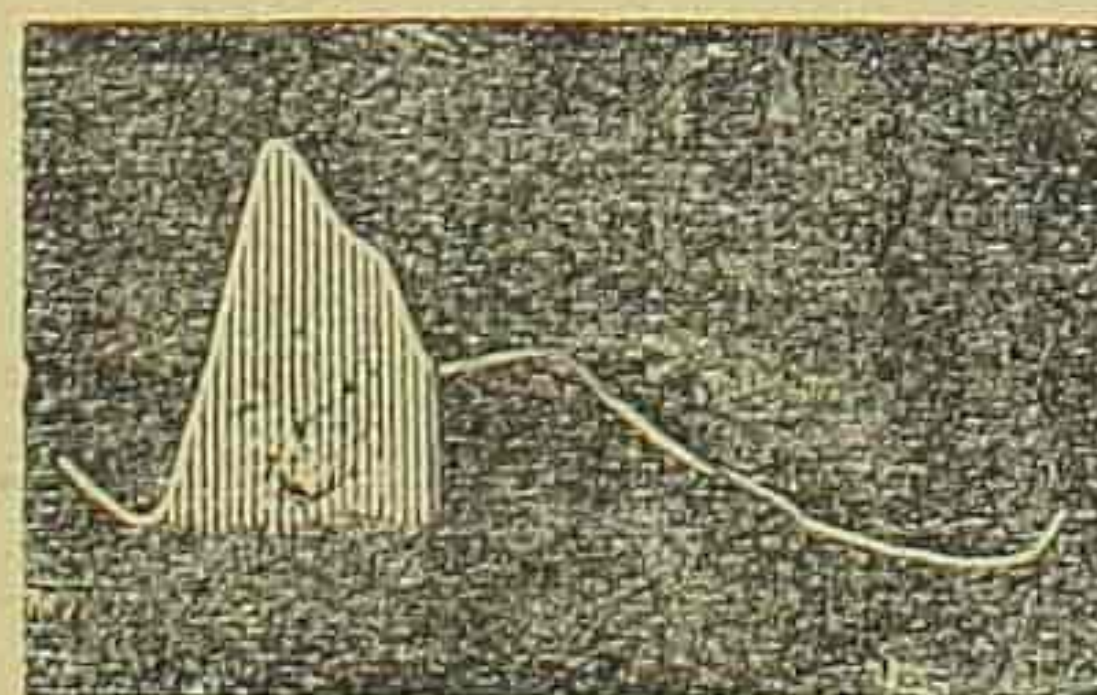
Мареу-ов сфигмограф и сфигмограм њиме добивен.

предмети који плове по води, који се дижу и спуштају на таласима али који се не удаљују као ови од свога средишта. Ако бацимо шљунак у текућу воду, таласи ће се распростирати и уз воду и низ воду: у томе последњему правцу брже се могу распростирати него што вода протиче, као што се пулс брже распро-

стире него што крв протиче. Пулс би се дакле могао замислити и кад крв не би протицала.

Постоје многобројни апарати, сфимнографи, за графично записивање пулса. Слика 44 приказује нам Магеу-ов сфигмограф. Тај се апарат причврсти на руку, тако да је радиална артерија притиснута једним дугметом које је у вези са једном полугом. Било покреће то дугме, а његова кретања преносе се на полугу која их увеличава. Та кретања записују се на комаду нагављене хартије која промиче пред полугом, равномерно покретана часовничким механизмом што га апарат садржи у једној малој кутији.

На тај начин добива се сфигмограм, тј. графички приказано било (слика 45). На сфигмограму разликујемо двојаке таласе: једни су високи, произведени крвним таласом као што горе објаснисмо; други су мањи, налазе се на падини првога, која одговара опадању пулса: то је секундарни или дихротни талас. И дихротни талас постаје у близини срца, па се од њега удаљује истом брзином као и главни талас била, јер се на сфигмограму та два таласа налазе на истој даљини једно од другог, без обзира на то да ли је пулс узет на већој или мањој даљини од срца. Дихротни талас постаје затварањем сигмоидних залистака. У почетку коморске диастоле, крв која је у аорти затвори поменуте залиске. То нагло затварање залистака под притиском крви која покушава да се врати у комору, потресе крвну масу у аорти и произведе секундарни или дихротни талас. Ако се у животиње експериментално спречи затварање сигмоидних залистака, дихротни талас нестаје. Дихротни је талас у толико већи што је крвни притисак слабији (јак дихротизам у тифусу, на пример).



Слика 45.

Било. Главни талас и секундарни или дихротни талас. Исечени део одговара систоли, остатак диастоли.

Било у капиларима и венама.

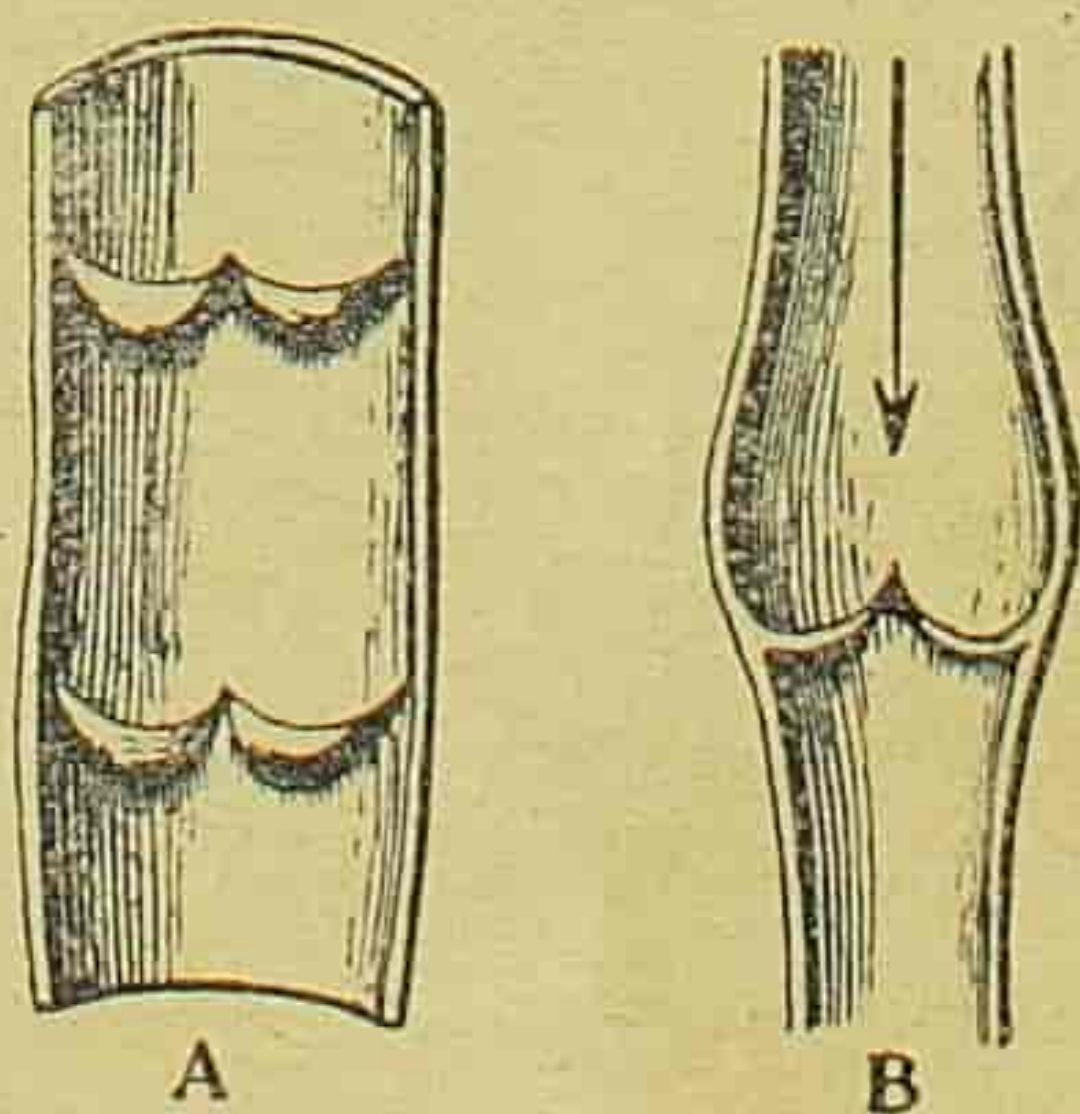
Талас који даје било гаси се испред капилара, тако да обично не доспева ни у ове ни у вене. Изузетно, кад су танке артерије врло раширене, пулс доспева и у капиларе па преко ових може доспети и у танке вене.

Протицању крви у венама исти је узрок као и његову протицању у артеријама: то је срчани рад, који потискује крв у судове и савлађује треће крви о судове. Док је то једини узрок кретању крви у артеријама, то је само главни узрок кретању крви у венама, коме се придружују други, споредни узроци. Јер срце усисава у своје шупљине крв коју му вене доносе и тиме доприноси протицању крви у венама. При свакој комор-

Узроци протицања крви у венама.

ској систоли, преграда између комора и преткомора приближи се врху срца, који је непомичан, и тиме се повећа запремина преткомора, што има за последицу усисавање крви из великих вена у срце. Срце и на други начин усисава крв из вена. При свакој систоли срце смањи своју запремину и тиме производи једну празнину у грудноме кошу коју тренутно попуњују еластични органи груднога коша, па и вене, које се рашире под тим утицајем, а врате се за време диастоле у своје првобитно стање. То наизменично ширење и стезање великих вена груднога коша производи усисавање крви у њих и потискивање из њих у преткоморе. Тај утицај срца на органе груднога коша може се лако доказати, што се тиче плућа, следећим огледом. Затворимо уста и једну ноздрву, а у другу ноздрву утврдимо један чеп од гуме кроз који пролази једна стаклена цев, у вези са Магеу-овим добошем. Зауоставимо дисање, али оставивши гласницу (glottis) отворену тако да плућа буду у вези са носном шупљином. Тада ћемо видети да се полуга добошева ритмично диже и спушта: спушта се при систоли а диже при диастоли срчаној; у првome случају притисак се смањио у плућима јер су се она раширила да би испунила празнину проузроковану срчаним грчењем; у другоме случају притисак се повећао у плућима јер су она смањила своју запремину услед ширења срца.

Као што смо раније поменули, вене у којима крв тече против земљине теже, садрже многобројне залиске (сл 46) који спречавају одступање крви на путу ка срцу. Притискивање или



Слика 46.

Венски залисци, који пропуштају крв од доле на горе а спречавају јој кретање у супротном правцу.

масажа таквих вена може потискивати крв у њима само у правцу одређеном распоредом залистака, т.ј. у правцу ка срцу. Пошто телесни мишићи грчећи се притискују вене које су у њихову додиру, то мишићни покрети такође доприносе протицању крви у венама. На исти начин делује и пречага, која при удисању притиште органе па и вене у трбушној дупљи, из којих потискује крв ка срцу. Тако исто артерије које се протежу уз вене, својим пулсирањем врше непрекидане притиске на одговарајуће вене и тиме доприносе протицању крви у њима.

Најзад и дисање је чинилац који доприноси протицању крви у венама. Кад будемо говорили о дисању, видећемо да удисање, повећавањем запремине груднога коша, тежи да рашири органе који се у тој шупљини налазе па према томе доприноси пуњењу срца и протицању крви у венама.

Мимо била које се може на венама посматрати као последица јаке вазо-дилатације танких артерија, неке вене имају стално своје било, које је независно од артерскога била. Тај венски пулс посматра се на венама у врату (југуларне вене). Венски пулс бије у тренутку преткоморске систоле. Промене притиска које се збивају у десној преткомори у току њене систоле и диастоле, преносе се на притисак у венама које се уливају у ту преткомору. При преткоморској систоли крв се не враћа из срца у те вене, али повећање притиска у преткомори производи успоравање крви у оближњим венама, па према томе и повећање притиска у њима, док ће опадањем притиска у преткомори опасти и притисак у венама. Те наизменичне промене притиска у венама узрок су венскоме билу. Оно се распротире у виду таласа од срца преко вратних вена па може доспети и до мозга.

Венско
било.

Артерије, нарочито ситне артерије, садрже у својим зидовима кружна мишићна влакна. Грчење и опружање тих мишићних елемената производи стезање, сужавање, и ширење судова. Те промене ширине крвних судова дају вазо-моторне појаве. Велика је физиолошка важност тих појава. Према потребама, вазомоторне појаве подешавају протицање крви у органима. На пример, када једна жлезда почне лучити, њени се крвни судови рашире, а то има за последицу да веће количине крви протичу тим органом и задовољавају његове повећане потребе. Вазо-моторне појаве на површини тела играју важну улогу, као што видесмо (стр. 175), у терморегулацији, повећавајући или смањујући количину топлоте коју организам уступа својој средини.

Вазо-мо-
торне по-
јаве.

Разуме се, да такве појаве, које се збивају у одређеноме циљу, морају бити под управом живчаног система. Глатки мишићи крвних судова под утицајем су живчаног система, као и сви други мишићи; и они примају живчана влакна, која везују крвне судове за средишњи живчани систем. Свакоме је познато да психичке појаве, разна узбуђења, могу изазвати вазо-моторне појаве. Стид изазива, нарочито у младих особа, вазо-дилатацију, тј. ширење крвних судова лица; страх производи вазо-констрикцију, тј. стешњавање истих судова. У првоме случају лице се зарумени, у другоме побледи.

Мишићи крвних судова примају две врсте живаца, који делују у два супротна смисла: једни производе грчење тих мишића, други паралишу утицај првих и тиме изазивају опружање мишићних елемената крвних судова. Први производе вазо-констрикције и зову се вазо-констриктори; други производе вазо-

Вазо-мо-
торни жив-
ци.

дилатације и зову се вазо-дилататори. Крвни се судови налазе под утицајем тих двеју врста живаца који делују у супротноме смислу. Стање крвнога суда резултанта је њиховога антагонизма.

Вазо-констриктори налазе се у свима деловима тела. Њихов надражај производи бледило одговарајућег органа; у исто време температура органа опада а запремина се његова смањује. Пресек вазо-констриктора даје супротне појаве: значи да ти живци делују стално на крвне судове, да имају извесан тонус, који се укида њиховим пресеком. Класичан је пример вазомоторне појаве: утицај надражаја вратнога симпатикуса на крвне судове зечјега уха. Тим надражајем ухо посматрано према светлости побледи, његове ситне артерије ишчезну, температура му спадне.

Вазо-констрикторни живци имају своје порекло у једноме живчаноме средишту које се налази у продуженој моздини на површини пода четврте коморе. Надражај тога центра производи вазо-констрикције по целој телу. Његова парализа производи општу вазо-дилатацију.

Од тога центра, вазо-моторна живчана влакна силазе у моздину, долазе у додир секундарних центара који се налазе на разним висинама у кичменој моздини; од тих центара полазе влакна живчана која излазе из моздине на предње корене кичмених живаца, пак преко *rami communicantes* доспевају у симпатичне ганглије и одатле иду у органе као састојци симпатичних живаца или као састојци мешовитих кичмених живаца. Вазомоторна влакна налазе се и у неким лобањским живцима у које су доспела непосредно из продужене моздине.

Секундарни центри у кичменој моздини налазе се под управом главнога центра у продуженој моздини, али могу и независно функционисати када се издвоје од главнога центра пресеком кичмене моздине. По неким физиолозима, секундарни центри би само у експерименталним погодбама функционисали као такви, иначе би тонус крвних судова стајао искључиво под управом живчаног средишта у продуженој моздини.

Постоје вазо-моторни живци који делују у супротноме смислу од вазо-констрикторних живаца; то су вазо-дилататорни живци. Они производе ширење крвних судова. Њихово се делање састоји у томе што смањују или потпуно укидају делање вазо-констрикторних живаца. Вазо-констрикторна влакна обично су удружена у истоме живцу са вазо-дилататорним. Али у неким случајевима ти антагонистични живчани елементи долазе органу одвојено. На пример, подвилична пљувачна жлезда добива вазо-

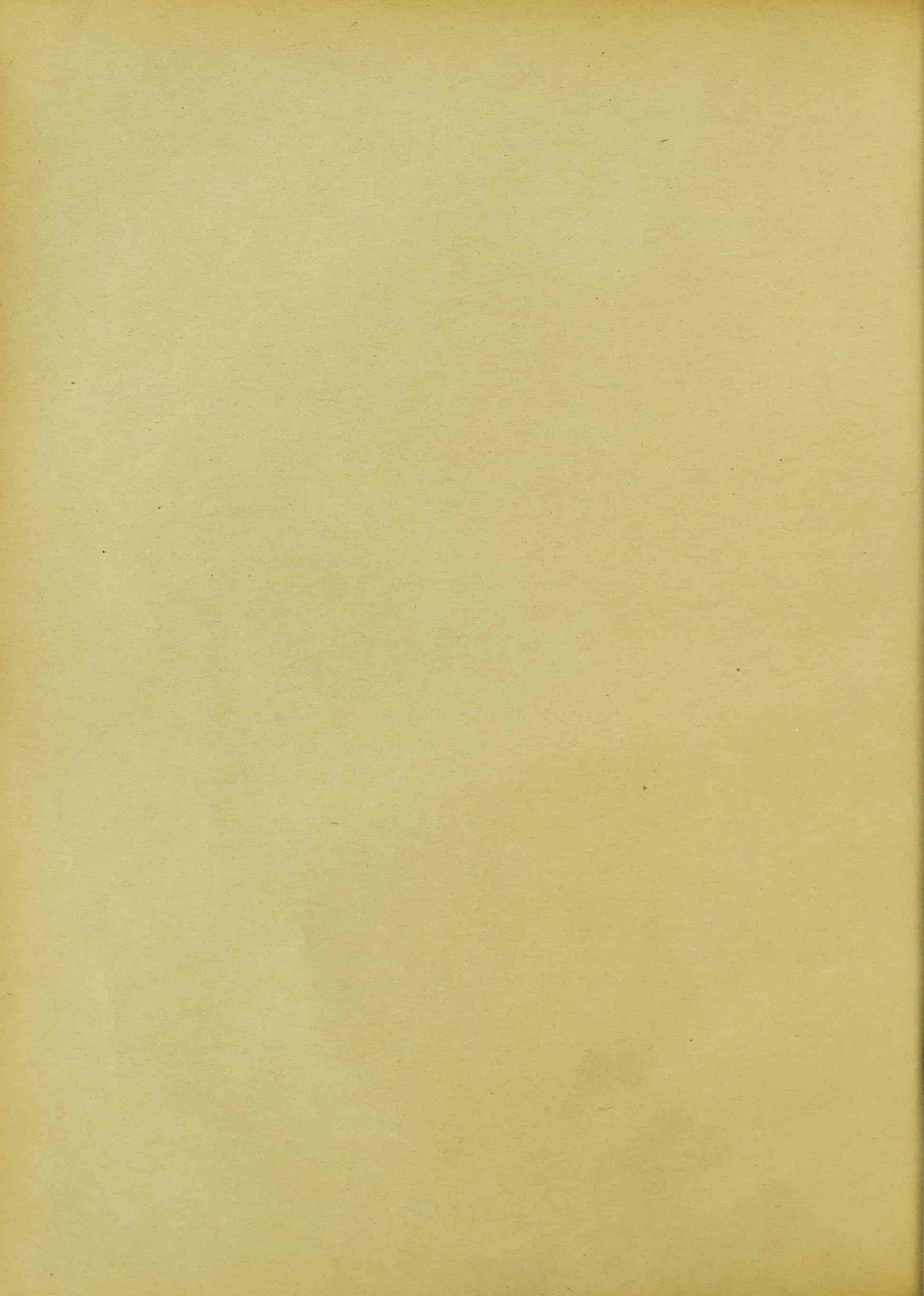
констрикторна влакна од симпатикуса, док јој живац *chorda tympani* доноси вазо-дилататорна влакна. Надражајем вазо-дилататорних живаца посматрамо на органу ове промене: орган поцрвени, појављују се дотле невидљиви судићи крвни, ситне артерије почну пулсирати, температура органа подиже се. У вези са тим променама повећава се запремина органа и веће количине крви протичу њиме.

Вазо-дилататорни живци стоје под управом једног живчаног средишта које се налази у продуженој моздини, у близини антагонистичнога, вазо-констрикторнога средишта.

Вазо-моторни центри, вазо-дилататорни и вазо-констрикторни, могу бити на разне начине надражени. Могу бити непосредно надражени крвљу која долази у њихов додир. Недостатак кисеоника у крви и нагомилавање угљендиоксида надражују вазо-моторна средишта. Те промене састава крви у асфиксији производе вазо-моторне појаве: ширење судова коже, стезање унутрашњих судова у почетку асфиксије; обрнуто у другом делу асфиксије. Разни отрови унети у крвоток надражују такође вазо-моторне центре. Ти центри могу бити надражени и надражајима што им долазе од виших живчаних средишта: поменули смо утицај узбуђења на вазо-моторне појаве. Најзад вазо-моторна средишта могу бити надражена и рефлексно. Видели смо (стр. 221) како се надражајем депресориуса производи вазо-дилатација у трбушној дупљи. Познато је свакоме како топлота и хладноћа производе вазо-моторне појаве у оним деловима коже на које делују. Ти су рефлекс билатерни: утицај хладноће на једну руку производи вазо-констрикцију у обема рукама.

Вазо-моторна средишта.

Надражаји могу утицати и непосредно на крвне судове. Тако топлота и хладноћа производе вазо-моторне појаве и рефлексним и непосредним утицајем. Адреналин, тело што га луче надбубрежне жлезде, производи јаке вазо-констрикције. Тај се утицај адреналина врши непосредно на крвне судове: ако се на једну рану метне врло разблажен раствор адреналина, крвни судови нагло стегну. Отуда употреба тога тела против крволиптања.



ЛИМФА

Унутрашњу течну средину организму мимо крви сачињава лимфа. Док се крв налази у затвореноме систему судова, лимфа је у непосредноме додиру ткива која су тако рећи њома натопљена. Размене материје између крви и ткива врше се све посредно преко лимфе. Лимфа је у правој смислу унутрашња средина организма у којој живе његови ћелијски елементи. По својој хемијској саставу, лимфа се битно разликује од крвне пласме; садржи исте састојке као и пласма, само што је много воденија од ње и садржи мање нарочито органских састојака. Садржи само белих зрнаца, леукоците.

Лимфа, непосредна унутрашња средина.

Лимфа постаје филтровањем крвне пласме кроз зидове капилара. Она испуњава међућелијске просторе ткива. Из тих простора она прелази у систем судова чији првобитни огранци почињу управо у тим међућелијским просторима: то је лимфатични систем, у коме протиче лимфа. Лимфатични судови из целог тела сливају се у крупне лимфатичне судове, који воде лимфу да би је помешали са венском крвљу. У вене у доњем делу врата увире највећи лимфатични суд, *ductus thoracicus*, који доноси лимфу из доњег дела тела. У тај се суд стапају и лимфатични судови црева и цревне марамице, хилифери, који су, као што видесмо (стр. 111), главни пут којим апсорбоване масти доспевају у крвоток.

Лимфатични систем.

Као што видимо, лимфа постаје из крви и враћа се крви.

Више чињеница говоре у прилог томе да лимфа не постаје самим филтровањем кроз капиларе, већ да је луче ћелије ендотелиума крвних капилара. Међутим и те се чињенице могу објаснити физичком теоријом филтровања.

Лимфа садржи бела зрнаца, леукоците. Једни воде своје порекло из крви: то су полинуклеарни леукоцити који су се диа-

педезом провукли кроз зидове капилара. Други, лимфоцити, постали су у лимфатичним ганглијама, кроз које пролазе лимфатични судови.

Количина лимфе коју организам садржи није тачно одређена. Али она мора бити врло знатна, судећи по количини те течности која се излива у крв. У пса од 10 кгр. тежине крвоток прима дневно око 650 цм³ лимфе; у краве од 500 кгр., око 100 литара. У односу према телесној тежини, у човека та количина лимфе која дневно увире у крвоток била би од 6—7 литара.

*Дисонанс између епителне и крвних ткива
 између епителне и крвних ткива
 и крвних ткива*

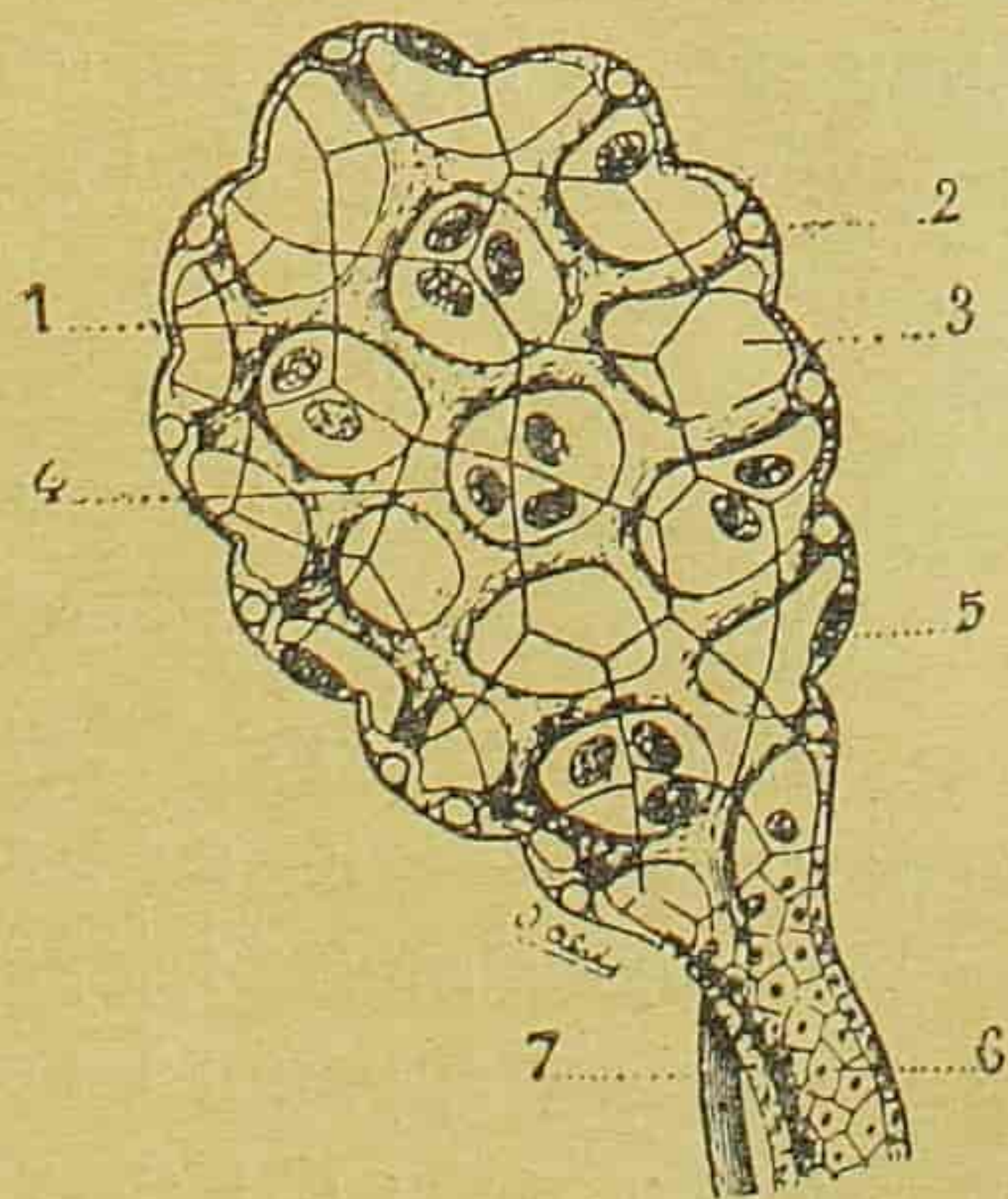
ГЛАВА ДРУГА

Проветравање плућа

Видели смо раније (стр. 94—97) да се у дубини плућа, у плућним алвеолама, обављају гасовите размене између крви и гасовитог садржаја плућног. Те се размене врше кроз врло танки плућни епителиум којим су плућни мехурићи изнутра обложени; на спољашњој страни својој, тај је епителиум покривен густом мрежом врло танких крвних капиlara у којима протиче крв, која прима кисеоник што јој долази из плућног мехурића, кроз његов епителиум, а у супротном правцу, истим путем, угљендиоксид доспева из крви у плућни мехурић. Мехурићи су груписани у виду алвеола или плућних кесица, које су у вези са крајњим огранцима бронхија (сл. 47).

Целокупна површина епителиума плућних мехурића врло је велика: у човека износи око 200 метара квадратних, и према томе већа је више од 50 пута од површине тела. Око три четвртине површине тога епителиума покривено је капиларима крвним у које може стати око 1500 cm^3 крви. Пошто су алвеоларни капилари врло уски, тако да пропуштају само по једно црвено крвно зрнце, то у алвеолама крв гради један слој врло велике површине (150 метара квад.) а врло мале дебљине (око 10 μ).

Разуме се да је такав распоред крви, на великој површини а у танкоме слоју, врло повољан гасовитим разменама између



Плућни епителиум и капилари.

Слика 47.

Једна плућна кесица. 1, 2, капиларна мрежа; 3, епителиум са ћелијским једрима; 4, 5; 6, крајња бронхија; 7, крвни суд.

те течности и алвеоларнога ваздуха. Додајмо да велике количине крви протичу кроз плућа: око 20.000 литара на 24 часа.

I. Удисање и издисање.

Алвеоларни ваздух уступа крви свој кисеоник а прима од ње угљендиоксид. Према томе јасно је да се алвеоларни ваздух мора обнављати. Плућни мехурићи пак у вези су са спољашњом гасовитом средином, атмосфером, једним доста дугачким и релативно уским системом цеви и цевчица — бронхије, душник, — тако да се у дубини плућа ваздух не може довољном брзином обнављати самом дифузијом свога садржаја. Да би се обнављање плућнога ваздуха вршило, плућа истискују један део свога гасовитог садржаја, па га замењују ваздухом спољашње средине. У томе се састоји плућно проветравање, које се још назива и дисањем; али, као што већ приметисмо (стр. 95), боље је овај последњи назив применити искључиво на сагоревање које се збива у ткивима.

Проветра-
вање плу-
ћа.

Механизам плућнога проветравања оснива се на еластичности плућа. Плућа се могу ширити и тиме повећавају запремину својих шупљина, што изазива у њих улаз извесне количине ваздуха. Чим је укинута узрок томе ширењу, плућа се, опет на основу своје еластичности, скупе, т. ј. смање своју запремину и тиме истисну из себе извесну количину ваздуха. У првome случају имамо удисање а другome издисање.

Механизам удисања и издисања састоји се у овоме:

Издисање
ребара.

Плућа су смештена у грудномe кошу, обавијена плућном марамицом, — плеура, — која је, као свака сероза састављена из два листа: један је у непосредномe додиру плућа, други је у додиру груднога коша. Према томе, између плућа и зидова груднога коша не постоји никаква празнина. Грудни кош може мењати своју запремину, и то дејством ребара и пречаге. Контракцијом мишића који су причвршћени једним својим крајем за кичму а другим за ребра, грудни кош повећава своју ширину и дубину (која дели грудну кост — *sternum* — од кичме). То бива на тај начин што ребра, полазећи од кичме, за коју су зглавковима причвршћена, не иду хоризонтално, већ се спуштају ка грудној кости, за коју су другим својим крајем везана. На тај начин она права која везује крајеве једнога ребра гради један оштар угао са делом кичме који се налази ниже тога ребра. Ребра су нагнута на доле и у другome смислу: она су за извесан угао нагнута на доле око осовине представљене оном линијом која везује два

краја једнога ребра. Контракцијом речених мишића ребра су подигнута у оба горња смисла тако да се приближују хоризонталноме положају. То подизање ребара производи потискивање грудне кости унапред и тиме повећање одстојања те кости од кичме, па, према томе, и повећање запремине груднога коша. У исто време ребра се издижу окрећући се око горе поменуте осовине, што производи повећање ширине груднога коша.

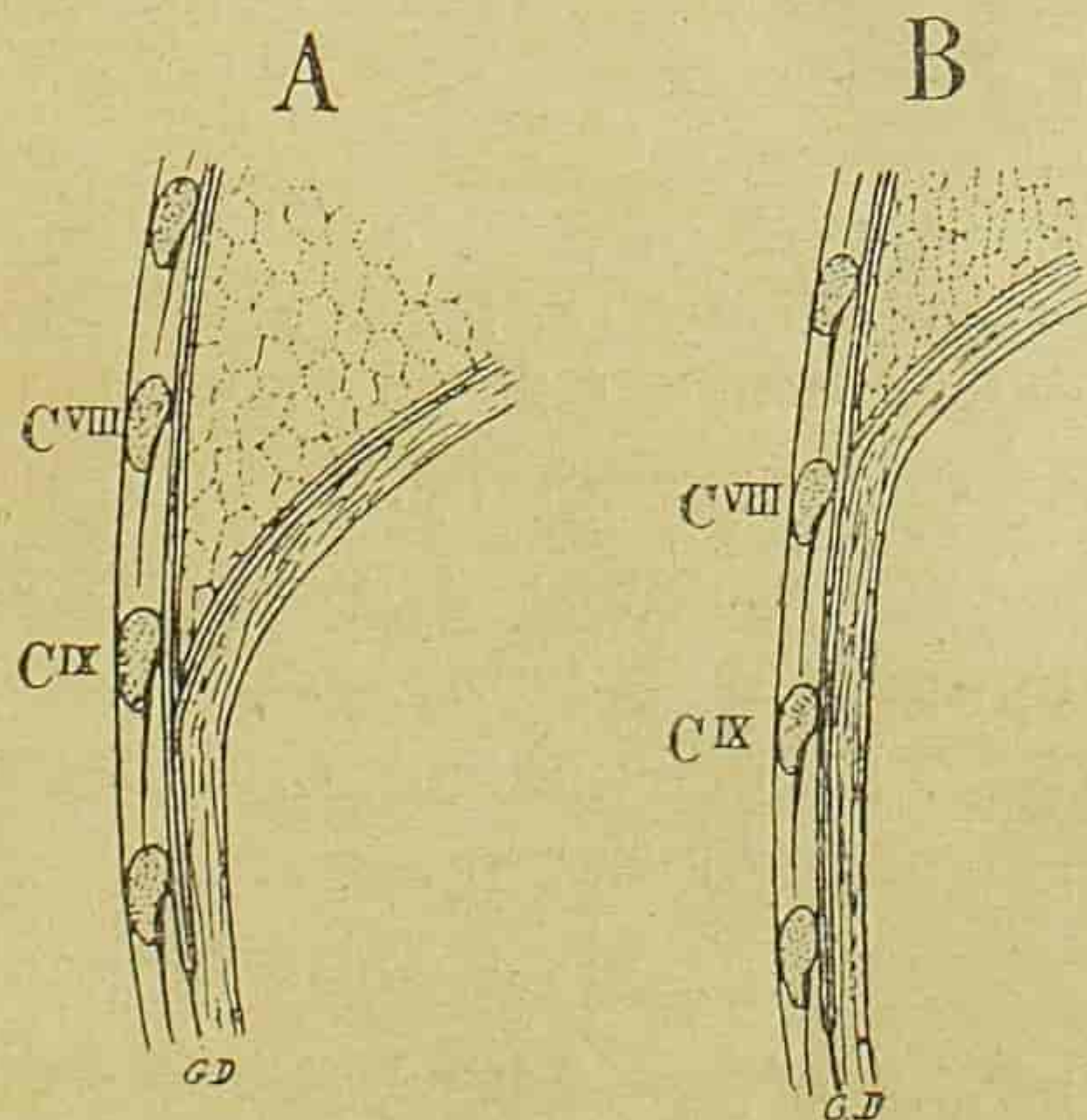
У нормалном удисању, у ширењу груднога коша помоћу ребара узимају удела ови мишићи: *scalenus anterior*, *scalenus posterior*, *serratus post. sup.*, *intercostales ext.* и *levatores costarum*. У дубокоме удисању њима се придружују други мишићи, који такође производе повећавање запремине груднога коша издизањем ребара (то су: *sternocleidomastoideus*, *pectoralis minor*, *trapezius*, *rhomboideus*...)

Главни чинилац који производи промене запремине груднога коша јесте пречага или диафрагма. Тај је мишић у виду свода испупчен ка грудноме кошу, који дели од трбушне дупље. Причвршћен је свуда унаоколо на основици груднога коша.

Кад пречага није контракована, њен је обод до извесне висине приљубљен уз грудни кош (слика 48 В). Кад се контракује, т. ј. при удисању, тај се њен део удаљује од зидова груднога коша и тиме се производи један простор, који повећава запремину груднога коша, а који испуњују плућа ширећи се. Што се тиче врха диафрагмова свода, он се мало спушта контраковањем тога мишића (око 1 цм. у нормалноме дисању).

Издизањем ребара, а нарочито грчењем пречаге повећава се запремина груднога коша. То повећање има за последицу ширење плућа, т. ј. удисање. Спуштање ребара и опружање пречаге производи из супротног узрока издисање.

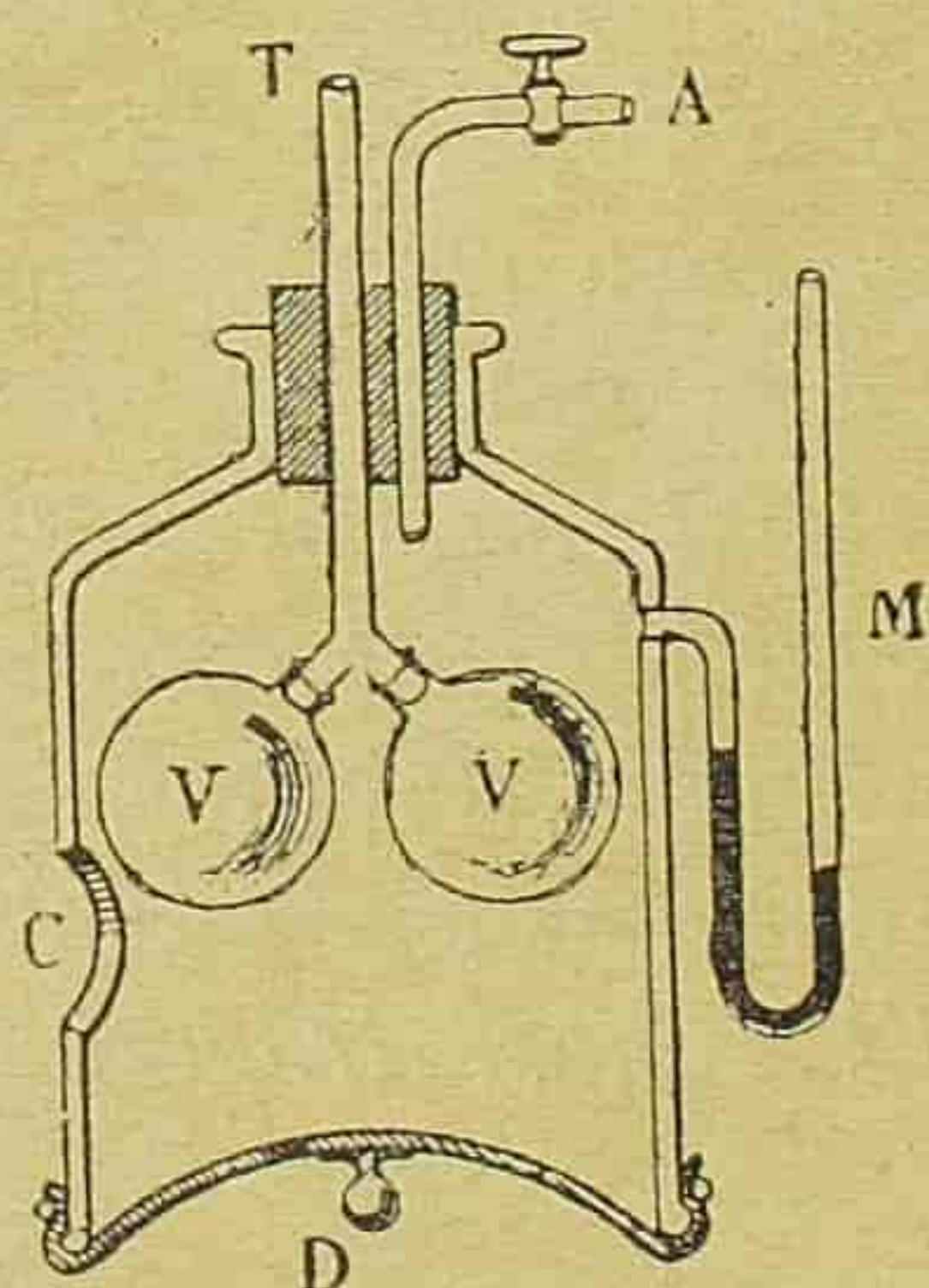
Једним простим апаратом (сл. 49) може се подражавати тај механизам плућнога проветравања. Апарат се састоји из једног стакленог звона које представља грудни кош. Звоно је затворено мембраном од каучука (D), испупченом у звону, која представља пречагу. Кроз један чеп пролази цев Т која се у звону рачва:



Слика 48.

А. положај обода диафрагме у удисању: врх плућа досеже до IX ребра. В. положај у издисању: врх плућа досеже до VIII ребра.

то су душник и бронхије. На сваком краку те рачве причвршћен је један еластичан мехур од каучука (V): то су плућна крила. Манометар М мери притисак који влада у звону и који се може по вољи мењати помоћу славине А. На звону се налази



Слика 49.

А. славина; Т. цев која представља душник и бронхије, које носе еластичне мехуре V као плућна крила; С. мембрана којом је затворена једна рупа на стакленом звону; D. мембрана од каучука, представља диафрагму; М. манометар.

бочни отвор С, затворен еластичном мембраном.

Ако повучемо на доле мембрану D, пошто смо претходно затворили славину, видимо да се мехури шире. То ширење скопчано је, разуме се, уласком извесне количине спољашњег ваздуха у мехуре. Ако почнемо враћати мембрану у њен пређашњи положај, мехури се смањују и истискују из себе извесну количину ваздуха. То ширење и скупљање еластичних мехура, произведено на горњи начин, одговара удисању и издисању. Оно је последица промена притиска у звону, изазваних спуштањем и дизањем мембране D. Кад се та мембрана спушта, запремина звона постаје већа, па према томе и притисак у њему мањи, што казује манометар М. У мехурима пак влада атмосферски притисак, који је сада већи од притиска у звону и који шири еластичне мехуре докле год не буде био у равнотежи са њиховом еластичношћу. Супротно се дешава кад се мембрана D враћа у свој првобитни положај. У томе се састоји начело механизма проветравања плућа.

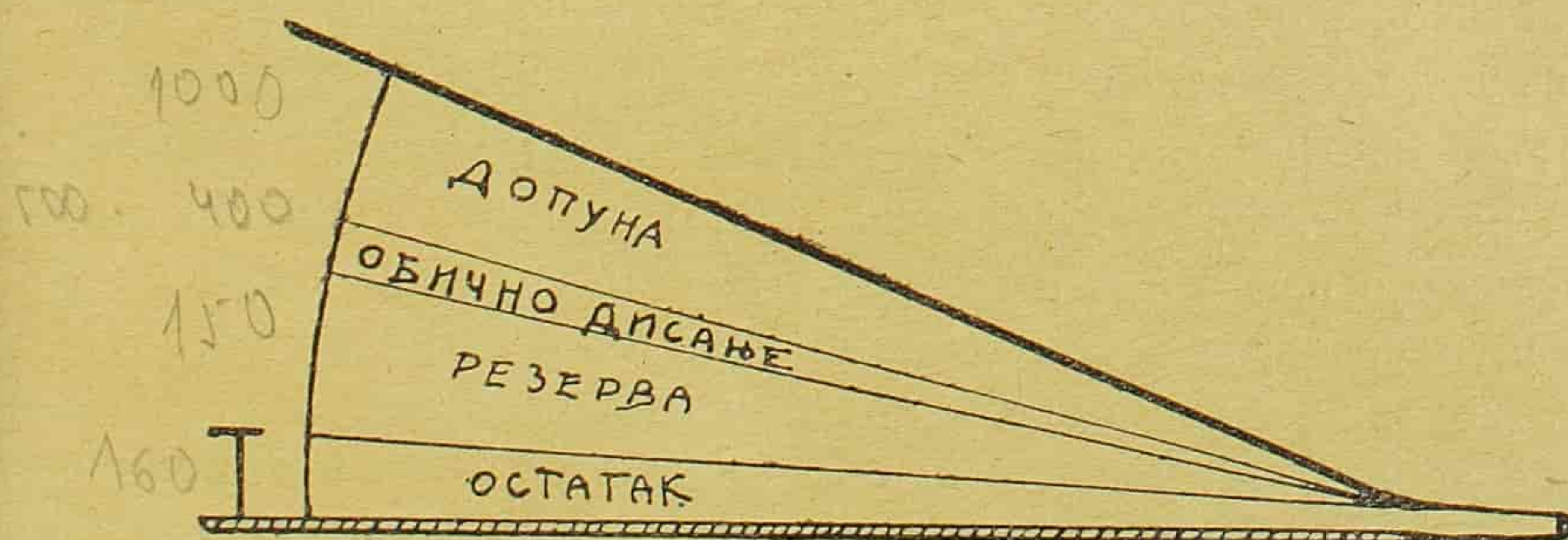
Ево неколико бројних података који се односе на проветравање плућа у човека:

При најдубљему удисају што смо кадри учинити, наша плућа садрже у себи око 4400—5300 cm^3 ваздуха; то представља највећу запремину ваздуха што плућа могу примити. Тај ваздух пак нисмо кадри потпуно избацити ни при најпотпунијему издисају, већ само 3200—3700 cm^3 : то је животна запремина. Према томе, после најдубљег издисаја остаје извесна количина ваздуха у нашим плућима, 1200—1600 cm^3 , која се назива резидуални ваздух или остатак. При нормалном дисању, или боље, при нормалној плућној вентилацији, обнављање плућног ваздуха не креће се до тих крајњих граница: не удишемо нити издишемо тако дубоко. Док до тих крајњих граница можемо да обновимо 3200—3700 cm^3 ваздуха, у нормалној вентилацији обнављамо при

свакоме удисању свега 400—500 cm^3 ; тако да до крајњих граница остаје могућност да се удише око 1000 cm^3 више него при умереном дисању, а да се издише 1200—1600 cm^3 више него обично. Према физиолошким потребама, плућна се вентилација шири на рачун те обостране резерве.

Дубина
удисања
и издиса-
ња.

У нормалним приликама, на крају једног издисаја остаје у плућима 2400—3200 cm^3 ваздуха, којима ће се надодати на крају нормалнога удисаја 400—500 cm^3 . Из тога је јасно да се плућни ваздух само делимично обнавља, и да, према томе, ваздух у дубини плућа није никада чист атмосферски ваздух, већ мешавина овога са оним који се налазио у плућима на крају издисаја. Та количина од 400—500 cm^3 , коју плућна вентилација промеће при својој ритмичној раду, назива се ваздухом обичнога дисања. Горња подела плућнога ваздуха изражена је шематички сликом 50. Плућа су представљена једним мехом у потпуно раширеном стању, које одговара стању плућа у најдубљем удисају. Мех се не може потпуно скупити и ваздух који тада остаје у њему одговара резидуалном ваздуху. Мењање запремине плућа при нормалном дисању представљено је у овој шеми кретањем горњег крила меха у границама обичнога дисања.



Слика 50.

Шематички приказ различитих ступњева плућног проветравања.

У механизму гасовитих размена кроз плућну мембрану, непосредну улогу игра састав ваздуха који се налази у додиру те мембране, дакле ваздух плућних алвеола. Међутим тај ваздух нема састав издисаног ваздуха, а то с овога разлога: од удисаног ваздуха један део не доспева до у алвеоле већ остаје на путу који води к њима, у разним просторима у којима ваздух не подлеже променама (носни простор, гркљан, душник), тако да је издисани ваздух мешавина тога ваздуха, који није био у апарату за дисање у правоме смислу, и алвеоларнога ваздуха,

Састав из-
дисаног
ваздуха.

који је у додиру плућних капилара изгубио кисеоника а примио угљендиоксида. При умереноме дисању, од 400 цм.³ издисаног ваздуха 140 цм.³ припадају првоме а 260 цм.³ другоме. Из састава те мешавине лако је израчунати састав алвеоларног ваздуха. Ево најпре неколико података који се тичу састава издисаног ваздуха.

У нормалним приликама издисани ваздух садржи око 16% кисеоника и 3,5—4% угљендиоксида. Пошто удисани ваздух садржи 21% првог а 0,04% другог гаса, излази да издисани ваздух садржи око 5% кисеоника мање, а око 100 пута више угљендиоксида од атмосферског ваздуха. Затим, издисани ваздух је засићен воденом паром. Према томе види се, да смо далеко од тога да издишемо угљендиоксид као што се обично вели, јер у ствари издишемо ваздух засићен воденом паром који садржи само мање кисеоника (16% уместо 21%) а много више угљендиоксида (4 уместо 0,04) од атмосферског ваздуха. Иако издисани ваздух садржи 100 пута више угљендиоксида од удисаног, ипак се и у њему СО₂ налази у разблажену стању од 4%.

Састав алвеоларног ваздуха.

Из већ наведених узрока, алвеоларни се ваздух мора већма разликовати од атмосферског ваздуха него ли издисани ваздух. Израчунало се, да у тренутку када напушта алвеоле, т.ј. при издисању, алвеоларни ваздух садржи око 14,5% кисеоника и 5,5% угљендиоксида, док при удисању садржи 16,2% првог и 4,6% другог гаса.

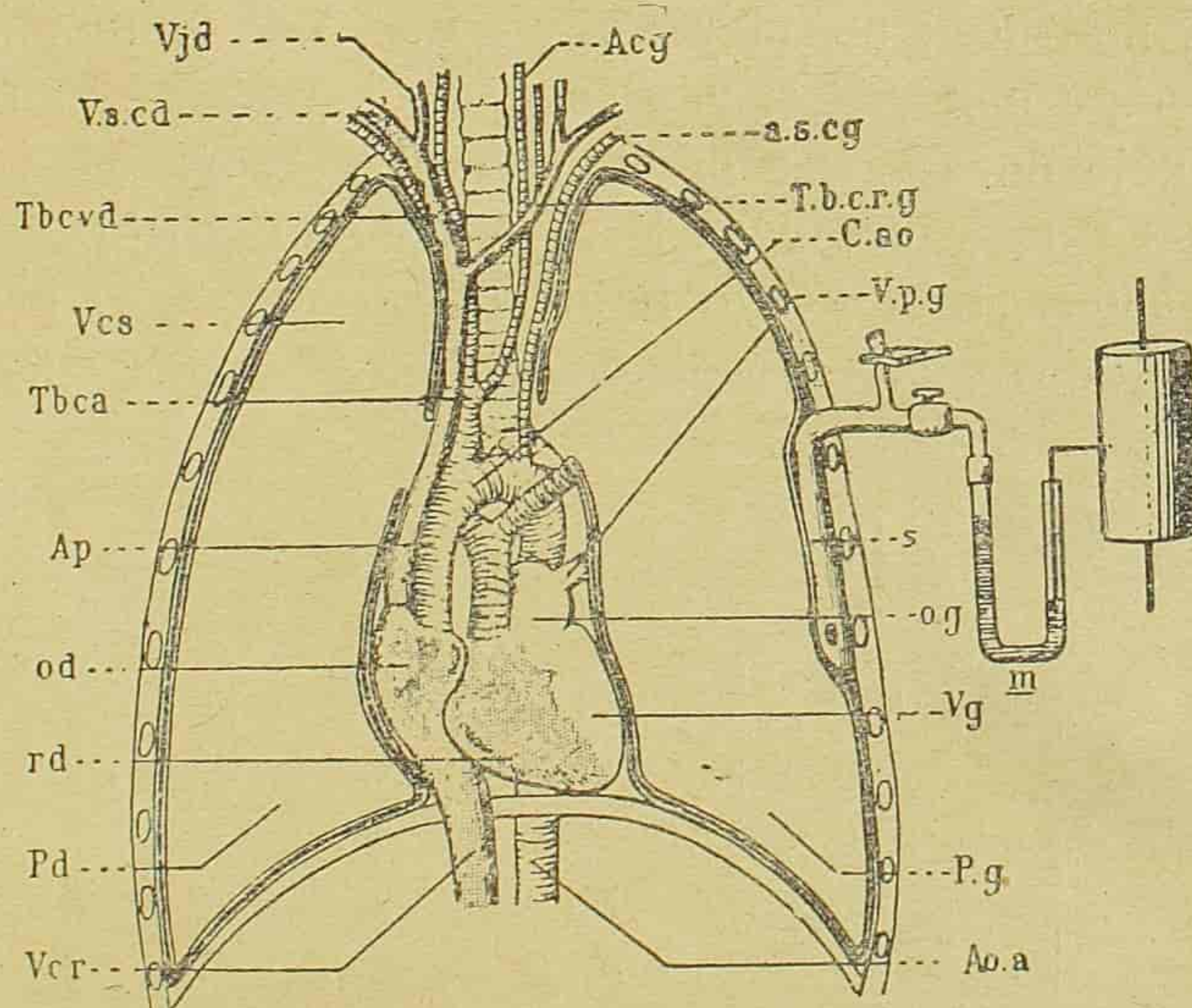
Активно издисање.

Удисање је један активан чин, тј. произведено је контракцијом разних мишића (пречага, мишићи који подижу ребра). Издисање је пак пасиван чин, тј. оно се производи самим тиме што се опруже они мишићи који су се згрчили при удисању. То важи за нормално, доста плитко издисање. Кад је издисање дубље, као у диспнеи, оно постаје активно. У томе присиљеноме издисању узимају удела извесни мишићи који грчећи се смањују запремину грудног коша. Мишићи трбушног зида грчећи се притискују органе у трбушној дупљи а ови потискују пречагу на више, што производи смањивање запремине грудног коша. Међуребарни мишићи, *intercostales externi*, грчећи се спуштају ребра те такође производе смањивање запремине грудног коша па према томе доприносе активноме издисању.

Плућна еластичност.

Плућа су еластична. На основу те своје особине она се шире при удисању а скупљају при издисању. Али и при најдубљему издисању плућа не задовољавају потпуно своју еластичност, т.ј. она се не скупе у оној мери у којој се то дешава кад се изваде из грудног коша. На лешу плућа задовоље еластичност своју тек кад се грудни кош отвори.

Док је грудни кош затворен, плућа га облажу изнутра, тако да између њих и зидова груднога коша не постоји никаква празнина, већ само њихова марамица, плеура. Да би горњи апарат (сл. 49) у томе погледу подражавао плућа, мехури од каучука морали би испуњавати звоно, тако да га свуда изнутра облажу, што би се постигло, претпостављајући да су у довољној мери еластични, исцрпавши ваздух из звона на славину А. Слика 51 приказује шематски тај однос плућа према грудноме кошу.



Слика 51.

Мерење притиска који влада у грудноме кошу. Манометарски крак увучен је у плеуру. Промене притиска преносе се на живин манометар *m* који их записује на кимографу.

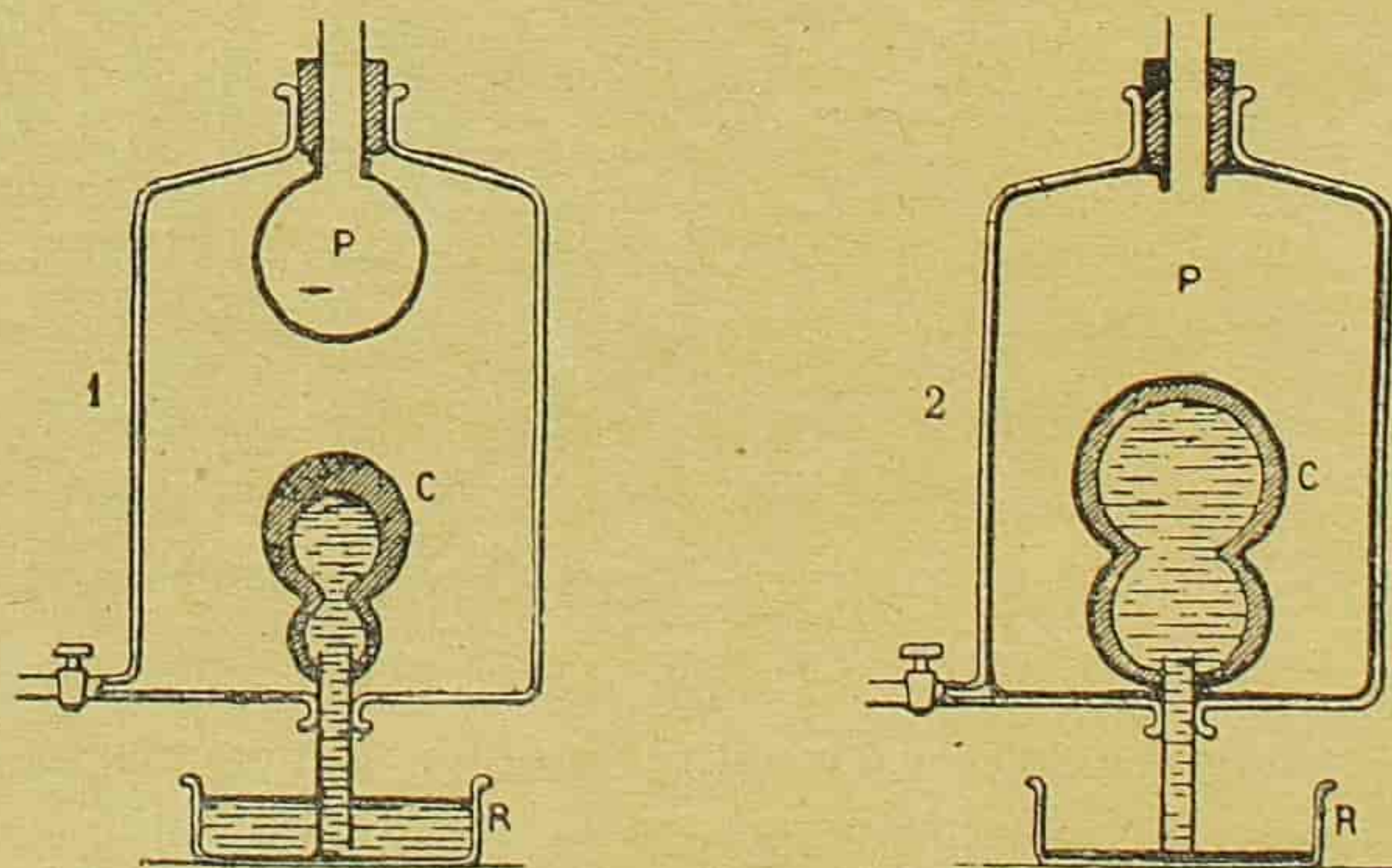
Плућа, рекосмо, не могу у грудноме кошу да се скупе у оној мери у којој то захтева њихова еластичност. Према томе плућа имају тенденцију да се одвоје од зидова груднога коша, тако да између плућа и груднога коша влада један негативан притисак. О томе се можемо уверити на овај начин: ако у животиње увучемо у плеуру (која је као све серозе, састављена из два листа) крак једнога манометра (сл. 51), овај казује једно опадање притиска према атмосферском притиску. Тај негативни притисак или плеурални *vacuum*, који влада у плеури, повећава се при удисању, смањује се при издисању. При удисању плућа су све више растегнута и њихова тенденција да се одвоје од зидова груднога коша постаје све већа; отуда негативни притисак расте. Супротно се дешава при издисању.

Негативном притиску изложени су сви органи који су мимо плућа смештени у грудноме кошу. Утицај дисања на крвоток,

који смо раније само поменули а који сада можемо и објаснити врши се дејством тога негативнога притиска.

Утицај ди-
сања на
крвоток.

Апарат представљен сликом 52 показује нам како дисање делује на крвоток. Тај се апарат састоји из једног стакленог звона у коме се налазе два еластична мехура, од којих један представља плућа (P) а други срце (C). Први је у вези са спољашњом атмосфером, други је у вези помоћу једне цеви са једним судом; мехур и суд садрже воду. Ако из звона црпемо ваздух, тада, разуме се, притисак опада у њему и мехур P се шири, као што се плућа шире при удисању. Али у исто се време шири и други мехур C, који представља срце, и ширење тога мехура производи пењање воде из суда R у њега. Ако потпуно исцрпемо ваздух из звона, тада мехур P облаже цело звоно и раширени мехур C, као што плућа својом марамицом облажу грудни кош и органе у њему.



Слика 52.

Апарат којим се показује како дисање утиче на крвоток.

P. еластични мехур који представља плућа. C. еластични мехур који представља срце. R. суд са водом, представља крв која се налази у венама ниже пречаге. 1. У звону има ваздуха. 2. Ваздух је исцрпљен те је звоно обложено мехуром P.

Негативни притисак који влада у грудноме кошу делује на срце и крвне судове, као што смањени притисак у звону горњег апарата делује на мехур C. Негативни притисак тежи да рашири срце и крвне судове који се налазе у грудноме кошу. Његово се дејство врши нарочито на велике вене, чији су зидови меки и танки. Разуме се да је то дејство у толико јаче у колико је знатнији негативни притисак у грудноме кошу. Међутим, као што знамо, негативни притисак расте при удисању а опада при издисању: значи да ће нарочито удисање повољно утицати на протицање крви у венама, тежећи да рашири велике

вене груднога коша и усисавајући на тај начин крв у њих из других делова венскога система. То дејство негативнога притиска груднога коша узрок је те лаке повреде вратних вена могу бити смртоносне, јер у њих тада може ваздух продрети, усисан великим венама груднога коша које подлежу негативном притиску; ваздушни мехурићи пак, доспевши у капиларе, нарочито у плућне, запуше их.

Пошто је притисак у грудноме кошу увек негативан, то он непрекирно делује на органе груднога коша, али јаче при удисању, слабије при издисању. Повећаноме негативном притиску у грудноме кошу при удисању, надодаје се позитивни притисак што га спуштена пречага врши на органе трбушне дупље; та два чиниоца олакшавају протицање крви у венама: негативни притисак груднога коша усисава крв у срце, док позитивни притисак у трбушној дупљи, делујући на вене што се у њој налазе, потискује крв ка срцу.

Плеурални негативни притисак износи у пса 7,5 мм. живе при удисању а 4 мм. при издисању.

Промена
плеурал-
нога при-
тиска.

Притисак у грудноме кошу може се претворити у позитиван овим огледом: извршимо дубоко удисање и затворимо гласницу (*glottis*); тада контракујемо све мишиће којима производимо активно издисање, али оставивши затворену гласницу; притисак у грудноме кошу постаје на тај начин позитиван и достиже високу вредност. Исто се збива и при напору, напрезању, у мишићном раду. Поставши позитиван, плеурални притисак притиште сада вене груднога коша, тако да је протицање крви у њима отежано; отуда при напрезању набрекну вене на врату крвљу која сада тешко продире ка срцу.

Обрнутим огледом може се повећати до крајњих граница негативни плеурални притисак: изврши се најпре најдубље издисање, пак се тада затвори гласница; са тако затвореном гласницом покушајмо да извршимо снажно удисање: грудни кош повећава своју запремину, али пошто ваздух не продире у плућа, то постоји још већа тенденција него ли при нормалном удисању, да се зидови груднога коша одвоје од плућа, што повећава негативни притисак.

Поменимо још да у новорођенога детета не постоји негативан притисак у грудноме кошу: то значи да се у њега плућа не скупе кад се грудни кош отвори.

Видели смо да грудни кош мења своју запремину дејством пречаге и ребара. У човека и жене та два чиниоца немају исти удео: у човека и детета преовлађује дисање пречагом, док

Типови
дисања.

у жене преовлађује дисање ребрима. У првome случају имамо тип трбушнога дисања, јер дубока кретања пречаге изазивају видљиве промене на трбуху: он се надима при удисању а спљоштава при издисању. У другоме случају имамо грудно дисање, јер се тај начин дисања одликује надимањем груди. У неких животиња (зец, коњ, мачка) имамо чисто трбушно дисање.

Учестаност дисања.

Брзина дисања као и брзина срчаногa куцања зависи од разних чинилаца. Дисање је брже у детета него у одрасла, брже кад је човек будан него кад спава. На 4—5 срчаних куцања долази једно удисање. Мишићни рад убрзава дисање као и срце. Најзад, узбуђења утичу на дисање као и на срчано куцање.

Пнеумограф.

Промене пречника груди и трбуха при удисању и издисању могу се записивати графичном методом. У ту сврху служи апарат пнеумограф. Постоје разни модели тога апарата, који се може импровизовати на овај начин. Појасом се притегне на груди или трбух једна херметична кеса од каучука која садржи у себи ваздуха. Ако се та кеса споји са Marey-овим добошем, тада се свака промена притиска у тој кеси, као последица ширења или скупљања груди и трбуха, преноси на речени добош који је записује.

Вештачко дисање.

Кад је грудни кош отворен, проветравање плућа се не може обављати, јер спуштање пречаге не мења притисак који влада у грудномe кошу, пошто је овај сада у вези са спољашњом атмосфером. Према томе, ако хоћемо да отворимо грудни кош у живе животиње, у циљу физиолошкога експериментисања, морамо претходно зајамчити проветравање плућа тако званим вештачким дисањем. У засечени душник утврди се једна цев, канула, па се на њу једним мехом ритмично шаље ваздух у плућа, која се шире под тим притиском. Свакога пута кад мех престане дувати, плућа се на основу своје еластичности скупе и истисну један део свога садржаја на један мали отвор који се налази на поменутој канули. На тај начин се вештачки одржава проветравање плућа, која се, као што видимо, понашају сасвим пасивно, као што би чинила ма која еластична кеса. И у нормалномe проветравању, плућа се пасивно понашају, само што у томе случају не делује на њих промена притиска у њиховој унутрашњости, већ промена негативнога притиска који влада на њиховој површини.

Први покрети апарата за дисање.

Проветравање плућа почиње тек по рођењу. Док је зачетак у материнскомe организму, он се снабдева кисеоником који му доноси мајчина крв. Мајка дише за себе и за зачетак као

што храни себе и зачетак, као што њени бубрези луче производе који су постали у њену организму и у организму фетуса. Први покрети апарата за дисање појављују се тек у првим тренуцима по порођају, кад се организам, у новим погодбама, мора сам снабдевати кисеоником. Утицај промене температуре на површину тела и почетак нагомилавања угљендиоксида у крви зачетка узроци су првome покрету апарата за дисање, који се појављује по порођају.

Ако спречимо проветравање плућа, на пример затварањем душника, наступа гушење, асфиксија, услед нестајања кисеоника у крви, пак следује смрт. Крв у животиње која је умрла гушењем садржи само трагове кисеоника. Асфиксија наступа и онда кад се организам налази у атмосфери која не садржи кисеоника (азот, водоник...) или га садржи у недовољној количини. Почетак нестајања кисеоника и нагомилавање угљендиоксида у крви производи дубоко проветравање плућа, у коме узимају удела и мишићи који нису активни у обичном дисању. Та дубока уди- сања и издисања сачињавају појаву звану диспнеа. Ако диспнеа није кадра да одржи потребне размене гасова између плућа и крви, њој следује асфиксија. Кратку диспнеу можемо произвести на себи ако престанемо неколико тренутака дисати те на тај начин кисеоник почне понестајати из крви док се у њој нагомилава угљендиоксид; после краткога времена неодољиво морамо наставити дисање, које у почетку има одлике које припадају диспнеи.

Диспнеи је супротна апнеа. Апнеа је укидање или смањивање потребе плућнога проветравања. Она се збива на пример кад се у животиње плућа енергично проветравају неко време вештачким дисањем; прекине ли се то вештачко проветравање, животиња не почиње одмах дисати већ после дужег или краћег размака времена. На себи можемо произвести апнеу до извеснога степена ако извршимо неколико узастопних дубоких удисаја и издисаја; после тога не осећамо потребу дисања неколико тренутака. Апнеу производи утицај крви, која је засићена кисеоником а која садржи мање угљендиоксида него обично, на живчано средиште дисања, о коме ће мало даље бити говора. Али то није једини чинилац који производи апнеу: кад су плућа раширена, то њихово стање делује као надражај на огранке вагусове што у себи садрже, а овај их преноси поменутоме средишту дисања. На тај последњи начин би вештачко дисање, којим су плућа изложена јакоме ширењу, производило апнеу.

Асфиксија.

Диспнеа.

Апнеа.

50

76
+
негу

II Дисање и атмосферски притисак.

Атмосфера у којој живимо има сталан састав (стр. 19) и њен се притисак релативно мало мења на једној датој висини. Кисеоник се налази у атмосферском ваздуху под напоном од $\frac{1}{5}$ атмосфере. Тај делимични притисак кисеоников, а не притисак мешавине у којој се налази, јесте чинилац физиолошки најважнији, као што ћемо ниже видети.

Смањени
атмосфер-
ски прити-
сак.

Да видимо шта се дешава кад се притисак атмосфере (барометарски притисак) постепено мења, па с њим и делимични притисак кисеоников. Ставимо под стаклено звоно пнеуматичне пумпе једног врапца, па црпимо ваздух из тога звона. Први поремећаји се посматрају на птици кад је притисак под звоном, који је у почетку био од 760 мм. живе, спао на 400 мм. (80 мм. делимичног напона кисеоника). Животиња умире кад је тај притисак спао на 180 мм. У тој атмосфери кисеонику припада делимичан притисак од $\frac{180}{5} = 36$ мм. живе. Поремећаји и смрт у поменутоме огледу наступају само због смањенога делимичног притиска кисеониковог а не због смањеног притиска атмосферског, јер у чистој кисеонику под притиском од 180 мм. животиња не умире; у таквој атмосфери смрт наступа тек кад њен притисак спадне много ниже.

Као што видимо, делимичноме притиску кисеоника треба приписати појаве које се дешавају кад се смањује атмосферски притисак. Поремећаји и смрт наступају због тога што хемоглобин не везује довољно кисеоника кад је напон овога гаса пао испод извесне вредности. Видели смо раније (стр. 197, сл. 18) како хемоглобин везује кисеоник у функцији притиска тога гаса. Испод 80 мм. притиска, количина апсорбованог кисеоника већ је довољно смањена да би произвела поремећаје у организму. На 40 мм. количина везаног кисеоника у тој је мери смањена, да испод тога притиска хемоглобин не везује више довољно кисеоника да би потребе организмове могле бити задовољене, и смрт наступа.

Поремећаји који сачињавају брдску болест, а који се посматрају при пењању на брда, на висини од око 4000 метара, последица су смањенога атмосферскога притиска. На врху Мон-Блана (4800 метара) атмосферски притисак износи око 418 мм. а напон кисеоников око 83 мм. Према ономе што смо мало час рекли, тек би на тој висини требало да се појављују поремећаји организма. Али брдска болест се појављује већ на мањој висини. Томе је узрок мишићни рад који се производи при пењању и

који повећава потребу кисеоника у односу према одмору; стога брдска болест ишчезава одмарањем.

При уздизању у балону поремећаји се појављују на знатно већој висини него при пењању на брда, јер у томе случају организам не производи заморнога рада. При једноме уздизању у балону двојица путника издахнуше на висини од 8.500 метара кад је барометар био пао на 202 мм. (напон кисеоника око 52 мм.). Опасност којој се организам излаже на великим висинама може се отклонити дишући чист кисеоник, чији је напон пет пута већи од кисеоникова напона у атмосфери. Paul Bert је изложио себе у једноме апарату смањивању атмосферскога притиска. Тек кад је притисак спао, на 520 мм. што одговара висини од 9.000 метара, осетио је незнатне поремећаје.

Да видимо сада шта се дешава када се атмосферски притисак, коме је организам изложен, повећава. Организам много боље подноси повећавање него смањивање атмосферскога притиска. Док притисак није достигао 15—16 атмосфера, никакве се промене не констатују на животињама изложеним томе огромноме притиску. Тек кад је притисак достигао ту вредност, животиња пада у грчевито стање које подсећа на тровање стрихнином и на тетанос. Томе је узрок не сам притисак већ делимичан напон кисеоников; јер чист кисеоник под притиском од 4 атмосфере производи исто што и ваздух под притиском од 20 атмосфера, док ваздух, ако је претходно ослобођен једнога дела свога кисеоника, не производи више поменуте поремећаје кад је под притиском од 15—20 атмосфера. Кисеоник је дакле под јаким напоном прави отров.

Повећани
атмосфер-
ски при-
тисак.

Човек може без већих незгода боравити у ваздуху под притиском од неколико атмосфера. Та се физиолошка особина искоришћује у техници. У подводним радовима (зидање стубова за мостове, постављање подводних тунела), радници раде у једноме звону (гњурачко звоно) спуштеном на дно реке, из кога је вода потиснута сабијеним ваздухом. Радници улазе и излазе из тога звона на једну цев која полази са његова врха а завршава се изнад водене површине. Прелаз из сабијенога ваздуха на атмосферски притисак може бити смртоносан ако се нагло врши, јер под утицајем нагло смањенога притиска крвни се гасови ослобођавају у виду ситних мехурића (као што се гас развија из содне воде сипаном у чашу), који запуше капиларе. Стога се у горњем делу поменуте цеви налази једно нарочито одељење у које радник ступи кад хоће да изиђе из звона напоље; пошто се прекине веза између звона и тога одељења, постепено се из овога

Гњурачко
звоно.

последњега испушта сабијени ваздух док се његов притисак не изједначи са спољашњим. То смањивање притиска не сме бити веће од $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{15}$ атмосфере на минут. Кад се притисак изједначио са спољашњим, радник излази напоље. Исто се тако поступа, само у обрнутоме смислу, кад се са атмосферскога притиска улази у сабијени ваздух.

Смрт у
ограниче-
ној запре-
мини ваз-
духа.

Кад се човек или животиња налазе у ограниченоме и херметички затвореноме простору, појављују се поремећаји којима следује смрт, кад је кисеоников напон спао на приближно 36 мм. Док кисеоник понестаје, угљендиоксид се нагомилава; али то повећавање количине CO_2 није узрок поремећајима и смрти у ограниченоме простору, јер ови наступају пре него што се тај гас накупио у довољној мери да би могао бити узрок поремећајима и смрти. Ова наступа тек кад је напон угљендиоксида достигао $\frac{1}{4}$ атмосфере.

III. Инервација плућнога проветравања.

Плућно проветравање се врши, као што видесмо, дејством грчења извесних мишића. Ти су мишићи у томе своме делању под управом живчаног система, који има не само да им шаље надражаје, већ и да саглашује, координише, њихов рад, у циљу постизања проветравања плућа. Разуме се, да није довољно да се разни мишићи, који узимају удела у механизму проветравања плућа, контрактују или опруже, већ да у њиховоме делању мора постојати сагласност.

Центар
дисања.

У продуженој мождини, у поду четврте коморе, у близини места одакле излазе корени вагусови, налази се једно место чија повреда убодом укида све мишићне покрете који производе плућно проветравање: укидање покрета пречаге, мишића груднога дисања, као и покрета лица, а нарочито покрета ноздрва, који се врше при удисању и издисању у неких животиња (зец, коњ...). Тај центар дисања назвао је Florens животним чвором, јер његова повреда, укинувши функционисање апарата за дисање, изазива асфиксијом тренутно смрт у топлокрвних животиња. Поменимо да се убијање стоке у кланицама ударом маљем по шији оснива на разорењу центра за дисање. Тако исто при вешању смрт често не наступа непосредно асфиксијом, већ прекидом продужене мождине, што укида поменути центар.

Живци
апарата за
дисање.

Центар дисања није анатомска јединка, јер микроскоп не открива у њему ничега што се не налази и у његовој околини. То је један физиолошки појам.

Центар дисања везан је за апарат плућнога проветравања живцима који инервишу мишиће тога апарата. Ти живци излазе на разним висинама из кичмене мождине, преко које су у вези са центром за дисање, и иду у разне мишиће. Френикус (*nervus phrenicus*), који инервише пречагу, постаје коренима од III, IV и V вратног кичменог живца и завршава се у пречаги. Ако попречно пресечемо кичмену мождину испод поменутих кичмених живаца који дају френикус, функционисање пречаге се не укида и смрт не наступа. Ако је пресек извршен изнад френикусова порекла, пречага остаје непомична и смрт наступа после неколико тренутака.

Надражљивост центра за дисање.

Живци који инервишу мишиће груднога дисања излазе из кичмене мождине на разним висинама. Попречни пресек мождине паралише само оне мишиће чији живци излазе из мождине испод пресека.

Као што видимо, функционисање мишићнога апарата којим се плућа проветравају, под управом је центра дисања. Разорили се тај центар, цео апарат престаје функционисати; делимичан прекид живчаног апарата за дисање укида функционисање само оних мишића који су тиме одсечени од центра.

Нема сумње да од центра дисања полазе надражаји који одржавају функционисање плућнога апарата. Какви су то надражаји? Постају ли они у самоме томе центру, који би, према томе, био један аутохтони или самоуправни орган? Или преко тога центра само прелазе, рефлексно, надражаји који су му дошли из некога другог дела организма?

Да бисмо добили одговор на та питања, прекинемо све сензитивне живчане путове који би могли центру за дисање доносити надражаје: пресек кичмене мождине испод френикуса, пресек између продужене мождине и виших делова живчаног система, пресек сензитивних корена вратних кичмених живаца, пресек вагуса и глоссо-фарингеуса (*glosso-pharyngeus*, IX лобањски живац, сензитиван).

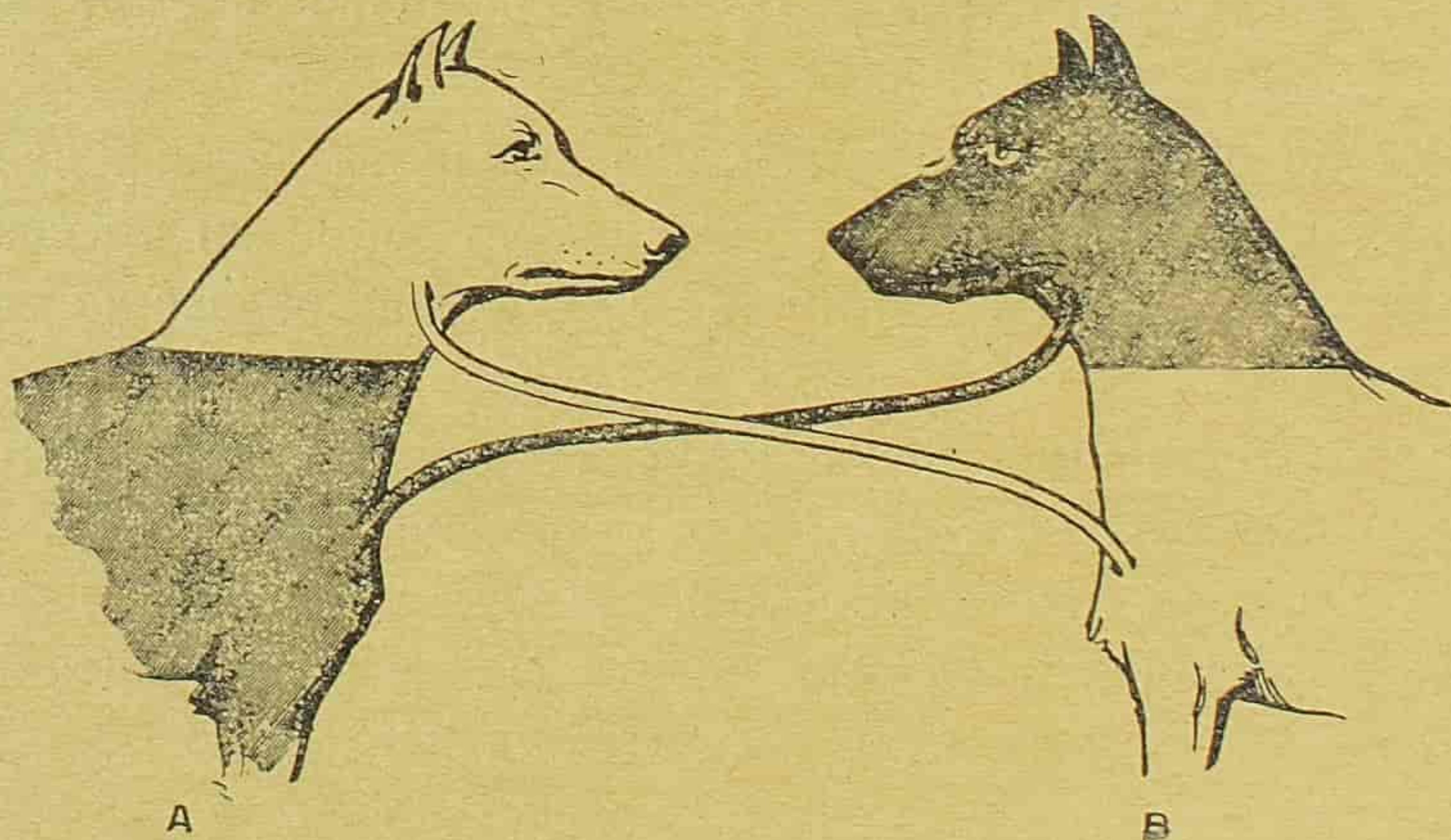
После свих тих пресека дисање се наставља још неко доба. Значи да центар дисања не функционише као обичан рефлексни центар.

Центар дисања надраживан је непосредно крвљу која долази у његов додир. Тај је центар нарочито осетљив према количини угљендиоксида и кисеоника који се налазе у крви. Ако неколико тренутака спречимо проветравање плућа, знамо да томе следује убрзано дубље дисање, диспнеа; узрок је тој диспнеи

јача количина угљендиоксида који се накупио у крви и који сада јаче надражује центар дисања. На против, апнеа се појављује кад крв јаким проветравањем садржи мање угљендиоксида него обично.

Укрштени
крвоток.

Следећи оглед укрштенога крвотока утврђује тај утицај састава крви на центар дисања. У томе огледу крв која долази из срца једнога пса (сл. 53) иде у главу другога пса. То се постиже на тај начин што је централни део пресечене артерије каротиде једнога пса везан цевима за периферијске делове пресечених



Слика 53.

Укрштени крвоток. Крв из тела пса А иде у главу пса В; и обрнуто. Изсенчени делови садрже крв која је постала у јачем степену венска гушењем пса А.

каротида другога пса. Према томе крв која долази из тела пса А испира центар дисања пса В; и обрнуто. Ако, дакле, производимо асфиксију пса А, затворивши му неколико тренутака душник, у његовој крви се накупља угљендиоксид, а понестаје кисеоник: та крв постаје у јачем степену венска. Међутим центар дисања тога пса А испиран је нормалном крвљу пса В; стога пас А не даје својим дисањем никакве знакове гушења иако се он у ствари гуши. Пас В пак, чије тело садржи нормално проветрену крв, дише дубоко и брзо као да се гуши, јер је његов центар дисања надражен крвљу пса А.

Рефлексне
појаве.

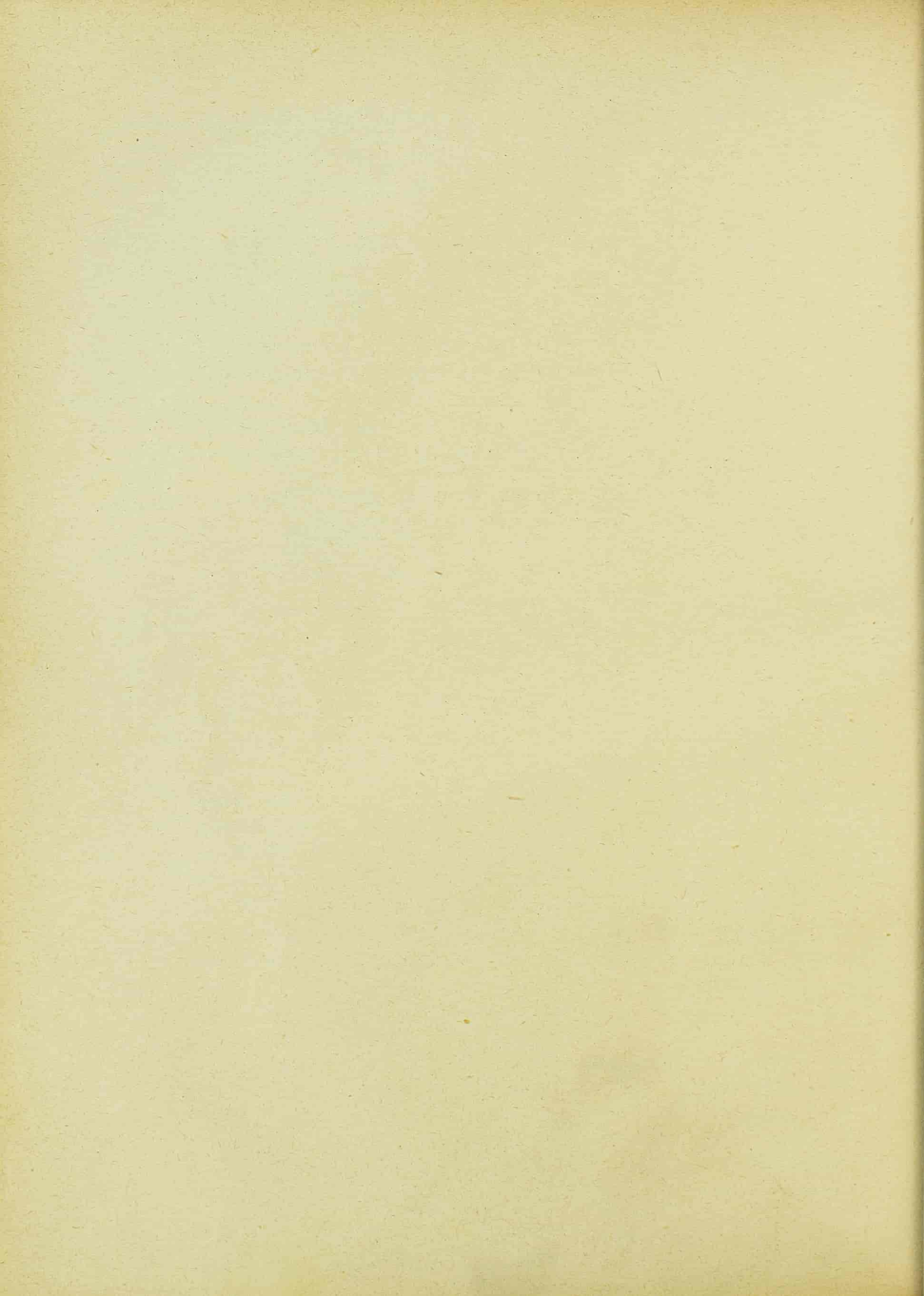
Утврдили смо да састав крви утиче на центар дисања, да повећава или смањује његову активност. Шта је пак узрок ритмичноме функционисању тога центра, које производи ритмичност апарата за проветравање плућа, није нам познато.

Многи центрипетални живци делују на дисање рефлексно преко центра за дисања. Кашљање и кијање примери су, свакоме

познати, рефлекснога утицаја надражаја на апарат за дисање. Надражај периферијских живаца такође даје рефлексе поменутога апарата: на пример, хладан млаз воде по леђима изазива нагло удисање.

Интересантан је рефлекс који се врши преко плућних вагуса. Раширеност плућа при удисању делује као надражај на плућни вагус и тај надражај изазива рефлексним путем издисање. Тим механизмом видимо да удисање изазива издисање. На против, истим рефлексним путем, сакупљено стање плућа изазива удисање. Те се појаве посматрају само ако вагуси нису пресечени.

Кад се вагуси пресеку, дисање се не укида али се ритам његов мења: дисање постаје спорије, дубље, са дугим паузама.



ГЛАВА ТРЕЋА

Бубрежно лучење

I Грађа бубрега

У плућима се врше обостране размене. На њих организам прима кисеоник а избацује угљендиоксид и воду. У бубрезима пак промет се врши само у једноме правцу, од организма ка спољашњој средини.

Бубрег је орган који лучи мокраћу. С обе стране кичме, у трбушној дупљи, изван трбушне марамице, налази се по један бубрег. Пресече ли се бубрег уздужно на две симетричне половине, тада на пресеку разликујемо два слоја: спољашњи слој, који је зрнасте грађе те подсећа на рибљу икру, зове се бубрежна кора; унутрашњи слој, који се зове бубрежна срж, састављен је из великог броја врло танких цевчица у којима се прибира мокраћа што је бубрег лучи. Те цевчице распоређене су у бубрегу у виду неколико (10—15) пирамида. На врху сваке пирамиде те се цевчице отварају у неку врсту кесе, бубрежна чаша, која се продужује у једну цев, уретера, којом мокраћа иде из бубрега у мокраћну бешику. У ову се мокраћа прикупља, која непрекидно истиче из бубрега. Кад се глатки мишићи који се налазе у зидовима бешике контрактују, тада је мокраћа потиснута напоље на цев названу мокраћна цев или уретра (urethra). На почетку уретре налази се један кружни мишић, сфинктер, који затвара тај излаз. Кад се бешика контрактује, сфинктер попусти, док се цеви које доводе мокраћу из бубрега спљоште у своме делу који се налази у додиру бешике, те на тај начин мокраћа покуља напоље. У томе се састоји чин мокрења.

Бубрежна је срж, рекосмо, састављена из мноштва цевчица: мокраћне цевчице. Свака од тих цевчица (сл. 54) почиње се у бубрежној кори једном чауром; то је Bowmann-ова чаура. Ова се наставља вијугавом цеви, Fefferlein-ова цев-

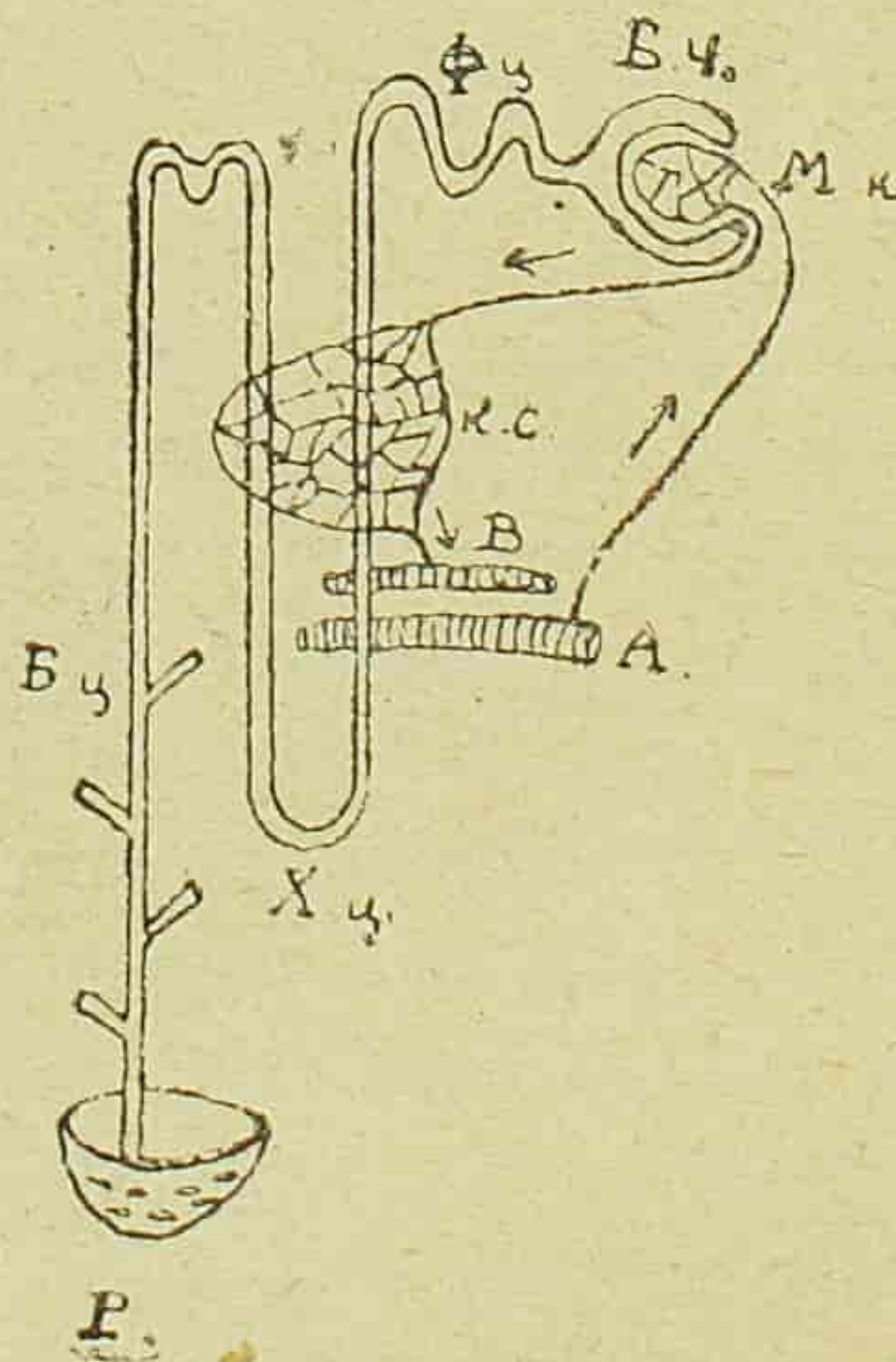
Грађа бубрега.

Мокраћне цевчице.

чица, пак Henle-овом ушком, т.ј. оним делом цеви која продире у бубрежну срж пак се из ње враћа у бубрежну кору. Најзад се мокраћна цевчица још једном савија, продире поново у бубрежну срж и завршава на врху пирамиде: то је Bellini-ева цевчица, која је помоћу огранака у вези са сличним суседним цевчицама. Услед тог заобилазног пута, свака мокраћна цевчица има знатну дужину. Њихов је број пак тако велик, да целокупна њихова дужина износи у једном бубрегу око 20 километара. Према томе, мокраћне цевчице имају врло велику површину додира са крвним судовима из којих црпу мокраћу.

Бубрежни
крвни су-
дови.

Да видимо сада како су крвни судови распоређени у бубрегу. Крв ступа у бубрег на бубрежну артерију, која се одваја од аорте на висини бубрега. Пошто је продрла у бубрег, бубрежна се артерија дели на извесан број грана које граниче



Слика 54.

Бубрежни крвни судови и мокраћне цевчице (шема).

А. артерија.—В. вена.—М. к. Малпигијево клупче.—к. с. капиларни систем.—Б. ч. Бовманова чаура.—Ф. ц. Ферајнова цев.—Х. ц. Хенлеова цев.—Б. ц. Белинијева цев.—Р. врх пирамиде.

Мокраћно
лучење.

бубрежне пирамиде о којима је горе било речи. Дошавши на границу између коре и сржи оне се уливају у једну артерију која иде том границом. Од те граничне артерије полазе у кору многобројне ситније артерије од којих се десно и лево издвајају још ситније артерије које продиру у Бовманове чауре. Свака од тих артерија претвара се у Бовмановој чаури у мрежу капилара која је у гужву савијена. Чаура са својом гужвом крвних судова назива се Malpighi-ево клупче. Та клупчад или гломерули дају бубрежној кори ону зрнасту грађу коју голим оком опажамо.

Из Малпигијева клупчета излази једна мала артерија, у коју се стапају капилари клупчета; та се артерија недалеко претвара у други систем капилара који обухвата у своју мрежу мокраћне цевчице. Ти се капилари затим опет стапају у један крвни суд, т.ј. у једну вену, која се улива у ону вену која се уз артерију налази на граници између коре и сржи бубрежне. Од те граничне вене полазе друге, које се провлаче између пирамида и најзад спајају у бубрежну вену која излази из бубрега и улива се у доњу шупљу вену.

Ова грађа бубрега показује нам како су мокраћне цевчице у присном додиру са крвним судовима, наиме са капиларима.

Кроз те капиларе, састојци мокраће, који се налазе у крви, прелазе у мокраћне цевчице. Као што видесмо, крвни се судови у бубрегу разрешавају у два капиларна система. Такав двоструки капиларни систем назива се портин систем; њега налазимо још и у крвном систему јетрину.

II Функционисање бубрега

Видели смо раније (стр. 74) какав је састав бубрежнога лучења, т.ј. мокраће. Сви главни састојци мокраће (изузев хипурску киселину) налазе се у крви. Бубрег није дакле једна жлезда у правоме смислу, већ орган који има само моћ да извлачи из крви поједине састојке. Бубрег се може сматрати једним филтром који пропушта само неке састојке крвне, који се налазе у мокраћи у јачој концентрацији него у самој крви. Бубрег има дакле особину да пропушта одређене састојке крви и да их тако рећи сабија у гушћем раствору него што се они налазе у крви. На пример, док се уреа налази у крви у концентрацији од $0,35\%$, у мокраћи се то тело може наћи у концентрацији од 25% , т.ј. у готово 80 пута јачој концентрацији. Док у крви има око $5-6\%$ натриумхлорида, дотле те соли има око 11% у мокраћи. Друга пак тела која се налазе редовно у крви, не налазе се у нормалној мокраћи: фибриноген и друге крвне беланчевине и шећер.

Пошто бубрег концентрише разне крвне састојке, значи да се лучење мокраће не може свести на просту дифузију. Мокраћа је молекуларно много више концентрисана од крви: док је њена тачка смрзавања обично око $-1,5$ до -2° , дотле се крвна пласма мрзне на $-0,55^{\circ}$. То молекуларно концентровање у бубрегу представља један рад. У томе циљу бубрег мора трошити енергије као и мишић који ради. Када би се лучење мокраће вршило једино дифузијом, никаква нарочита потрошња енергије не би била у томе циљу потребна, као год што сабијен гас који прелази кроз један отвор у простор у коме је притисак слабији, не троши на то никакву енергију. Али ако хоћемо да постигнемо обрнуто томе, т.ј. да гас постане сабијенији него што је, тада је за то потребна извесна потрошња рада. И заиста, посматра се да бубрег при интензивноме лучењу троши много више кисеоника и производи много више угљендиоксида него при слабоме лучењу мокраће. У вези с тим, бубрег при јакој делатности прима много више крви, његови се крвни судови шире и бубрегова запремина постаје већа. Бубрегова потрошња енергије може у извесним приликама бити врло знатна, судећи по његовој по-

Крв и мокраћа.

трошњи кисеоника, која може достићи десети део целокупне потрошње људског организма; по својој тежини пак, бубрег представља само $\frac{1}{162}$ телесне тежине.

Рекосмо да се прелаз мокраћних састојака из крви у мокраћне цевчице врши кроз капиларе који су у додиру тих цевчица. У Бовмановој чаури изгледа да се врши само излучивање воде. У капиларима који су смештени у тој чаури влада висок крвни притисак, што је свакако повољно за прелаз воде кроз зидове тих капилара. Лучење мокраће зависи од крвног притиска. Кад овај спадне испод извесне вредности, лучење мокраће престаје. Излучивање пак осталих састојака мокраће врши се, изгледа, у вијугавим мокраћним цевчицама. У прилог томе говори чињеница, да се нека обојена тела (индиго-кармин и др.) убризгана у крвоток налазе неколико часова доцније само у ћелијама мокраћних цеви а не у Малпигијеву клупчету. То хватање обојене материје врши се нарочити у ћелијама дебљег крака Хенлеове ушке, који се из бубрежне сржи враћа у кору. Грађа те цевчице пак такође говори у прилог хипотези да се у њој врши излучивање мокраћних састојака: тај крак Хенлеове ушке састављен је из једног слоја високих ћелија чија протопласма садржи врло много ситних зрнаца нанизаних у виду уздужних пруга, што је свакако знак активности тих ћелија, док се у другом краку Хенлеове ушке, који не задржава обојена тела, налазе спљоштене ћелије, које, изгледа, не играју важну улогу у лучењу.

У прилог горњој хипотези говори и ова чињеница: ако се у птица подвезу уретере, тако да мокраћа не може истицати из бубрега, тада се у мокраћним цевчицама могу наћи кристали урата (соли урске киселине) којих никада нема у клупчету. Најзад, у жабе су мокраћне цевчице снабдеване једним судом (бубрежна вена порта) а клупчад другим (бубрежна артерија). Ако се подвезе бубрежна артерија, тада престаје лучење мокраће. Ако се затим убризга раствор мокраћевине у вене, тада лучење почиње и садржи уреу. Овај оглед казује да се лучење мокраћевине врши и кад су клупчад искључена, али не казује да ови не узимају иначе учешћа у томе лучењу.

Променљивост састава мокраће.

Састав мокраће може бити врло променљив. То је управо узрок те крв може да одржи врло сталан свој састав, јер састав крви одређује какав ће бити састав мокраће. Прима ли, на пример, организам много воде, крв неће постати знатно воденија, али ће мокраћа бити воденија. Крв одржава сталан састав и у погледу соли, натриумхлорида на пример, било да храна садржи у изо-

биљу ту со, било да је организам не добива ни мало. То је могућно једино на тај начин што у првome случају бубрег излучује вишак потребне соли, док у другоме случају не лучи готово ни мало тог тела. Бубрег је дакле један важан регулатор унутрашње средине, т.ј. крви. Бубрег подешава своју делатност према саставу крви: почне ли се сакупљати какво тело у крви, бубрег то тело мора убрзаном делатношћу лучити, иначе би се састав крви све више мењао. На против, почне ли нестајати неки састојак, чија је присутност у крви потребна, тада бубрег мора смањити па и укинути излучивање тога тела.

Праг излучивања.

У погледу њихова излучивања бубрегом, разна се тела, која се налазе у крви, понашају на два начина. Једна су тела излучивана докле год их има у крви и ма како слаба била њихова концентрација; у та тела спадају она која организму нису потребна и којих се организам ослобођава што потпуније може. Друга су тела излучивана мокраћом само онда кад се у крви налазе изнад извесне концентрације: то су она тела која су потребна организму и која се обично налазе у крви у сталним количинама. У прву групу тела спадају на пр. мокраћевина и амониак, док у другу спадају гликоза, натриумхлорид и др. За прву групу тела вели се да немају прага лучења, док ова друга тела морају досегнути извесну концентрацију да би прешла преко „прага“ што га за њих бубрег представља.

Закон лучења

Према приликама, бубрег лучи разне мокраћне састојке у разним концентрацијама, које имају за разна тела своју крајњу највишу границу. Бубрег има моћ да концентрише разне мокраћне састојке независно једне од других.

Од концентрације је много важнија количина лучених тела. Јер и у најјачој концентрацији лучење би могло бити недовољно, ако количина мокраће није доста велика. Утврђено је, да количина излучених састојака мокраће, на јединицу времена, зависи од концентрације тих тела у крви. Између те концентрације и излучене количине постоји овај однос, који је нарочито утврђен за мокраћевину: количина лучене мокраћевине сразмерна је квадрату њене концентрације у крви. То значи да концентрацијама мокраћевине у крви које су представљене овим вредностима 1, 2, 3, 4, ... одговарају излучене количине у овим размерама: 1, 4, 9, 16, ... Према томе, док се је количина мокраћевине у крви учетворостручила, њено је лучење постало 16 пута јаче. Разумљива је дакле корист тога механизма за спречавање нагомилавања мокраћевине у крви.

Између концентрације мокраћевине у крви (U_r) и њене излучене количине (D) постоји сталан однос: $\frac{U_r}{\sqrt{D}} = k$.

Тај стални однос вреди само ако је уреа лучена у сталној концентрацији.

И количина лучене мокраће има утицаја на количину излучене мокраћевине: кад је мокраћевина у крви у сталној концентрацији, тада је количина излучене мокраћевине у обрнутој сразмери са квадратним кореном концентрације мокраћевине у мокраћи. На пример, ако се мокраћевина налази у мокраћи у концентрацијама 4, 9, 16, ... тада ће излучене количине стајати у овим односима $\frac{1}{\sqrt{4}}, \frac{1}{\sqrt{9}}, \frac{1}{\sqrt{16}}$ т. ј. $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$.

Према томе излази да је више мокраћевине излучено кад се она налази у мокраћи у слабијој концентрацији. У колико је запремина лучене мокраће већа, у толико се организам ослобођава већих количина мокраћевине, иако у све слабијој концентрацији.

Према ономе што је горе изложено, постоји за уреу сталан однос између њене концентрације у крви и њене количине излучене мокраћом у сталној концентрацији. Ако узмемо конвенционално, да је та последице концентрација од 25 грама на литар, тада је лако према претходном правилу израчунати колико би, количини мокраћевине нађене у мокраћи у ма којој концентрацији, одговарало тога тела, да је оно лучено у конвенционалној концентрацији од 25^{0/00}. Рекосмо, да је количина излучене мокраћевине у обрнутој сразмери са квадратним кореном њене концентрације у мокраћи. Према томе, ако је D_{25} количина мокраћевине лучене у концентрацији c , међу тим вредностима постоји однос $\frac{D_{25}}{D} = \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{25}}$. Ако хоћемо да-

кле да лучену количину D у концентрацији c сведемо на концентрацију 25, тада би количина лучена у тој концентрацији била:

$$D_{25} = \frac{D \sqrt{c}}{5}$$

Ако у ранијој формули $\frac{U_r}{\sqrt{D}} = k$ заменимо D са том вредности, имамо

$$\frac{U_r}{\sqrt{\frac{D \times \sqrt{c}}{5}}} = k$$

То је тако звана *константа лучења урее*, која је нашла важних примена у клиници. Вредност је константе у човека $k = 0,07$.

Исти закони лучења важе и за остале састојке мокраће који немају прага. Па и горња константа има за та разна тела исту вредност, под погодбом да се при рачунању узимају не исте тежине тих тела, већ исте молекуларске концентрације.

Рекосмо да неки састојци крвни прелазе у мокраћу само онда када се у крви налазе изнад извесне концентрације која представља њихов праг лучења. У крви се натриумхлорид налази у сталној концентрацији од 6 гр. на литар, која се готово не мења ни кад организам прими ту со у изобиљу, ни онда када ту со никако не прима, тј. при сономе гладовању. Та се концентрација одржава на тај начин што бубрег лучи само ону количину која се у крви налази изнад прага лучења тога тела. Исто важи и за крвни шећер који је редован састојак крви а који се у нормалној мокраћи не налази. Праг лучења шећера у човека јесте око 3⁰/₁₀₀. Лучење и тих тела која имају праг лучења врши се по истим законима као и тела без прага, под погодбом да се у горњим рачунима узима само вишак концентрације тих тела изнад њихових прагова.

На делатност бубрега утиче поред крвнога притиска и количина крви која протиче тим органом, а та је количина регулисана мењањем ширине бубрежних крвних судова. Тим путем утиче живчани систем на бубрежно лучење. Пресеку ли се бубрегови живци, тада наступа ширење његових крвних судова и повећање лучења мокраће. Надражајем живаца постиже се супротно.

Она тела која знатно повећавају лучење мокраће зову се диуретика. Та тела дејствују у главном на три начина: 1⁰ тиме што својом осмотском моћи извлачи воду из ткива и повећавају крвни притисак. 2⁰ тиме што производе ширење бубрежних крвних судова и 3⁰ тиме што могу утицати непосредно на елементе бубрега који су активни у лучењу мокраће. Нека диуретика (дигитал, сафеин) делују на лучење мокраће и на тај начин што појачавају срчани рад.

ГЛАВА ЧЕТВРТА

Варење и апсорбовање хране

Гасовита храна, кисеоник, ступа у организам, као што видесмо, на плућа. Чврста и течна храна пак ступају у организам на апарат за варење. Гасовита храна ступа у организам не претрпљујући претходно никакве промене, док чврста и течна храна претрпљују махом претходно један низ физичких и хемијских промена. Те промене којима подлеже храна пре него што ће ступити у крвоток, чине појаву варења; органи који сарађују у тој појави и у којима се она обавља, чине прибор или апарат за варење.

Апарат за
варење.

Апарат за варење састоји се у човека и већине животиња у главном из једне цеви чији један крај почиње устима на која храна ступа у тај апарат, док се други крај завршава чмаром или анусом, на који измеци напуштају организам. Желудац је проширење те цеви, у коме се храна прикупља и подлеже хемијским променама. Желудац је једнаком у вези са устима а цревом у вези са чмаром.

Апарату за варење припада један извесан број жлезда које изливају своје сокове у разне делове његове. Једне су жлезде у виду засебних органа, као што су пљувачне жлезде, панкреас и јетра; друге су смештене у самим зидовима желудца или црева.

Жлезде и
сокови.

Хемијске промене које храна претрпљује у апарату за варење изазване су дејством фермената који се налазе у разним соковима. Изучавајући ферменте (стр. 84) видели смо који међу њима узимају удела у варењу. Изучавајући промет угљених хидрата (стр. 107), масти (стр. 110) и беланчевина (стр. 114) дознали смо у чему се састоји варење тих састојака хране и у којим се деловима апарата оно обавља. Овде ћемо се позабавити функционисањем тих жлезда, чији сокови сарађују у појави варења, и функционисањем апарата за варење, које производи кретање хране у њему.

I. Варење у устима.

Лучење
пљувачке.

У човека и виших сисара три пара пљувачних жлезда луче пљувачку у уста. То су доушне жлезде (*glandulae parotides*), подвличне жлезде (*glandulae submaxillares*) и подјезичне жлезде (*glandulae sublinguales*). Пљувачка која се налази у устима јесте мешавина лучења тих разних пљувачних жлезда. Таква је мешовита пљувачка безбојна, слузава, слабо алкална. Њена је густина 1,002—1,006. Садржи око 0,5% растворених тела: натриумове и калиумове хлориде и сулфате, калциумове и магнезиумове карбонате и фосфате, и мале количине калиумсулфоцианида. Пљувачка је слузава због муцина (стр. 63) који се у њој налази. Поменули смо већ (стр. 107) да људска пљувачка садржи амилазу („птиалин“) и да њоме делује на скроб. Пљувачка свих животиња нема ту особину; пљувачка пса и коња не претвара скроб у шећер, док је пљувачка преживара врло активна.

Лучење пљувачних жлезда под управом је живчаног система. Надражајем живца *chorda tympani* изазива се бујно лучење подвличне жлезде. Крајњи огранци тога живца завршавају се у поменутој жлезди између самих жлезданих ћелија. Поменули смо раније (стр. 237), да надражај тога живца производи вазодилатацију у подвличној жлезди. Међутим вазодилатација није узрок лучењу пљувачке, јер се атропином укида лучење које производи надражај поменутога живца, док се вазодилатација и даље врши. Обрнуто, ако притиснемо артерију подвличне жлезде па надражимо тимпанову хорду, жлезда ће лучити иако надражај није изазвао никакву промену крвотока. Те чињенице казују да се у тимпановој хорди налазе живчана влакна која непосредно утичу на жлездане ћелије и подстичу их на лучење. Као што једни живци изазивају грчење мишића, ови „лучећи“ или секреторни живци изазивају жлездано лучење. Може се рећи да све жлезде имају такве живце.

Лучењем пљувачке управља један живчани центар који се налази у продуженој мождини. Тај центар може деловати рефлексно а може бити и непосредно надражен. Полазна су тачка рефлекснога лучења пљувачке разни надражаји живаца за укус: зрно соли постављено на језик производи лучење пљувачке. Надражаји разних чула могу такође производити лучење пљувачке: довољно је опазити или намирисати јело, да би „вода пошла на уста“. Сама помисао на јело може у извесним приликама имати исти резултат. У томе случају, центру лучења надражај је дошао из психичких центара, и лучење се може назвати пси-

хичким лучењем. Разни надражаји могу производити лучење психичким асоциацијама, као што показују следећи примери: ако се псу стави на језик мало разблажене хлороводоничне киселине, он лучи у изобиљу врло водену пљувачку. У својим огледима Павлов је ту киселину црно обојио и пас је могао видети како се из боце узима та црна течност која производи пљувачно лучење. Кад је тај оглед више дана понављан, тада је било довољно да пас опази боцу са црном течношћу да би одмах пљувачка у изобиљу потекла. У другоме огледу пас добива свакога дана свој оброк који је објављиван звуком једне свирале. После некога времена сам звук изазива лучење пљувачке.

Центар лучења пљувачке може бити и непосредно надражен крвљу која садржи много угљендиоксида или отрове као што је пилокарпин.

Видели смо раније да је улога пљувачке у варењу незнатна. Њена је главна улога квашење и натапање хране при грађењу залогаја. Пљувачка има и ту важну улогу да омогућава гутање и кад се у устима не налази никаква храна ни пиће. У тим погодбама гутање се изазива пљувачком накупљеном у устима. Такво је гутање пак потребно, као што ћемо видети доцније, да би се притисак у средњем уху изједначио са атмосферским притиском, што је погодба доброга функционисања чула слуха.

Пљувачка разних жлезда може се добити у чистоме стању методом сталних фистула, које се састоје у томе што се канал пљувачне жлезде накалеми у животиње у једноме отвору учињеном на образу. Пљувачка се тада не излива у уста већ на површини коже.

У устима храна претрпљује дакле готово искључиво физичке промене: растворљива се тела растварају, друга су више или мање уситњена и натопљена пљувачком и граде залогај. У томе послу узимају удела, мимо пљувачке, зуби, чија је улога свакоме позната, и језик. Храна је у разних животиња до врло разних ступњева уситњена. Месоједи слабо жвачу храну. Они гутају комађе меса. У њих зуби служе више дрпању хране и мрскању костију. У преживара пак, храна подлеже дугоме жватању, и то у два маха. Само под том погодбом биљна храна може бити сварена, јер целулоза се тешко раствара у цреву и спречава искоришћавање хранљивих састојака биљних ткива.

Као што је свакоме познато, храна, пошто је претрпела у устима поменуте промене, напушта уста у виду залогаја. Залогај је језиком притиснут уз непце и потиснут у ждрело. Одатле рефлексним механизмом залогај продире у једњак и њиме долази

Гутање.

у желудац. У томе се састоји гутање. Кад је залогај прешао ждрело, затворе се сви путови осим једњака: основа језика издигне се и прикључи се уз задњи део непца и његове стубове; носни отвор затворен је издизањем задњег меког дела непца (*velum palatinum*); улазу гркљан затворен је епиглотисом (*epiglottis*), који се издизањем гркљана прислонио на основу језика, тако да преко њега храна прелази као преко каквог моста.

Залогај силази низ једњак на тај начин, што се изнад залогаја једњак сузи и тај сужени прстен силази низ једњак потискујући пред собом залогај. Тежа земљина није узрок силажењу залогаја, јер се може гутати и дубећи на глави; залогај се такође креће уз једњак у животиње која пасе, а тај је пут доиста дуг у жирафе!

II. Желудачно варење.

У желудцу храна претрпљује прве дубље хемијске промене. Њих производи поглавито пепсин, ферменат који се налази у желудачноме соку (стр. 90). Тај ферменат претвара беланчевине у албумозе и пептоне (стр. 57 и 114).

Желудач-
ни сок.

Желудачни сок луче многобројне микроскопске жлездице (има их неколико милиона) које се налазе у желудчевој слузокожи. Те се жлезде указују у виду цевчица, заднивен на једноме крају а које се другим својим крајем, по три-четири, стапају у ширу цевчицу која се отвара на површини слузокоже. То су прстасте жлезде. У њима разликујемо двојаке жлездане ћелије: једне су поређане правилно једне уз друге као у епителиуму; њихова је протопласма јасна. То су главне ћелије. Оне луче пепсин. Друге су ћелије тамне, зрнастог садржаја, налазе се на спољашњој страни првих и размакнуте: то су жлездане ћелије којима се приписује лучење хлороводоничне киселине. Те се ћелије не налазе у жлездама пилорскога дела желудца, и у вези стим лучење тога дела нема киселу реакцију.

Желудачни је сок производ лучења поменутих жлезда. Чист сок добивен на један од даље поменутих начина, јесте безбојна или једва жућкаста течност, малко слузава због слузи што је лучи желудачни епителиум и врло киселе реакције. Остављен у једноме суду изложен ваздуху, желудачни сок не подлеже кварењу, труљењу, као остале органске течности. Ту антисептичну моћ желудачни сок има са своје поменуте киселе реакције. Чист пасји желудачни сок садржи на литар око три грама растворених састојака; то су: слуз, ферменти и минералне соли, (хлориди: натриумов, калиумов, калциумов и амониумов; фос-

фати). Поред тога желудачни сок садржи и знатне количине хлороводоничне киселине. У чистоме желудачном соку та је киселина највећим делом слободна; али кад сок садржи органских састојака, беланчевина или њихових производа варења, један се део киселине везује за те органске састојке. У пса чист желудачни сок садржи 3—6 гр. хлороводоничне киселине на литар, а у човека око 4 грама.

Хлороводонична киселина желудачнога сока постаје из на-
триумхлорида и других хлорида, који се редовно налазе у крви. Ако се животиња храни храном која не садржи хлорида, желудачни сок, после дужег времена, не садржи више хлороводоничне киселине. Ако се хлориди замене у храни бромидима или јодидима, тада се у желудачном соку појављује бромоводонична или јодоводонична киселина. Као што смо раније видели, хлороводонична је киселина ко-ферменат пепсинов.

Хлорово-
донична
киселина.

Желудац лучи врло знатне количине свога сока, које зависе од количине и природе храве. Човек лучи дневно више од једнога литра желудачнога сока. Највећи је део тога сока апсорбован у цреву, тако да производња великих количина желудачнога сока није скопчана одговарајућим губитком организма материјала, а нарочито воде.

Мимо пепсина желудачни сок садржи и л'а б-ферменат,
који производи грушање млека. Млеко се груша у желудцу после неколико минута. У желудцу налазимо и липазу, ферменат масних тела, али није утврђено да ли тај ферменат постаје у самом желудцу или је дошао из црева на пилорус.

Ферменти-

Кад животиња гладује, желудац не лучи свој сок. Кад желудац пак садржи хране, тада је сок измешан са храном те се не може добити у чистоме стању. Стога се мора прибећи једном од следећих начина да би се могло изучити лучење и састав желудачнога сока.

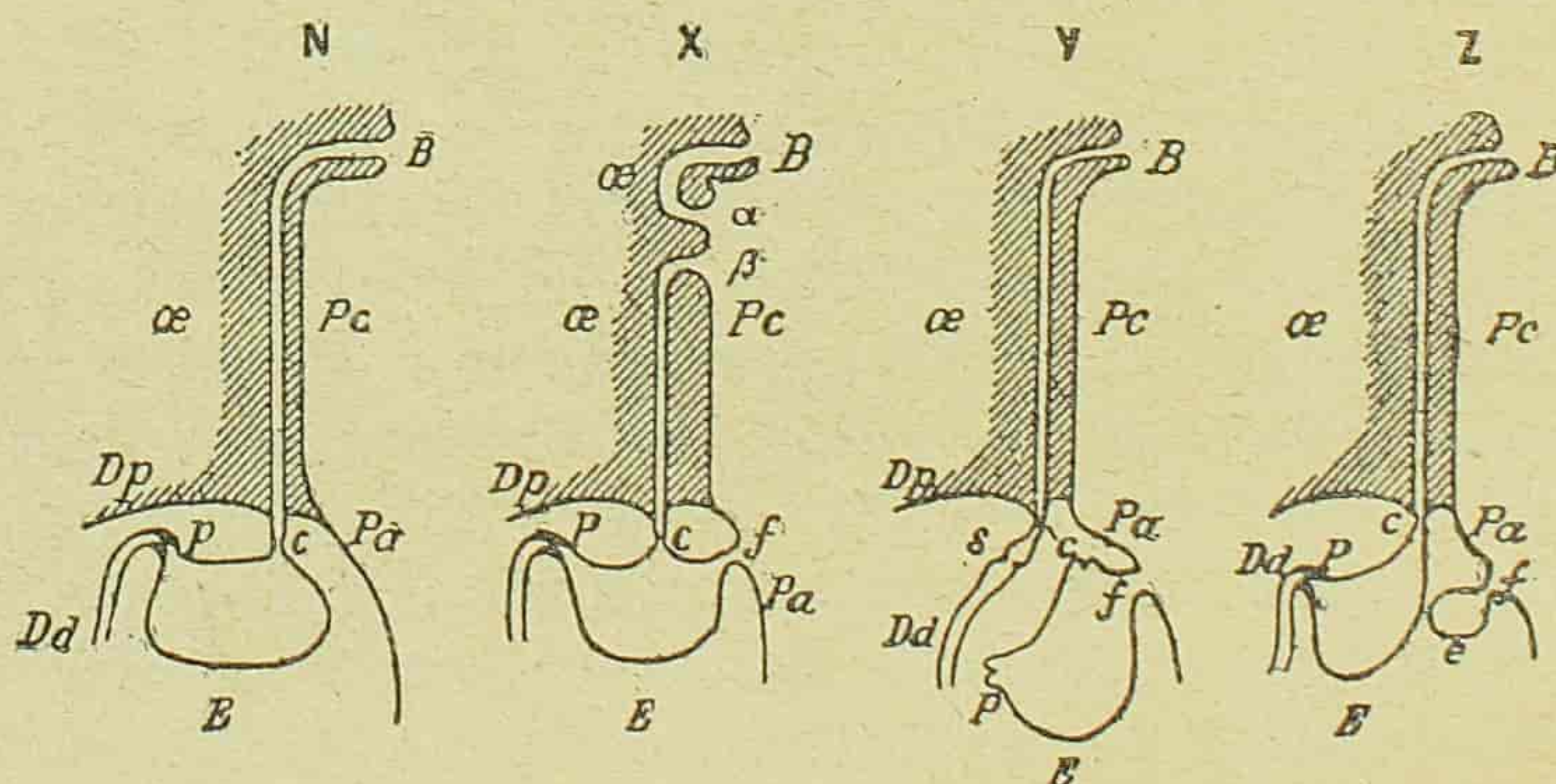
Желудачна фистула састоји се у овоме: на трбуху се животињи начини један прорез и на њега се привуче желудац, који се засече, па се у тај отвор причврсти једна метална цев, која се једним својим крајем отвара у желудцу а другим напоље, на трбуху. Пас може дуже времена носити такву фистулу, на коју се може, кад год се зажели, сабрати желудачни садржај.

Желудач-
не фисту-
ле.

Да би се изазвало лучење желудачнога сока у пса са горњом фистулом, а да при томе сок не буде измешан са храном, употребљава се тако звани фиктиван обед, у животиње која мимо желудачне фистуле има и једњачку фистулу. Та се последња фистула састоји у томе, што се једњак попречно пресече,

па се та два пресечена дела утврде у прорезима коже тако да се отварају на површини врата под грлом (Сл. 56). Ако таквоме псу са једњачком фистулом дамо да једе, храна неће dospети у желудац, већ ће, прошавши кроз уста, испадати мало ниже на пресечени једњак. У томе се састоји фиктивни ручак, који се употребљује да би се изазвало лучење желудачнога сока. Сам пролаз хране кроз уста изазива механизмом о коме ће даље бити речи, изобилно лучење желудачнога сока, иако храна није доспела у желудац. На слици 55 приказан је шематички распоред поменутих фистула (X) упоредо са другим начинима добивања желудачнога сока, које ћемо сад поменути.

Ако се пресече једњак пред уласком у желудац, а црево одмах после пилоруса, па се једњак састави са цревом, (сл. 55. Y),



Слика 55.

Шематички приказане разне фистуле за добивање чистога желудачнога сока.

N, нормалан распоред (B уста; — α једњак; — Pc врат; — Dp пречага; Pa трбушни зид; — Dd танко црево; — E желудац; c улаз у желудац; — p пилорус).

X, једњачка и желудачна фистула (α отвор горњег дела пресеченога једњака на врату; — β отвор доњег дела пресеченога једњака; — f. желудачна фистула). —

Y, издвојен желудац (S место где се једњак наставља цревом; — f желудачна фистула).

Z, мали вештачки желудац (e, мали желудац са фистулом f).

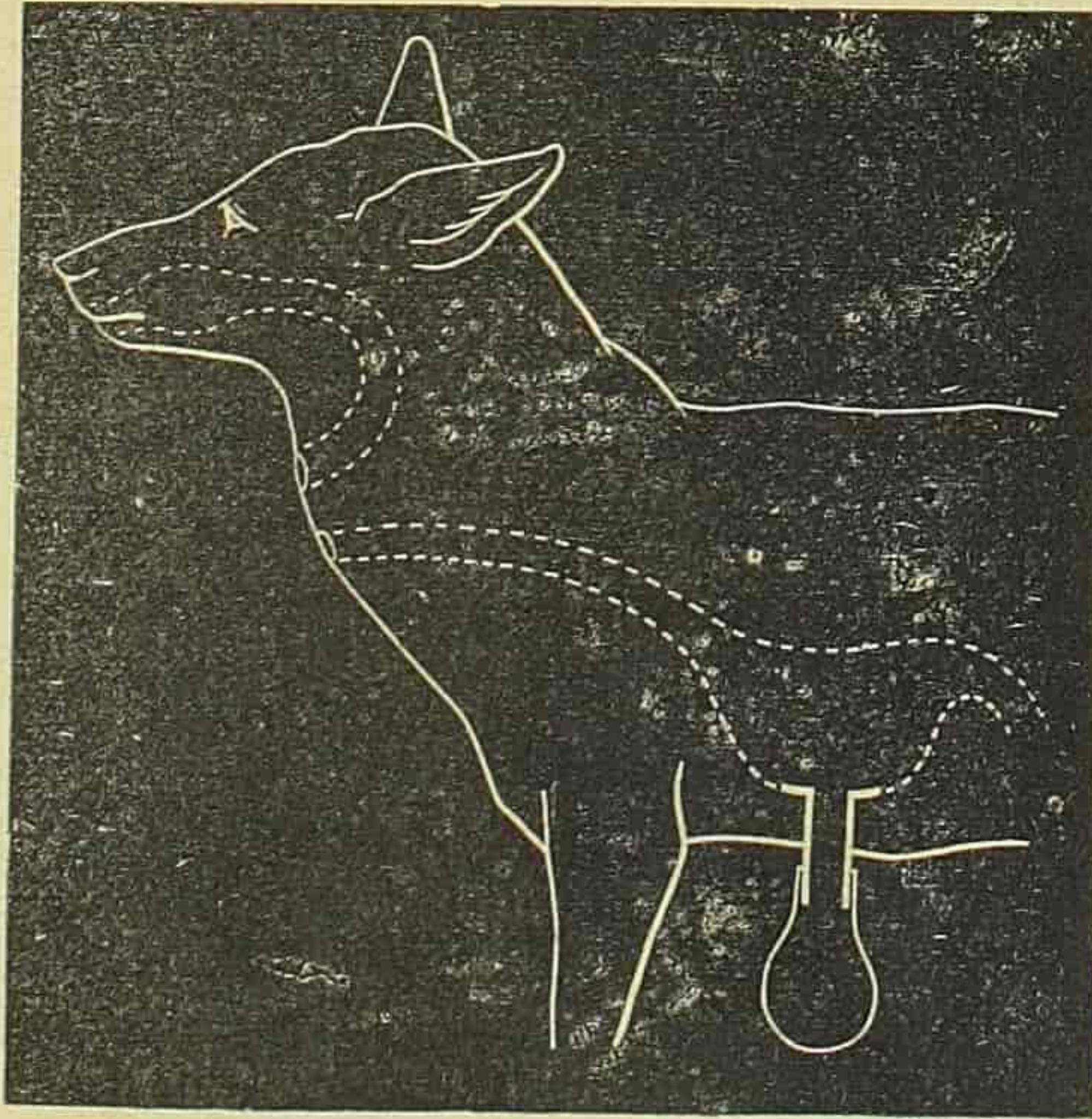
тада у издвојени желудац храна неће продирати, али ће он ипак лучити под утицајем хране коју животиња прима, јер је сачувао све своје живчане везе са осталим деловима апарата за варење. Пошто су на томе издвојеноме желудцу подвезани пилорус и кардиа, на њему се може удесити једна желудачна фистула, тако да се може у свако доба прикупити његов сок.

Најзад се чист желудачни сок може и на тај начин добити што се из једнога желудчева дела начини кесица која је фистулом у вези са спољашњом средином (сл. 55. Z). Тај издвојени део желудца функционише као какав мали желудац, јер је сачувао своје живчане везе и свој крвоток. Велики желудац, пошто је затворен отвор који је постао издвајањем малог желудца, функционише нормално.

Желудац не лучи непрекидно свој сок. Кад је желудац празан, кад животиња не види храну, на желудачну фистулу не отиче никакав сок. Али кад храна доспе у желудац нормалним путем, т. ј. на уста и једњак, лучење се успоставља. Тада се крвни судови желудачне слузокоже рашире, слузокожа поцрвени, на њеној се површини појављују грашке сока које се стапају и сок цури низ зидове желудачне. Којим се начином изазива то лучење сока?

Није потребно да храна доспе у желудац да би произвела лучење желудачнога сока. Фиктивни обед, о коме је мало пре било речи, изазива такође лучење желудачнога сока. Ако се псу са једњачком и желудачном фистулом да какав оброк, тада храна, прошавши кроз уста испада на пресечени једњак напоље, и ни најмања количина њена не доспева у желудац. Међутим, тек што је такав фиктиван обед отпочео, лучење желудачнога сока успоставља се и траје неко време и по обеду. На тај се начин производи лучење и у горе поменутоме маломе желудцу са фистулом.

То се лучење производи рефлексно. Полазна је тачка рефлексу: надражај чула укуса и мириса храном која је унета у уста. Али је довољан и надражај чула вида да би се произвело рефлексно лучење желудачнога сока: кад гладан пас опази храну, желудачни сок потече онако као што потече и пљувачка. Изазивање представа хране разним асоциацијама (на пример лупа судова при приправљању хране) може такође у пса изазвати лучење желудачнога сока. Лучење желудачнога сока може се



Психичко
лучење.

Слика 56.

Пас са једњачком и желудачном
фистулом.

Психичка
страна
наше ис-
хране.

дакле вршити истим механизмом као и лучење пљувачке. То се лучење зове психичко лучење. Његову је важност истакао Павлов.

Месо производи у пса изобилно психичко лучење желудачнога сока. Хлебом се добива слабије лучење. Ако се месо премаже сенфом, коју пас не трпи, психичко се лучење не добива.

Психичко лучење нам казује како је важна психичка страна наше исхране. Није довољно да храна има одређен хемијски састав, већ она мора задовољавати и наша чула: мора нарочито пријати чулу укуса и мириса. У човека, у којег је психизам свакако много утанчанији него у пса, поменута психичка страна исхране мора бити нарочито наглашена. Прва је погодба доброе варењу, да храна прија, да узимање хране буде једно уживање. У човека, чистота средине у којој обедује од исте је важности као и укусоност хране. Психичко стање уопште, расположење, утиче, као што је познато, на вољу за јелом. Наше физиолошко знање оправдава дакле задовољство које човек од вајкада тражи у узимању хране. Утанчани психизам културнога човека објашњава префињеност његове трпезе.

Хемијско
лучење.

Мимо психичкога лучења постоји и други начин лучења желудачнога сока. То је тако звано хемијско лучење. Оно је произведено присуством хране у самоме желудцу. Сва хранљива тела не производе хемијско лучење. Ако се, на пример, на пресечени једњак у пса са једњачком фистулом унесе хлеба у желудац, мотривши добро да пас не опази ту храну, што би иначе изазвало психичко лучење, долазак хлеба у желудац не производи никакво лучење сока. Тако исто ни масти, ни скроб. Месо, на против, производи хемијско лучење желудачнога сока. Оно то производи разним екстрактивним телима која у себи садржи; то су она тела која се ваде из меса дужим кувањем у води и која се према томе налазе у нашим чорбама или супама. Тиме је оправдана употреба ових у почетку обеда. Масти пак не само да не производе хемијско лучење, већ смањују лучење изазвано психичким путем.

Желудач-
на крета-
ња.

Хемијско лучење није произведено самим додиром хране са желудачном слузокожом, јер нерастворљива тела, комад стакла на пример, не производе лучење кад су унета у желудац. Оно није произведено ни непосредним хемијским утицајем хране на жлезде желудачне слузокоже. Оно се не врши ни живчаним путем, јер хемијско лучење није укинато ни кад је желудац издвојен од живчаног система прекидом његових живчаних веза. Изгледа да извесни састојци хране, као што су пептони, изазивају у

желудачној слузокожи производњу каквог тела, које прелази у крвоток и њиме долази у додир желудачних жлезда, које подстиче на лучење. У прилог тој хипотези говори чињеница да се из слузокоже пилорскога дела може помоћу пептона добити један екстракт који убризган у крв производи лучење желудачнога сока. Видећемо даље да је утврђено да се на сличан начин производи лучење панкреаснога сока.

Храна која је дошла у желудац и на чије поједине састојке делује желудачни сок својим ферментима, не остаје непокретна за време желудачнога варења. Она је изложена мешању и кретању с једнога краја желудца на други, да би желудачни сок могао доћи у додир са сваком честицом њеном и да би, пошто је претворена у неку врсту каше, х и м у с, могла бити потиснута из желудца у црево. Та кретања хране желудац производи делањем мишића који се налазе у његовим зидовима. Желудац је састављен из три слоја. Изнутра се налази слузокожа; с поља се налази једна сероза, која није друго до део трбушне марамице, а између та два слоја налази се мишићни слој. Тај мишићни слој састављен је из глатких мишићних влакана, која дакле не стоје под управом наше воље. Једна су од тих влакана уздужна, у продужетку мишићних влакана једњака; друга су попречна и граде прав угао са претходним влакнима; трећа пак испрекрштана су у свима правцима и налазе се нарочито у великој кривини желудачној.

Желудачна
кретања.

Лако је схватити да контрактовања поменутих желудачних мишићних влакана могу више или мање притискивати желудачни садржај и да га могу покретати у разним правцима.

Помоћу Рентгенових зракова дознало се како се врше та кретања. Ако се у желудац унесе храна помешана са каквом бисмутовом сољу, која има особину да упија Рентгенове зракове, тада желудац баца своју сенку на штит Рентгенова апарата, тако да се могу пратити промене желудчева облика. На тај је начин утврђено, да се у мачке појављују сваких десет секунда таласасте желудачне контракције које постају средином велике кривине желудачне па се преносе полако ка пилорусу где стижу за 20—30 секунда.

Желудачна се кретања и онда збивају кад се прекину сви желудчеви живци. Значи да их производи живчани систем који се налази у самим зидовима желудчевим. Живци које желудац прима регулишу тај његов аутономни систем: вагуси повећавају желудачна кретања, спланхници (симпатични систем) их ублажавају.

Надражај који рефлексним путем производи желудчева грчења, јесте киселина желудачнога сока.

Кад је храна провела извесно време у желудцу, она прелази на пилорус у црево. Њено бављење у желудцу траје, према природи њеној, 3—10 часова.

Механизам
отварања
пилоруса.

Излаз желудчев, пилорус, затворен је кружним мишићем, сфинктером. Кад сфинктер попусти тада се пилорус отвара и пропушта химус из желудца у црево. Пилорус се отвара за неколико тренутака само и пропушта мало по мало, на прекиде, желудчев садржај. То отварање пилоруса врши са следећим механизмом. Кад је храна натопљена желудачним соком тада желудачни садржај има сасвим истакнуту киселу реакцију. Дошавши у пилорски део желудца, та кисела маса, химус, делујући на слузокожу изазива попуштање пилорскога сфинктера, тј. отварање пилоруса, те химус прелази у дванаестопалачно црево. Делујући на слузокожу дванаестопалачног црева, химус својом киселошћу производи рефлексно затварање пилоруса. Алкалност панкреаснога сока неутралише постепено химус, а у пилорски део желудца долази нова количина киселога химуса, те се пилорус наново отвара. На тај се начин пилорус отвара у кратким размацима времена пропуштајући химус у црево.

Зашто же-
лудац себе
не вари?

Желудачни сок вари беланчевине. А зашто не вари и сам желудац у коме се налази?

На то су питање давани разни одговори, али ће нам бити довољно да истакнемо ову чињеницу, да се протопласма, док је жива, опире утицају фермената уопште. Горње питање припада дакле општем питању: зашто ферменти не делују на протопласму док је жива? На то питање пак немамо одговора.

Аутофа-
гија и
аутолиза

После смрти желудачни сок у лешу почиње варити желудачну слузокожу. Тако исто, ако се желудац извади из организма па се исецка његова слузокожа, она подлеже утицају пепсина. Слично се дешава са ма којом ћелијом или органом. На пример, квасна ћелија садржи у себи ферменат триптазу, који вари беланчевине. Док је квас жив, он управља тако рећи тим ферментом, који без сумње има неку улогу да испуни. Али ако убијемо квас неким антисептиком, који не разорава ферменте, на пример толуолом, тада квасна ћелија постаје плен фермената који се у њој налазе. Исто бива и са разним органима који после смрти сами себе варе, то јест постану плен фермената који се налазе у њиховим ћелијама. Промене које органи претрпљују после смрти дејством својих фермената дају појаву звану аутолиза или аутофагија. Аутолиза је јака у жлезда (јетра, панкреас...) јер оне садрже фермената у изобиљу.

Господарење живе ћелије ферментима који се у њој налазе јесте важна чињеница која омогућава да у истој ћелији имамо, једно поред другога, ферменат и резерву на коју тај ферменат делује. У јетри имамо уз гликоген малтазу, која према физиолошким потребама организмим делује на угљени хидрат који се уз њега налази.

III. Варeње у цреву.

У цреву се наставља и завршава варење отпочето у желудцу. Панкреасни сок и цревни сок садрже разне ферменте који делују на све три групе органских састојака хране. Панкреасни сок садржи врло активну амилазу и малтазу (стр. 89). Ти ферменти претварају скроб и гликоген у гликозу. Исти сок садржи и трипсин (стр. 91.), који делује на беланчевине, и липазу (стр. 90), која хидролише масти.

Цревни
сок.

Цревни сок луче многобројне ситне цевасте жлезде (Lieberkühn-ове жлезде) које се налазе у слузокожи танкога црева, а које нису веће од $\frac{1}{10}$ милиметра, и гроздасте жлезде (Brünner-ове жлезде), које су крупније а налазе се само у дванаестопалачноме цреву, такође у слузокожи цревној. Цревни сок садржи ове ферменте: амилазу и малтазу, које хидролишу скроб и гликоген; инвертин (стр. 89), који хидролише сахарозу дајући гликозу и фруктозу; лактазу (стр. 89), која претвара млечни шећер у гликозу и галактозу; липазу, која делује на емулсоване масти; ерепсин (стр. 92), који делује на беланчевине упроштене пепсином и трипсином и претвара их у аминокиселине.

Ово изобиље фермената у панкреасноме и цревноме соку објашњава чињеницу да се желудачно варење може искључити (стр. 114) и да се тада целокупно варење свију састојака хране обавља у цреву.

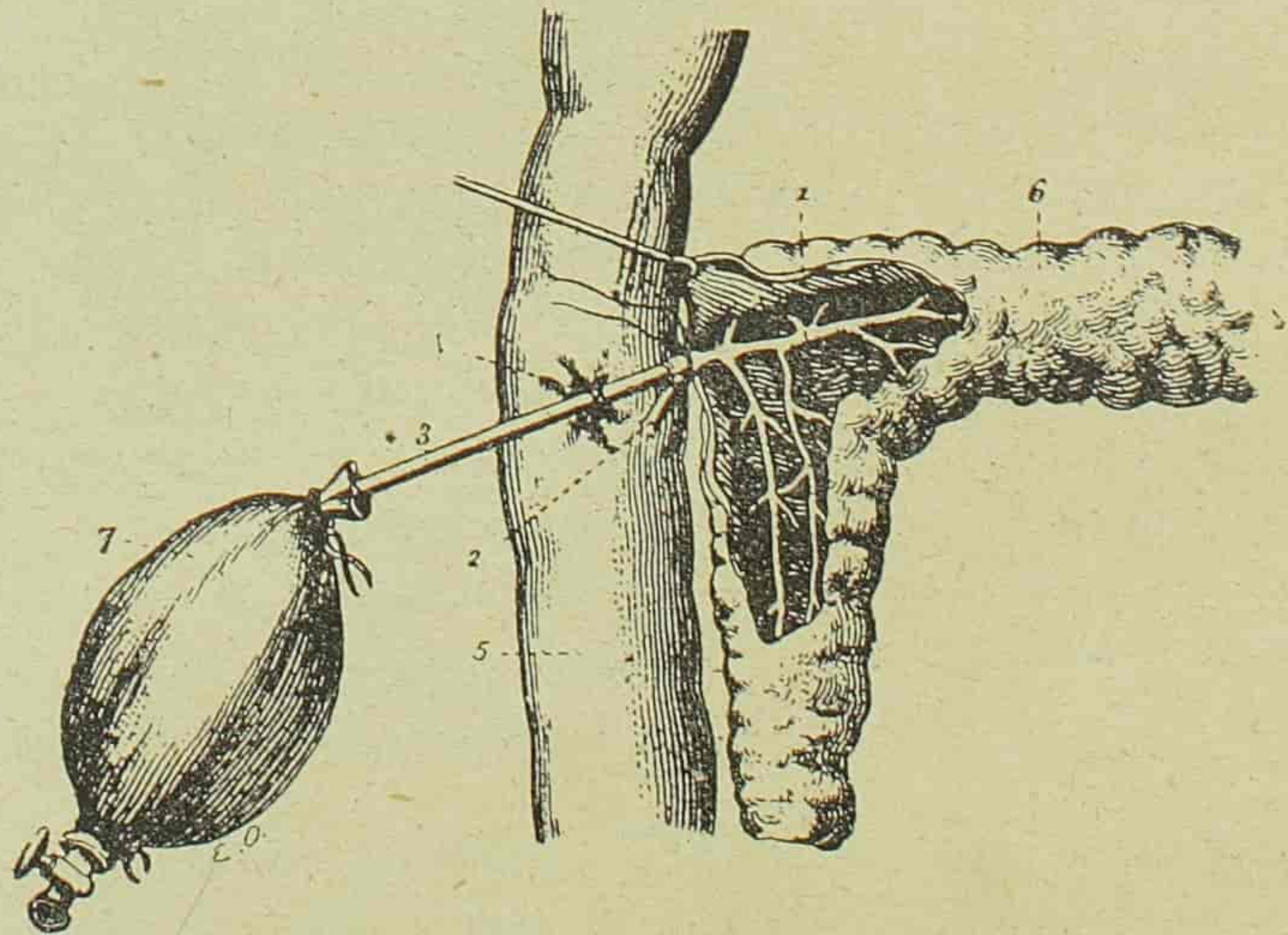
Панкреасни сок се излива у дванаестопалачно црево на Wirsung-ов канал. У човека тај канал увире у црево заједно са жучним каналом (*ductus choledocus*), тако да се у човека жуч и панкреасни сок изливају у црево на истоме месту. У пса и зеца жучни канал увире у црево ближе желудцу а панкреасов увире ниже, тако да у њих храна најпре долази у додир жучи па за тим у додир панкреаснога сока.

Ако се у пса спречи истицање панкреаснога сока у црево Секретин. подвезавши или запушивши његов одводни канал, тада се посматрају ови поремећаји варења: око половине количине беланчевина и скроба и готово целокупна количина масти прелазе не-сварене у изметке.

Панкреасни сок и цревни сок алкални су јер садрже натриумкарбоната. Та алкалност као и алкалност жучи неутралишу киселину желудачнога сока кад химус дође у црево.

Панкреас лучи свој сок кад из желудца дође у црево кисели желудчев садржај, химус. Утицај киселине желудачнога сока на слузокожу дуоденума узрок је лучењу панкреаснога сока. Тај се утицај врши на следећи начин. При своме пролазу кроз цревну слузокожу, киселина изазива производњу некога непознатог тела, названо секретин, које прелази у крв и крвотоком дође до панкреаса. Секретин има пак особину да подстиче панкреасове жлездане ћелије на лучење.

У пса се могу добити велике количине чистог панкреаснога сока ако се у Wirsung-ов канал увуче једна цевчица (сл. 57.) да би сок могао истицати изван организма, а у вене истог пса убризгава се секретин добивен из цревне слузокоже једнога другог пса. (Тај се секретин добива мацерирањем исецкане слузокоже у води која садржи 4-5 гр. HCl на литар).



Слика 57.

Панкреасна фистула. У Wirsung-ов канал (1) увучена је канула (3.) Сок се прикупља у кесицу од гуме (7).

И лучење цревнога сока изазвано је утицајем киселине желудачнога сока на цревну слузокожу.

Улоге
жучи.

У цревноме варењу узима удела и жуч. Поменули смо раније (стр. 111) да је жуч потребна за емулсовање и апсорбовање масти. Жуч уз то појачава дејство цревних фермената, нарочито липазе. Најзад жуч доприноси цревноме варењу и на тај начин што својом алкалношћу неутралише кисели химус

који долази из желудца и тиме омогућава дејство панкреасних фермената.

Црево, као и желудац, садржи у својим зидовима мишићни слој који се налази између цревне слузокоже и серозе којом је црево споља превучено. Једна су мишићна влакна кружна, друга уздужна. Прва грчећи се производе стешњавање црева, друга производе њихово скраћивање. Њиховим удруженим дејством црево потискује свој садржај. Контракцијом кружних мишића црево се на једном месту сузи па се то сужено место помера и потискује пред собом цревни садржај. У томе се састоје перисталтична кретања. Она се могу посматрати на животињи чим се отвори трбушна дупља. Могу се такође посматрати и на комаду црева издвојеном од организма: исече се у зеца комад дебелог црева од неколико центиметара па се одмах стави у физиолошки раствор чија је температура око 40°; цревни исечак показује трома кретања те личи на црва а брабоњци који су се у њему налазили истискивани су једно за другим. Овај оглед казује да црево садржи у својим зидовима живчане елементе који управљају перисталтичним кретањима. Црево је дакле у томе погледу аутономан орган као и срце, али ипак, као и срце, под утицајем живчаног система. Познато је да узбуђења могу пореметити функционисање црева.

Перисталтична кретања.

Разна тела повећавају перисталтична кретања (никотин, мускарин, кафеин) док их друга ублажавају (морфин, атропин). Механични надражаји црева такође изазивају перисталтична кретања. Због тога је потребно да наша храна садржи и несварљивих састојака који ће својом масом надражавати црево. Биљна храна испуњава ту потребу својом целулозом. Особе које злоупотребљавају животињску храну пате често, због недовољног цревног перисталтизма, од хроничне констипације. Пацови храњени потпуно сварљивом храном закржљавају, али не дају знакове икаквих поремећаја ако се тој храни додаје целулоза у виду хартије за филтровање. Зечеви храњени храном која не садржи целулозе, умиру брзо.

Асфиксија и сви они утицаји који појачавају венски карактер крви појачавају цревна перисталтична кретања.

Рентгеновим зрацима се може пратити кретање хране дуж црева. Брзинатога кретања зависи од природе саме хране. У колико производ желудачнога варења садржи више чврстих састојака у толико се брже врши кретање у цреву услед јакога перисталтизма. У танкоме цреву храна се креће приближно брзином од једнога метра на час. У дебеломе цреву измеци се подуже

Кретање цревнога садржаја.

задржавају, тако да се измеци избацују приближно 24 часа после узимања хране од које су постали.

Микроби
и варење.

Црево је насељено многобројним микроорганизмима. Да ли су они потребни или бар корисни варењу? На то одговарају огледи вршени на животињама чији је апарат за варење остао стерилан. Пре рођења организам фетусов не садржи микроба; садржај његова црева, мекониум, стерилан је. Хранећи стерилизованим млеком мале кобаје извађене из утреуса и стављене одмах у једну стерилну средину, те се животиње нормално развијају иако им црево не садржи микроба. Тако се исто могу одгајити пилићи у стерилној средини стерилизованом храном и ти пилићи не заостају ни у чему за оним који се развијају у обичним погодбама.

Видели смо раније да су цревни микроби узрок постајању разних токсичних производа у цреву (индол, скатол, фенол, крезол) од којих се организам штити јединећи их са другим телима. Цревни микроорганизми, који производе отровна тела, могу дакле бити опасни по организам. По Мечников-љевој теорији симптоми преране старости били би последица хроничнога тровања производима цревнога превирања што га производи микроскопска флора.

У травоједа микроби врше корисне улоге у варењу растварајући целулозу њихове хране.

АПСОРБОВАЊЕ ХРАНЕ

Пошто је у цреву довршено варење које је отпочело у желудцу, наступа прелаз сварене хране — хилуса — из црева у унутрашњу средину, крв и лимфу. У томе прелазу цревнога садржаја кроз цревне зидове састоји се појава апсорбовања хране или апсорпције.

Дејством фермената панкреаснога и цревнога сока, химус, који долази из желудца, претрпљује дубоке хемијске промене, које су нам већ познате, и тиме се претвара у хилус, чији ће растворени састојци бити апсорбовани. Хилус садржи коначне производе варења. То је мешавина аминокиселина, моносахарида, масних киселина, глицерина, сапуна и емулсованих масти.

Апсорбовање хране врши се поглавито у танкоме цреву. У желудцу је апсорбовање незнатно. У дебеломе цреву пак материја готово и не садржи више производа који су кадри бити апсорбовани, тако да је и у дебеломе цреву апсорбовање незнатно; међутим дебело црево има моћ апсорбовања која се искоришћује при вештачком храњењу болесника на ректум; у дебелом цреву су апсорбовани производи делања цревних микроба (индол, скатол, бензоева кис. и др.) о којима је раније било говора (стр. 79).

Слузокожа танкога црева садржи на својој површини многобројне ситне израсли (има их више милиона), од којих највеће досежу један милиметар, а које се зову *villi intestinales*. Те израсли усисавају сварену храну која се налази у цреву и у њима прелази у крв и лимфу.

Цревне су израсли споља обложене епителиумом састављеним од једнога слоја цилиндричних ћелија. У унутрашњости сваке израсли, у осовини њеној, налази се један лимфатичан суд, хилифер, обавијен мрежом крвних капилара који се налазе под самим епителиумом цревне израсли.

Цревне израсли.

Прошавши кроз епителиум, апсорбована тела продиру у поменуте капиларе или у лимфатичне судове и тако доспевају у општи крвоток. Као што смо раније поменули, производи варења угљених хидрата и беланчевина, као и вода и неорганске соли, апсорбовани су у крвне капиларе цревних израсли, док су масти и њихови производи варења апсорбовани лимфатичним судовима (стр. 110).

Узроци ап-
сорпције.

Шта је узрок апсорпцији хране? Зашто разнолики састојци хилуса продиру у цревне израсли и у њихове судове?

Прелаз цревнога садржаја кроз цревни епителиум у крв може се у извесним приликама објаснити познатим нам физичким појавама као што су филтровање, дифузија и осмоза. Тим се појавама може објаснити, на пример, прелаз воде из црева у крв, кад крв има јачу осмотску моћ од цревнога садржаја. Такође се може физичким законима објаснити апсорбовање једнога тела које се налази у цреву у јачој концентрацији него у крви. Али у другим случајевима апсорбовање је тешко објаснити чисто физичком теоријом, јер се оно тада врши противно познатим нам физичким законима (апсорбовање тела које је у цреву у слабијој концентрацији него у крви; апсорбовање воде кад цревни садржај има већу концентрацију од крви...). Када се укаже немогућност да се апсорбовање сведе на физичке појаве, тада се оно приписује животним особинама цревнога епителиума. Приметили смо раније (стр. 98) да под „виталним особинама“ не треба подразумевати нешто што је изван физике и хемије, већ само да те особине нису до сада могле бити сведене на појаве познате у мртвој природи.

ГЛАВА ПЕТА

Жлездана лучења

У физиолошкој подели рада пало је у део појединим органима или ћелијама да израђују извесне производе потребне организму функционисању или да ослобођавају организм некојих производа који постају у самоме организму. Ти се органи зову жлезде, а њихови активни елементи жлездане ћелије. Чин којим жлезда даје производ свога деловања јесте лучење.

Жлезда и
лучење.

Одлика је жлезда да црпу из крви потребно им хемијско градиво и да њиме граде своје особене производе, који се не налазе у крви. На пример, млечне жлезде граде састојке млека: млечни шећер, млечне масти, млечне беланчевине. Ни један се од тих састојака млека не налази у крви. Жлезде су дакле активни органи хемијске синтезе.

Видели смо раније да бубрег не синтетише производе свога лучења, већ да их само прикупља из крви. Стога бубрег није жлезда у правој смислу већ цедило нарочите врсте које је пробојно за једна тела а непробојно за друга.

Треба приметити овде да свака организмова ћелија црпе из крви извесне састојке а избацује друге, који су из њих постали. Према томе, чиме се разликују жлездане ћелије од осталих ћелија? Општа је особина сваке живе ћелије да прима у себе материју извеснога хемијскога облика и да је избацује пошто је претрпела разне промене. Тај промет материје јесте у основи живота сваке ћелије, па према томе и жлездане ћелије. Тај промет не служи некој особеној функцији организмовој, већ је само израз ћелијскога живота и служи само оној ћелији у којој се збива. И жлездано лучење није друго до посебан промет материје жлезданих ћелија, који се збива мимо промета што налазимо у ма које друге ћелије, али који није постао из потребе самих жлезданих ћелија већ из извесних физиолошких потреба целокупнога организма коме припада жлездана ћелија. Млечној жлезди,

Лучење и
ћелијски
промет.

на пример, лучење млека није потребно за њен опстанак, већ има да послужи функцији размножавања. Производња панкреаснога сока не потиче из неке животне потребе те жлезде већ служи функцији варења.

Спољаш-
ња и уну-
трашња
лучења.

Жлезде могу лучити свој производ изван крвотока: у апарат за варење, на површини тела, итд. Та лучења зову се спољашња лучења. Има жлезда пак које луче производ своје делатности непосредно у крвоток. Та се лучења зову унутрашња лучења. Док жлезде са спољашњим лучењем имају обично одводни канал на који истиче њихов сок, жлезде са унутрашњим лучењем немају никаквога одводнога канала већ уступају своје лучење крви која их испира протичући кроз њих. Неке жлезде имају само или унутрашње или спољашње лучење, док друге имају обе те врсте лучења.

Ј Е Т Р А

Јетра испуњава више функција. Поменули смо улогу тога органа у промету угљених хидрата (гликогенска функција јетре, стр. 108). Видели смо такође да јетра узима важнога удела у грађењу мокраћевине (стр. 119). Овде ћемо поменути неколике јетрине улоге а у првome реду једну њену важну жлездану функцију: жучну функцију.

Жучна функција

Жуч је производ јетринога лучења. Јетра се понаша као права жлезда, јер карактеристични састојци жучи постају у самој јетри делањем јетриних ћелија које црпу из крви материјал који им је зато потребан.

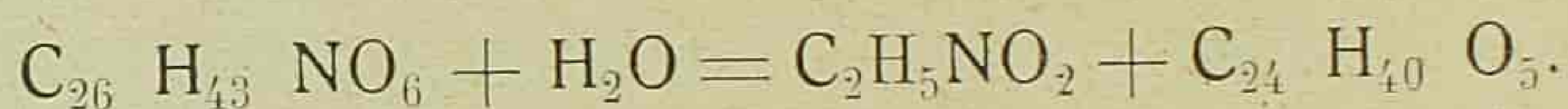
Жуч се излива у танко црево. Јетра без прекида лучи жуч, али се она на прекиде излива у црево, јер се прикупља у жучном мехуру из којег је потискивана када химус доспе у дванаесто-палачно црево. Јетра лучи врло знатне количине жучи: око пола литра дневно у човека. Неки су жучни састојци (нарочито жучне соли) апсорбовани у цреву и преко крви се враћају јетри.

Жуч је слузава течност, горкога укуса, у човека је жуте боје при излазу из јетре а постаје зелене боје у жучном мехуру. Карактеристични су састојци жучи: жучне соли и жучни пигменти. Мимо њих жуч садржи једну слузаву беланчевину, па холестерина, и разне неорганске соли.

Жучне су соли натриумгликохолат и натриумтауро-рохолат, т.ј. једињења гликохолске киселине и тауро-рохолске киселине са натриумом. Те соли дају жучи горак укус. Жучне соли дају карактеристичну реакцију звану Petten-kofer-ова реакција. Она се састоји у овоме: ако се раствору жучних соли дода јача сумпорна киселина и мало сахарозе, добива се затворено-црвена боја.

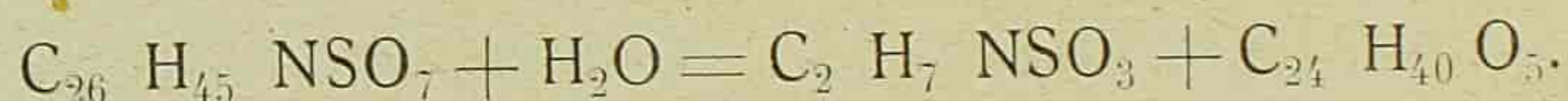
Жучне
соли.

Гликохолска киселина распада се хидролизом у гликокол и холалску киселину:



Гликокол нам је познат; то је аминосирћетна киселина (стр. 50).

Друга киселина жучних соли, таурохолска киселина, даје хидролизом таурин и холалску киселину:



Таурин је такође аминокиселина, али се не налази међу производима хидролизе беланчевина. Садржи сумпора.

Жучне соли су доста отровне а тако исто и жучни пигменти. Жуч има око десет пута јачу токсичну моћ од мокраће.

Жучни пи-
гменти.

Жучни су пигменти: билирубин и биливердин. Ти су пигменти сједињени са алкалијама у виду соли. Билирубин се оксидовањем претвара у биливердин. Жучни пигменти дају Gmelin-ову реакцију: у додиру азотне киселине жучни се пигменти оксидишу и дају низ производа разно обојених; ако се преко концентрисане азотне киселине пажљиво сипа разблажена жуч тако да се ова и киселина не помешају, тада се у жучи појављују слојеви разно обојени: у додиру саме киселине постаје један слој жуто-црвенкаст, па изнад њега се нижу црвени, љубичасти, плави и зелени слојеви.

Док порекло жучних соли није утврђено, за жучне пигменте се зна да постају од крвнога пигмента, хемоглобина. Пре свега, жучни пигменти и хемоглобин у хемијскоме су сродству: једни и други садрже исто хемијско једно, хемопирол (стр. 66). Затим, жучни се пигменти налазе само у животиња које имају хемоглобина у својој крви. Најзад, сви чиниоци који разоравају црвена крвна зрнца повећавају у исто време количину лучених жучних пигмената.

У жучи има увек и холестерина ($\text{C}_{26} \text{H}_{44} \text{O}$). То тело има алкохолне функције. Није карактеристичан састојак жучи већ се налази нарочито у живчаним органима.

У жучи се налазе и мале количине лецитина, масти и сапуна. У жучи има увек гвожђа.

Жучи припадају извесне улоге у варењу: доприноси варењу и апсорбовању масти (стр. 111). Али жучним се лучењем у исто време организам ослобођава производа који су штетни ако се накупе у њему.

Гликогенска функција.

Гликогенска функција јетре састоји се у особини коју има тај орган да из различнога градива што му га крв доноси гради гликоген па да ту угљенохидратску резерву претвара у гликозу, коју ће јетра, према потребама организмим, лучити у крвоток. Према томе, гликогенска функција јетрина може се сматрати једним унутрашњим лучењем тога органа. Ту важну функцију као и гликоген открио је Клод Бернар. Гликоген се гомила у јетри кад је животиња добро храњена. Гладовање, хладноћа и напоран мишићни рад изазивају понестајање гликогена. При гладовању, крв која излази из јетре (крв надхепатичне вене) садржи више шећера од крви која улази у јетру (крв вене порте); на против, после обеда који садржи у изобиљу угљених хидрата налазимо више шећера у вени проти него у надхепатичној вени. Јетра је својом гликогенском функцијом главни регулатор глицемије: изливајући више или мање шећера у крвоток, јетра одржава сталан проценат крвнога шећера иако је потрошња тога шећера изложена великим променама. Јетрино лучење шећера под управом је живчаног система. У поду четврте коморе налази се средиште које управља јетриним излучивањем шећера у крвоток. Надражи ли се то средиште убодом (Клод Бернар) тада јетра лучи тако велике количине шећера да наступа хиперглицемија (тј. повећање нормалнога садржаја шећера у крви) и као последица хиперглицемије гликозурија (прелаз шећера у мокраћу).

Убод четврте коморе.

Поменули смо раније (стр. 118) улогу јетре у производњи мокраћевине и урске киселине (стр. 123). Јетри припада и важна антитоксична улога. Сви производи који су у цреву апсорбовани венским путем морају проћи кроз јетру, која, тако рећи, стражари на уласку у организам. У јетри се врши „парење“ разних токсичних производа са другим телима: на пример претварање индола у индоксилсумпорну киселину (стр. 79). Друга отровна тела јетра задржава: никотин и друге алкалоиде, разне минералне отрове.

ПАНКРЕАС

Панкреасу припадају врло важне жлездане функције. Панкреас је, може се рећи, двострука жлезда, јер има своје спољашње и своје унутрашње лучење. Спољашње је лучење онај сок који се Wirsung-овим каланом излива у црево; то је панкреасни сок, који узима важнога удела у варењу, као што смо

Унутраш-
ње лучење.

већ видели (стр. 277). Ако се спречи истицање панкреаснога сока подвезивањем Wirsung-ова канала, посматрају се извесни поремећаји у варењу. Али ако се панкреас извади, екстирпује у целини, тада наступају много дубљи поремећаји који неизбежно воде смрти. Пас без панкреаса постаје диабетичан, тј. лучи стално велике количине шећера у мокраћи. Та гликозурија последица је јаке хиперглицемије. Такав пас нагло мршави иако је ненаситљив и умире после извеснога времена у крајњој изнурености. Одузимање панкреаса изазива поменуте поремећаје стога што је тиме укинута унутрашње лучење његово. Панкреас лучи у крв која њиме протиче неке непознате нам производе који су потребни организму за његово нормално функционисање. То закључујемо из ових чињеница: Ако је аблација панкреаса непотпуна, ако је само један комадичак панкреаса остао у организму на своме месту, поменуте поремећаји се не појављују. То казује да није сама операција која се мора извршити да би се панкреас екстирповоао, узрок поремећајима. Затим, ако се псу коме је панкреас извађен убризгава водени екстракт исецкане панкреасне жлезде, поремећаји се ублажују а могу и нестати. Најзад, поремећаји се не појављују ако се у пса остави један део панкреаса па се он са свога места пресади под кожу, прекинувши све његове живчане везе. Има доказа да унутрашње лучење панкреасово не припада истим цитолошким елементима који дају спољашње лучење његово. Унутрашње лучење припада хистолошким елементима званим Langerhans-ова острвца. Док остали жлездани елементи дегенеришу у панкреаса на горњи начин пресађена, Langerhans-ова острвца остају активна. Унутрашње лучење панкреасово делује на гликогенску функцију јетрину, обуздавајући производњу шећера на рачун гликогена. После екстирпације панкреаса гликоген брзо ишчезава из јетре и мишића.

ТИРОИДНЕ И ПАРАТИРОИДНЕ ЖЛЕЗДЕ

С обе стране гркљана налазе се, срасле међу собом у један орган (у човека), или више мање одвојене једне од других (у већине домаћих животиња) тироидне и паратироидне жлезде, које се међу собом разликују и по својој хистолошкој грађи, и по своме ембриолошком развоју, и по својим физиолошким улогама.

Последице
аблације
тироидно-
га апарата.

Аблација целокупног тироидног апарата у човека, тј. аблација тироидних и паратироидних жлезда, узрок је многобројним поремећајима од којих се неки јављају одмах а други се развијају постепено, временом. Одмах се појављују живчани и пси-

хички поремећаји: дрхтање, мишићно грчење, гушење, делириум итд. Доцније пак, након неколико недеља или месеца, појављују се поремећаји сасма другог реда: лице постаје надувено и добива глупав израз; удови и цело тело постају дебљи, кожа сува и бледа; памћење опада у исто време са интелигенцијом. Ако је операција извршена на детету, растење се зауставља а такође и развитак умни што води ка кретинизму (глупавости). Ови познији поремећаји последица су аблације тироидних жлезда, док горе поменути поремећаји, који се дешавају одмах после операције, последица су аблације паратироидних жлезда. У животиња се могу извадити одвојено тироиде или паратироиде и тада се посматрају одвојено, према томе које су од тих жлезда извађене, само једни или други од горе поменутих поремећаја.

Тироидне и паратироидне жлезде врше поменуте важне Јодотирин. улоге својим унутрашњим лучењем. Те жлезде изливају у крвоток извесне производе који су организму потребни за његово нормално функционисање. Поремећаји тироиднога порекла ублажују се убризгавањем екстратка тироидних жлезда или просто узимањем у јелу животињске тироидне жлезде. Из тироидне жлезде добивено је хемијско једињење познатог састава, јодотирин, које садржи много јода и које је једно од активних састојака унутрашњега лучења те жлезде.

Унутрашње лучење паратироидних жлезда испуњава вероватно своју улогу неутралишући извесна токсична тела која постају у организму, док је унутрашње лучење тироидних жлезда потребно нормалноме метаболизму беланчевина.

НАДБУБРЕЖНЕ ЖЛЕЗДЕ

Изнад свакога бубрега налази се по једна мала жлезда: то су надбубрежне жлезде. Кад се оне изваде наступа неминуовно смрт после краткога времена (неколико дана). Животиње којима су надбубрежне жлезде одузете одликују се, пре него што ће умрети, великом мишићном слабошћу и непоузданим покретима задњих удова.

Из надбубрежних жлезда добивено је тело познатог хемијскога састава, које се чак може добити и вештачком синтезом, а које је врло значајно са свога физиолошкога утицаја. То се тело зове адреналин. Адреналин изазива јаке вазо-констрикције. Довољне су бескрајно мале количине тога тела да би се његовим дејством на крвне судове изазвало повећање крвнога притиска. У пса средње величине довољно је зато убризгати у крвоток један хиљадити милиграм адреналина.

Адреналин.

Адисон - ова бронзана болест, која је карактерисана појављивањем тамне обојености коже мимо мишићне слабости (астеније), последица је недовољности надбубрежне функције.

Као што смо раније поменули, адреналин се употребљава, са своје вазо-констрикторне моћи, против крволиптања.

ХИПОФИЗА

Аблација
хипофизе.

Хипофиза је једна израстао која се налази на доњој страни енцефала, али није живчане природе јер ембриолошки води своје порекло од једњака, од кога се врло рано издваја. Нема сумње да и хипофиза игра улоге неким својим унутрашњим лучењем. Њена аблација производи обично смрт после мало времена. Али треба имати на уму да се аблација постиже, услед положаја епифизе, врло тешком операцијом, тако да се не може увек тврдити да је смрт последица одсутности тога органа а не последица саме операције. Пас коме је хипофиза извађена на неколико дана после рођења, расте много спорије од нормалнога пса, кости окошчавају непотпуно, а разне жлезде закржљавају, нарочито тироидне. Патолошко стање акромегалија која се одликује нарочито превеликим развитком и задебљалошћу ногу, руку, носа, у вези је, изгледа, са хипертрофијом хипофизе.

СЛЕЗИНА

Улоге
слезине.

Тај непарни орган који се налази у трбушној дупљи може да прими у се велике количине крви, ширећи своје крвне судове. На тај начин слезина врши улогу регулатора крвотока портиног система, јер се слезинина вена улива у вену порту. Слезина је важно место производње белих крвних зрнаца. Крв која излази из слезине садржи много више леукоцита од крви која у њу ступа. У слезини се такође разоравају црвена крвна зрнаца, а вероватно и да се стварају у томе органу. Мимо свих тих важних улога, слезина се може извадити а да се тиме не изазову никакви поремећаји у организму. То значи да други органи узимају на себе улоге које слезини припадају, а у првоме реду лимфатичне ганглије. У инфекционим болестима слезина може врло много повећати своје димензије. То је знак да тај орган узима удела у борби против патогених чинилаца инфекције.

ЧЕТВРТИ ДЕО

Функције односа

Органске функције о којима је било говора у претходноме делу ове књиге служе промету материје и енергије у организму. Друге физиолошке функције, које се зову функције односа, имају задатак да одржавају везу између организма и спољашње средине и да подешавају функционисање организма према променљивим приликама те средине. Истина је да су и размене материје и енергије, које сачињавају исхрану живог организма, један однос, једна веза његова са средином у којој се налази. Али та веза постоји с тога што организмов промет материје и енергије има своје почетне и завршне тачке у спољашњој средини. Циљ те везе није да успостави неки однос између организма и спољашњег света већ да зајемчи двогуби промет који се збива у живоме организму. Функције односа пак имају нарочити задатак да одржавају везу између организма и спољашњег света отварајући, тако рећи, организам спољашњим утицајем и регулишући његове органске функције према спољашњим приликама, тако да се тиме успоставља однос између спољашњих прилика и организмова функционисања. На тај начин омогућено је одржавање живота у променљивим погодбама средине.

Двојаки
односи ор-
ганизмови
са среди-
ном.

Живчаноме систему, чулним органима и мишићном систему припадају функције односа.

ГЛАВА ПРВА

Живчани систем

Увод

Жива тела као и предмети који нису живи подлежу утицају разних спољашњих чинилаца. И на једнима и на другима ти чиниоци могу производити разне промене. Међутим постоји једна битна разлика између та два случаја: на мртве природне предмете утицај спољашњих чинилаца обично је само непосредан, док је у живих бића тај непосредни, првобитни утицај махом полазна тачка дубљим променама самога физиолошкога механизма. Узмимо један пример: исти ће ваздушни талас изазвати треперење бубне опне органа за слух и ма које разапете мртве мембране; али док ће се у последњему случају његово дејство ограничити на ту чисто физичку појаву, у првome ће случају она бити попраћена дубљим променама у организму: изазваће промену стања свести, т. ј. осећај звука, или какав покрет, и т. д. С тога се може рећи, да се у главном мртви предмети понашају пасивно према спољашњим утицајима, док жива бића одговарају или реагују на те утицаје.

Жива тела
и спољаш-
њи чинио-
ци.

Чиниоци на чији утицај жива бића реагују зову се надражаји. Надражаји нису друго до разни облици енергије: светлосна енергија, енергија звучнога таласа, хемијско дејство, електрицитет, топлота, механички рад.

Надража-
ји.

Промене које надражаји изазивају у живих бића у главном су двојаке: једне су субјективне, т. ј. састоје се у променама свести; оне се зову осећаји. Свако од нас зна за осећаје што се зову светлост, звук, топлота, мирис, бол, притисак... Осећаји су чисто субјективне појаве које се дакле не састоје ни у каквим променама које може ико други констатовати осим онога у чијој се свести дешавају. Међутим изгледа очевидно да сваки осећај, као и свака психичка функција, мора бити у вези са неком материалном или енергетском променом у орга-

Осећаји.

низму, која им претходи; јер кад се ништа ни у ком смислу, т. ј. ни материалном ни енергетском, не би променило у живчаним средиштима, на пример појавом осећаја светлости, по чему би се тај осећај разликовао од његове одсутности? Те промене које се логично морају дешавати у живчаним средиштима при постајању осећаја, до данас су нам остале потпуно неприступачне у својој природи.

Друга врста промена које ти спољашњи чиниоци, надражаји, изазивају у организму односе се на функционисање разних органа, а поглавито на функционисање мишића, што се изражава кретањима разних делова организма и кретањем целог организма у простору.

Примањем спољашњих надражаја и одговарањем на њих успоставља се између организма и његове средине тесан однос који чини да живо биће у свакоме тренутку зависи од средине у којој живи.

Две врсте односа организма са средином.

Према томе, жива су бића на два начина у односу са спољашњом средином. Први се начин састоји у оним разменама енергије и материје које сачињавају појаву исхране, са којом смо се већ упознали; а други однос је овај који сада изложисмо и који се састоји у реаговању организма на надражаје.

Треба напоменути да се и овај последњи однос организма са средином своди најзад на размене материје и енергије: јер надражаји, као што рекосмо, енергетски су чиниоци, а реаговања на њих појаве су које почивају на прометању материје и енергије. Али тај се однос разликује од онога што га сачињава исхрана тиме, што енергија која представља надражај не снабдева појаве које тај надражај изазива; он им је само подстрек, тако да бескрајно мала количина енергије једнога надражаја може изазвати појаве представљене бескрајно већом количином енергије. На незнатну количину енергије коју развија бич, коњ одговара врло знатном производњом мишићнога рада. Надражај и реаговање стоје у томе погледу у сличном односу као енергија коју топција произведе да би испалио топ, и енергија коју експлозив при томе развија.

Реаговање на надражаје погодба је опстанка организма.

Лако је увидети да је реаговање живих бића на надражаје погодба њихова опстанка. Та им особина омогућава избегавање штетних и кобних утицаја и погодаба, а тражење корисних и потребних.

Моћ реаговања на надражаје у служби је дакле целог животнога функционисања, али треба нарочито истаћи, да она зајемчава оне размене енергије и материје које сачињавају ис-

храну и које су, као што знамо, основа животнога механизма. На пример, амеба ће у додиру честице органске материје реаговати пуштањем псевдопода који ће је обавити, што је прва погодба да би та честица послужила њеној исхрани. Лист ће на светлосни надражај одговорити на начин који је повољан обављању хлорофилне функције, корен и стабло управљаће се такође према светлости и влази у корист вршења својих улога. Помоћу својих чула и мишића, животињски организам долази до потребне му хране, избегава неповољне а тражи повољне животне погодбе. Живот је дакле могућан једино под погодбом, да живо биће одговара на извесан начин на спољашње чиниоце.

Рекли смо, да надражаји производе или субјективне појаве, осећаје, или промене органских функција. Те су две врсте појава обично скопчане међу собом: надражај најпре производи осећај, т. ј. постаје свесан, пак тиме постаје полазна тачка вољним радњама и покретима. Али тако исто те две врсте појава могу бити и усамљене: надражај може дати осећај који није попраћен никаквом променом органских функција (можемо чути звук, видети светлост, а да никаквога објективнога знака не дамо о тим осећајима); с друге стране, надражај може изазвати разне промене органских функција (мишићних, жлезданих, ...) а да не изазове никакав осећај. То утицање надражаја на органске функције преко живчаног система а без производње осећаја, т. ј. без удела свести, назива се рефлексима.

Осећаји и рефлекси.

До сада смо сматрали да надражаји долазе из спољашње средине организмове; али они могу постајати и у самоме организму и производити осећаје и рефлексе. Осећаји унутрашњег порекла јесу глад, жеђ, потреба мокрења и изметања, и др. Већина органа полазна су тачка надражајима који производе осећаје тек пошто је њихово функционисање поремећено: за многе органе добивамо субјективног знака да постоје тек пошто нас заболе. Од највеће су важности рефлекси што их производе надражији унутрашњег порекла. Ти рефлекси управљају функционисањем органа (на пример срчани рефлекс о коме је реч стр. 221).

Осећаји и рефлекси унутрашњег порекла.

Док најнижи организми примају непосредно надражаје оном истом протопласмом којом и реагују, више животиње имају у циљу примања, преноса и прераде надражаја нарочите органе и системе. Органи који примају надражаје из спољашње средине, јесу чулни органи. Систем који преноси те надражаје, који их у својим центрима или претвара у осећаје или спроводи у органе на које ће деловати, јесте живчани систем.

Живчани систем.

О чулима и чулним органима биће доцније речи. Сада ћемо се позабавити живчаним системом.

Церебро-
спинални
и симпа-
тични жив-
чани си-
стем.

У кичмењака је уобичајено делити живчани систем на церебро-спинални и на симпатични систем. Први се састоји из средишњег дела, који се налази у шупљини лобање и кичме, и из периферијског дела, представљеног живцима који полазе од средишњег дела. Симпатични систем, који се састоји из двоструког ланца ганглија што се протеже с обе стране кичме, у вези је са церебро-спиналним системом, и као и овај пушта многобројне живце.

Церебро-спинални систем служи поглавито преносу надражаја са површине тела у свој средишњи део; претварању тих надражаја у осећаје; производњи живчаног инфлуksа који изазива вољне чинове, његову преносу до органа и производњи рефлекса чија је полазна тачка у спољашњим надражајима. Церебро-спинални систем одржава дакле везу између организма и његове средине; он је такође седиште психичким функцијама.

Симпатични систем пак одржава везу поглавито између самих органа, зајемчава њихово функционисање и складну сарадњу. Први се систем назива стога још и живчаним системом животињског живота, а други живчаним системом вегетативног живота.

Средишњи део церебро-спиналног живчаног система састављен је из енцефала, т. ј. оног дела који је смештен у лобањи, и кичмене мождине, која се налази у шупљини кичме. Та два дела везана су једно за друго једним посредним делом, то је продужена мождина, која из лобањске кутије пролази кроз потиљачну рупу и ступа у кичмени канал. Енцефал и продужена мождина пуштају дванајест пари живаца, који излазе из лобањске кутије на разне отворе и иду у разне органе, то су лобањски живци. Од кичмене мождине полазе такође живци (31 пар у човека), који излазе из кичменог канала на отворе који се налазе између кичмених пршљенова и иду у разне делове тела. То су мождински живци или спинални живци.

Градиво живчаног система.

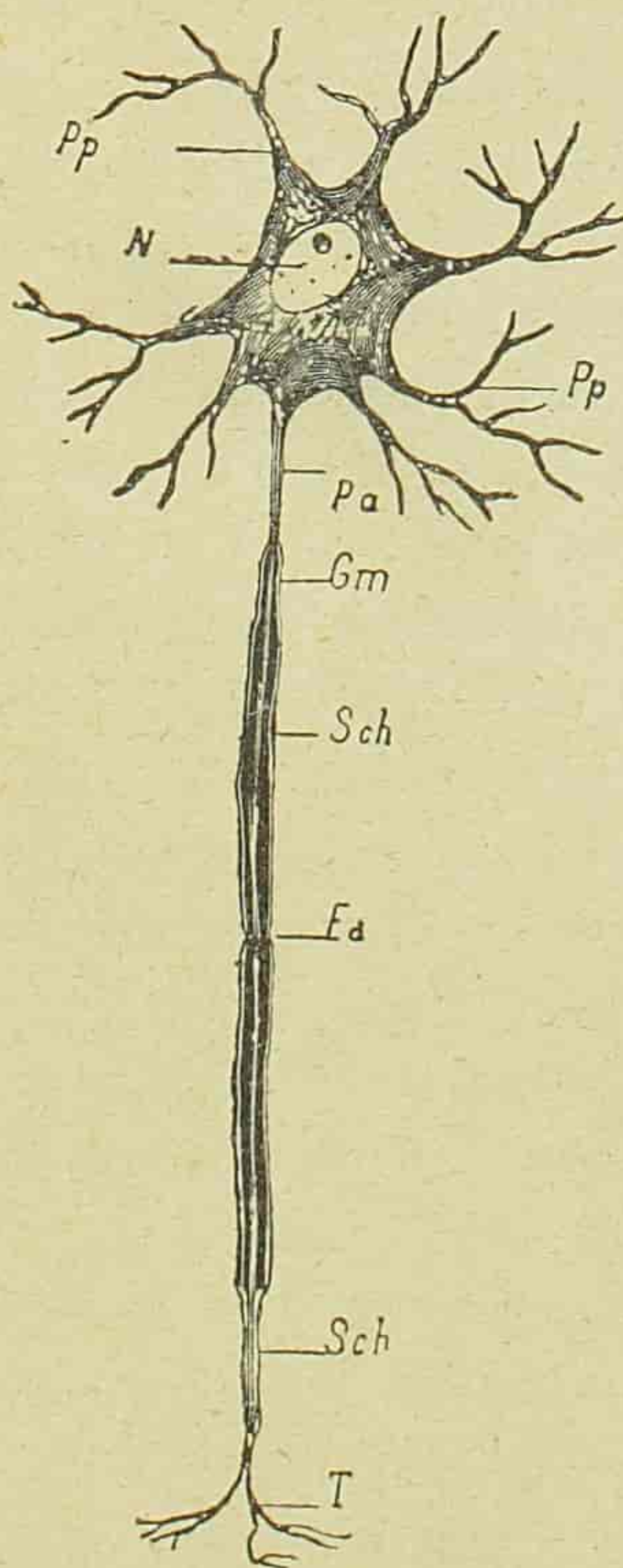
Неурон

Хистолошки елементи који су главно градиво живчаног система и којима припадају његове физиолошке улоге, јесу неурони. Ти елементи могу имати различне изгледе. Али у свакоме случају неурон је једна ћелија од које полази већи или мањи број кончастих продужетака. Обично разликујемо две врсте тих продужетака. Једни су кратки, многобројни и обилато раз-

гранати: то су протопласматски продужеци или дендрити. Друга врста кракова живчаних ћелија називају се цилиндер-аксиси; они су махом дугачки, могу бити и врло дугачки, а свака ћелија пушта само по један од тих продужетака. Цилиндер-аксис се завршава цбуном многобројних кратких огранака, а и успут пушта огранке. Цилиндер-аксис је састављен из кончића, фибрила, који су продужетак кончасте мреже која се налази, као што ћемо видети, у ћелијској протопласми и дендритима. Према томе постоји преко тих кончића веза између дендрита и цилиндер-аксиса, што је свакако важно за схватање преношења надражаја у неуронима. Обично се цилиндер-аксис налази у средини подебљега омотача састављена из беле и сјајне материје која се зове миелин, и која даје „миелинским живцима“ њихову боју и сјај. Миелински је омотач пак обавијен споља *Schwann*-овом опном. Слика 58 представља шематички један неурон.

Неурон је дакле једна живчана ћелија са крацима који од ње полазе. Ћелија или боље неуронско тело трофички је центар целог неурона; то значи, да неуронско тело храни и одржава живот целог неурона. Ако се пресече цилиндер-аксис, тада онај део који није више у вези са неуронским телом дегенерише, док други део остаје у животу а може и да регенерише изгубљени део. У томе се састоји *Waller*-ова дегенерација живчаних влакана, која је, као што ћемо видети, учинила велике услуге у изучавању грађе и функционисања живчаног система.

Протопласма живчаних ћелија саграђена је из мреже кончића, неурофибрила, који се простиру и по продужецима, дендритима и цилиндер-аксису. У тој мрежи запетљана је једна маса која представља ахроматински део живчане ћелије. Док се кончићима приписује спровођење надражаја и других живчаних инфлукса, ахроматинска материја сматра се извором енергије потребне функционисању живчане ћелије. У прилог томе схватању



Waller-ова
дегенера-
ција.

Грађа жив-
чане ће-
лије.

Слика 58.

Pr дендрити. — *Pa* ци-
линдер-аксис. —

Gm. миелински омотач.
— *Sch* Шванова опна. —

T цбунасти завршетак
цилиндер-аксиса. —

N једно неуронскога
тела.

говори чињеница, да кончићи, као што рекосмо, везују ћелију и њене продужетке, и да ахроматинска материја нестаје кад је живчана ћелија радом изнурена.

Неуронска
теорија.

По неуронској теорији, која је данас готово опште примљена теорија живчаног система, неурони су на овај начин у односу међу собом: крајњи огранци цилиндер-аксиса једнога неурона у додиру су са дендритима другог неурона; међу неуронима не постоји дакле непрекидност (континуитет), већ само додир (контигуитет).

Амебоидна
кретања
дендрита.

Држи се, да живчана ћелија може своје дендрите да развлачи и повлачи, и на тај начин да успостави или прекида додир са огранцима цилиндер-аксиса другог неурона. На томе „амебоидизму“ дендрита почива теорија сна: сан би наступао прекидом додира неурона моздане коре услед повлачења дендрита.

Правца
преношења.

По теорији о неурону, неурони преносе надражаје само у једноме правцу: од дендрита ка неуронском телу а од овога у правцу ка цилиндер-аксису. То правило важи за пренос надражаја од периферије ка живчаним средиштима као и за пренос живчаног инфлукса од центара ка периферији, у вољним и рефлексним покретима. На пример, при производњи рефлекса, надражај који је дошао са површине тела једним неуроном, прелази у кичменој моздини на други неурон и то овим путем: са крајњих огранака цилиндер-аксиса првога неурона прелази у моздини на дендрите другог неурона пак преко неуронског тела на цилиндер-аксис, који иде у орган у коме ће се извршити рефлексни покрет.

Живци.

Живци, ма који то били, нису друго до снопови цилиндер-аксиса. Неуронска тела пак, којима ти цилиндер-аксиси припадају, налазе се у разним деловима средишњег живчаног система (енцефал, продужена моздина, кичмена моздина) или у ганглијама ван њега (симпатичне ганглије, спиналне ганглије). Као што се види, надражаји, или живчани инфлуksi, преносе се неуронима увек у једноме одређеном правцу, и преносе се са једнога на други једино додиром цилиндер-аксиса са дендритима. У погледу тога преношења, цилиндер-аксиси који се налазе у живцу у једноме снопу, изоловани су једни од других онако као што су изоловане две жице које се налазе у једноме гајтану који снабдева електричну сијалицу.

Према правцу у коме преносе надражаје, живци су центрипетални иди центрифугални. Први преносе надражаје са површине или из унутрашњости организмове ка средишњем живчаном систему. Они се зову сензитивним живцима или живцима за осетљивост, премда надражаји које пре-

носе не производе увек осећаје. Други преносе живчани инфлукс од живчаних центара ка органима. Тај инфлукс може бити производ центара који изазивају вољне радње а може бити и производ центара преко којих се врше рефлекси. Центрифугални живци се називају моторним живцима или живцима за покретљивост, премда не изазивају увек покрете, т. ј. мишићна грчења, већ могу утицати на лучење жлезда а и спречавати покрете односно грчење мишића.

Живци су често мешовити, т. ј. служе преношењу надражаја у оба правца. Такви су живци сензитивни и моторни. Али они у ствари садрже две врсте живчаних влакана од којих су једна само сензитивна а друга само моторна, јер једно исто живчано влакно не може служити преношењу надражаја у оба правца. Мешовит живац састављен је у ствари из два живца спојена у један сноп.

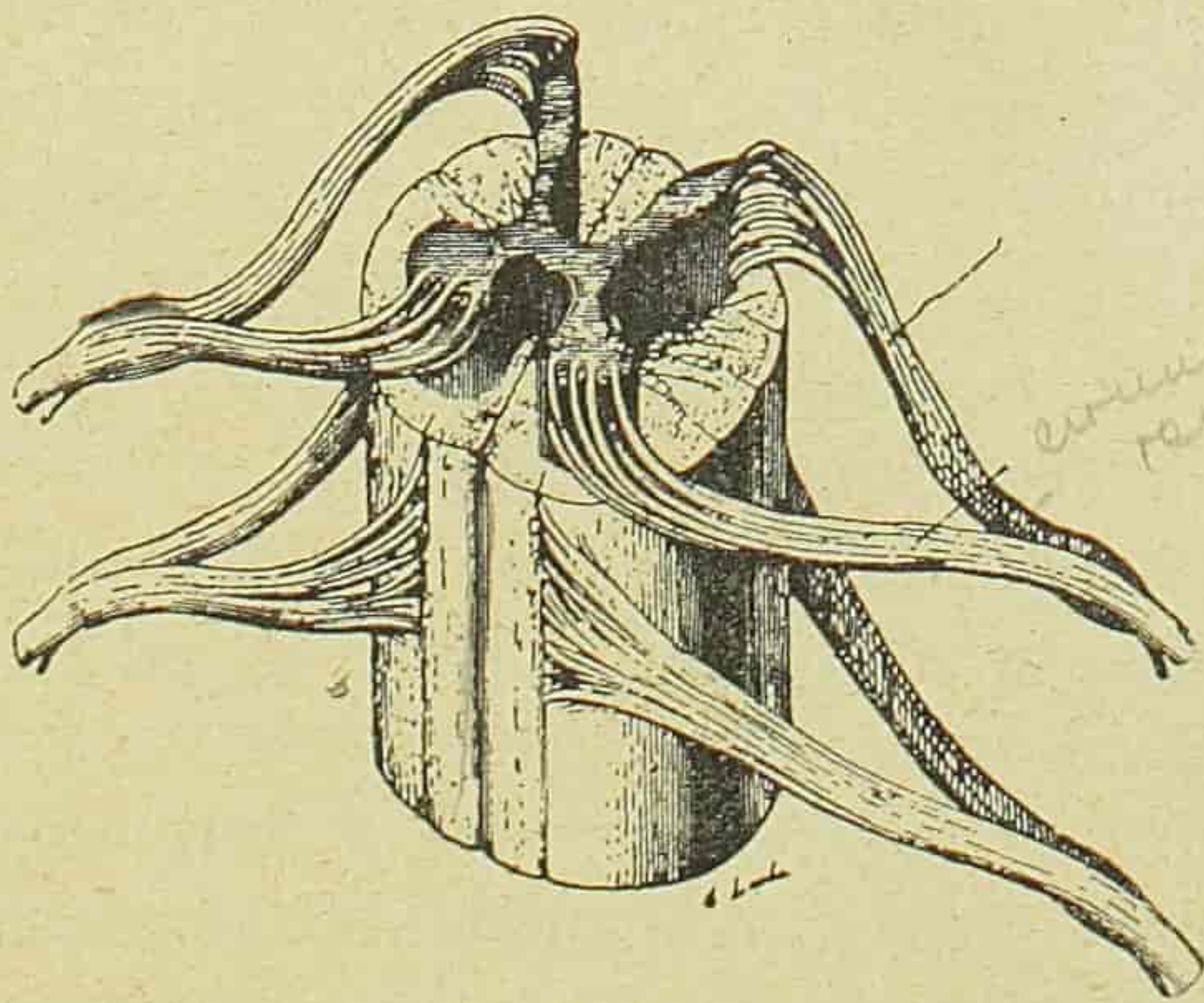
КИЧМЕНА МОЖДИНА

Почнимо са кичменом možдином изучавање средишњег живчаногa система. Ни у коме другоме питању анатомија и физиологија нису толико присно удружене као у изучавању живчаногa система: анатомија његова доприноси схватању његова функционисања, као што с друге стране функционисање његово даје драгоцене податке о његовој грађи.

Кичмена је možдина стуб живчане материје који се налази у кичменоме каналу. Горњим својим делом наставља се продуженом možдином и енцефалом. Кичмена možдина, као

Мождинске опне.

и остали делови средишњег цереброспиналногa система, обавијена је опнама: спољашња је дебља и отпорна, то је *dura mater*; унутрашња је прилепљена за саму možдину, танка је и врло нежна: то је *pia mater*, која, тако рећи, храни живчане органе које обавија, јер их она снабдева крвним судовима. Између њих се налази серозна мембрана *arachnoidea*. Између те две последње опне налази се слој церебро-спиналне течности, тако да је цео средишњи церебро-спинални систем са свих страна обавијен течностима.



Слика 59.

Одсечак кичмене možдине.

Сива маса пушта предње и задње корене који се изван možдине стапају у мешовит кичмени живац. На задњим коренима, на ономе месту где се састављају са предњим коренима, виде се спиналне ганглије.

Мождина има на својој предњој и задњој страни по једну уздужну бразду (сл. 59). Те бразде деле možдину на две симетричне половине, десну и леву. Из сваке половине излазе снопови кончића распоређених у два уздужна реда, тако да је њима свака



Корени
кичмених
живаца.

половина мождине подељена на три дела или вrpце: на предњу, бoчну и задњу вrpцу. Ти су снопови кончића корени кичмених живаца. Сваки од тих живаца постаје спајањем два таква корена од којих је један предњи, т. ј. који излази из мождине између предње и бoчне вrpце, а један задњи, т. ј. који излази између задње и бoчне мождинске вrpце. Сложени живац који је на тај начин постао излази из кичме на отвор који се налази између свака два кичмена пршљена. На сваком задњем корену кичмених живаца налази се једно округло задебљање у виду чвора: то су спиналне ганглије.

На једноме попречноме пресеку мождине (сл. 59) разликујемо јасно голим оком два дела: 1. средишњи део, тамније боје, који својим обликом подсећа на слово Н; то је сива маса; 2. периферијски део, који је беличаст: то је бела маса.

Сива маса има два задња и два предња крака: то су њени задњи и предњи рогови. У самој њеној средини, дакле у самој осовини мождине, налази се једна рупица: то је епендимски канал који се протеже дуж целе мождине и наставља у енцефалу његовим коморама.

Да видимо каква је грађа сиве и беле мождинске масе.

Предњи и
задњи ро-
гови.

Сива је маса саграђена из неуронских тела и њихових продужетака, дендрита и цилиндер-аксиса. Она има речену затворену боју управо с тога што садржи неуронска тела и што цилиндер-аксиси који улазе у састав сиве масе немају миелина.

Бела маса кичмене мождине саграђена је искључиво из таквих живчаних влакана, цилиндер-аксиса, који имају свој миелински омотач. Тај јој миелин даје беличаст и сјајан изглед. Живчане ћелије којима припадају цилиндер-аксиси мождинске беле масе, не налазе се дакле у овој, већ изван ње, и то, као што ћемо видети, или у сивој мождинској маси, или у енцефалу, или, најзад, у спиналним ганглијама.

Корени кичмених живаца, па дакле и ти живци, састављени су из живчаних влакана која такође улазе у састав беле масе.

Рекли смо, да влакна која граде кичмене живце имају миелински омотач и Schwann-ову опну. Та влакна улазећи у белу масу мождине губе Schwann-ову опну али задржавају свој миелин. Прелазећи пак из беле у сиву масу губе и тај омотач, тако да остају голи цилиндер-аксиси.

Мождин-
ски снопо-
ви.

Живчана влакна из којих је саграђена бела маса кичмене мождине играју улогу спроводника разних надражаја у разним правцима: од површине мождине ка њеној сивој маси или ка мозгу и другим живчаним средиштима; и у супротном правцу.

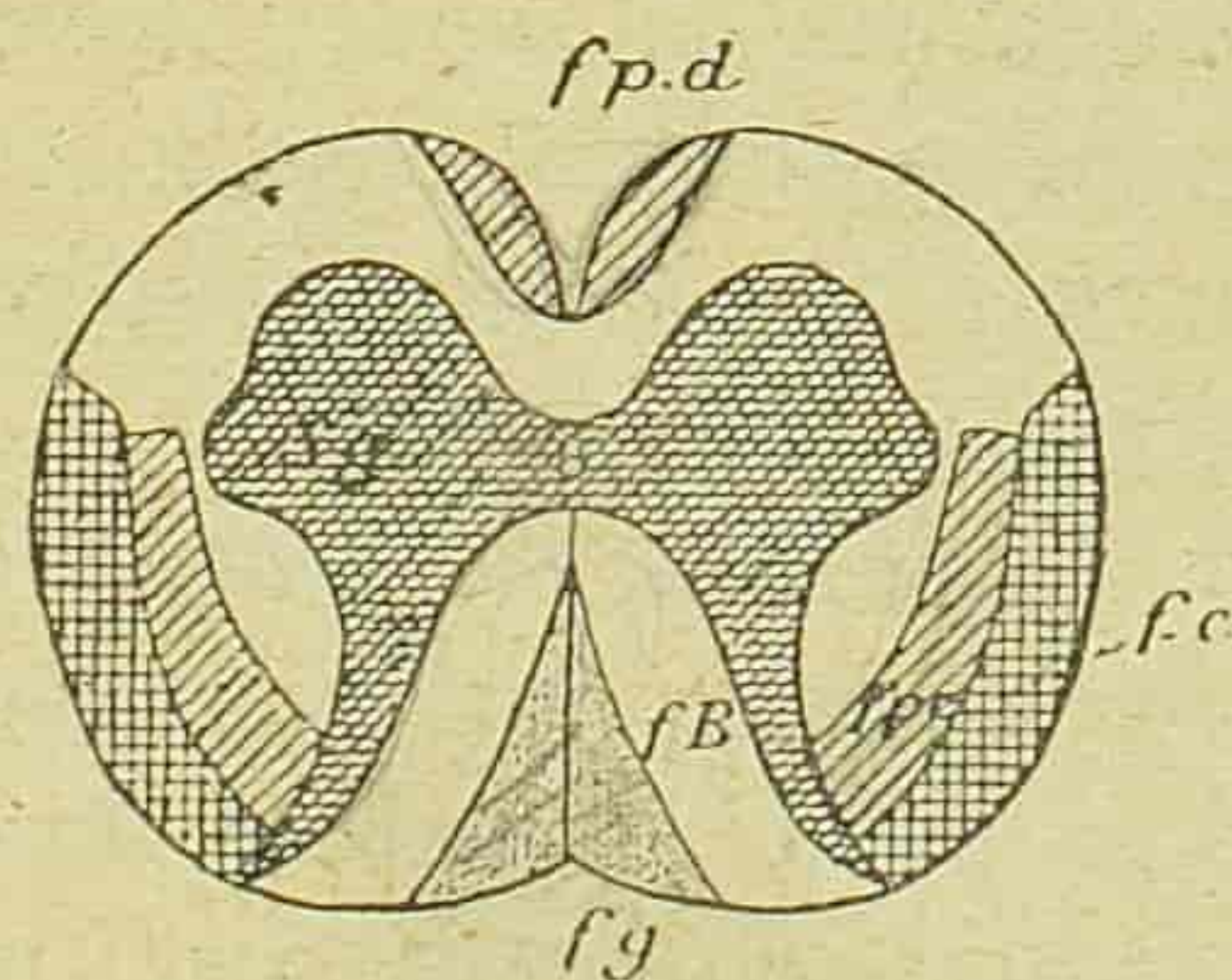
Чвора
шала

Живчана влакна беле масе кичмене мождине могу се, према улогама које играју и према месту где се налазе живчане ћелије којима припадају, груписати у извесан број снопова, који се протежудужином мождине а који се на попречним пресецима мождине указују у разним облицима (сл. 60).

То систематизовање беле масе постигнуто је у главноме двама методама. Прва се састоји у искоришћавању Waller-ове дегенерације о којој је горе било речи: уништивши центар од кога полазе живчана влакна, или пресекавши ова на једном месту, прати се на микроскопским пресецима живчаног система траг њихова дегенерисања, који назначује у исто време и пут којим су влакна ишла.

Посматрањем дегенерације живчаних влакана, на попречним пресецима мождине на разним висинама, дознаје се, да једна од тих влакана имају своје живчане ћелије у самој мождини, а друга изнад мождине у другим живчаним центрима. Јер после тих пресека посматра се, да једна влакна дегенеришу у ономе делу пресечене мождине који је изнад тога пресека: то су она влакна чије се ћелије налазе у делу мождине испод пресека. Друга влакна дегенеришу у делу мождине који је испод пресека: то су она чије се живчане ћелије налазе изнад тога пресека.

Друга метода која је много допринела систематизовању мождинских елемената јесте Flechsig-ова метода. Она се састоји у овоме што следи. У току ембриолошкога развитка, живчана се влакна у почетку састоје из голих цилиндер-аксиса, који се тек доцније умотавају миелином. То снабдевање миелином, „миелинизовање“, не врши се у исто време за сва влакна, већ се нека раније а нека доцније миелинизују, што дозвољава да се у средишњем живчаном систему групишу живчана влакна која се у исто време миелинизују. На тај се начин добива извесан број снопова тих влакана. Природно је претпоставити да се ти снопови не разликују једино по времену свога миелинизовања, већ и по својим улогама и по својем пореклу. У осталом утврђено је, да се резултати добивени тим двама методама слажу и допуњују.



Дегенери-
сање сно-
пова мож-
динских.

Слика 60.

Шематички пресек кичмене мождине. Sg. сива маса; f. p. d. неукрштени пирамидални сноп; f. p. c. укрштени пирамидални сноп; f. c. неукрштени сноп малога мозга; f. B. Burdach-ов сноп; f. G. Goll-ов сноп.

Систематизовање
улоге беле масе
по Flechsig-овој
методи -
миелинизовање
и време

На тај начин дошло се до следећег систематизовања беле масе кичмене мождине.

Неукрштени пирамидални сноп.

Посматрајмо у томе циљу најпре предњу и бочну врпцу кичмене мождине, узете као једна целина, т. ј. онај део кичмене мождине који се налази између предње бразде и оне бразде из које излазе задњи корени кичмених живаца. У томе делу мождине разликујемо најпре сноп који се налази уз саму предњу бразду. То је неукрштени пирамидални сноп или Türgsk-ов сноп (сл. 60. *f. p. d.*). Тај сноп дегенерише на доле, т. ј. испод пресека; то значи да се неуронска тела његових влакана налазе изнад мождине. И заиста, она се налазе у сензитивно-моторној зони коре великога мозга. Влакна која граде неукрштени пирамидални сноп јесу цилиндер-аксиси тако званих пирамидалних ћелија реченога дела мозга, из којих полазе надражаји за производњу вољних покрета. Неукрштени пирамидални сноп моторан је сноп. Тај се сноп, као што му име казује, не укршта, т. ј. његова се влакна налазе у мождини на истој страни са које су пошла из мозга. Дошавши у продужену мождину, пре него што ће прећи у кичмену мождину, неукрштени пирамидални снопови пролазе кроз предње испупчене делове издужене мождине који се зову пирамиде (сл. 61). Отуда им име. Силазећи кичменом мождином, неукрштени пирамидални сноп шаље успут постепено своја влакна у сиву масу. Прешавши кроз сиву масу у њен предњи рог у супротној половини мождине, та се влакна завршавају у додиру великих живчаних ћелија тога рога. Према томе, неукрштени пирамидални сноп постаје све тањи што се више спушта мождином. Он се не укршта, али, као што видесмо, укрштају се његова влакна када се од њега одвајају. Према томе, надражај или живчани инфлукс што га преносе неукрштени пирамидални снопови прелази из једне половине мозга у супротну половину кичмене мождине.

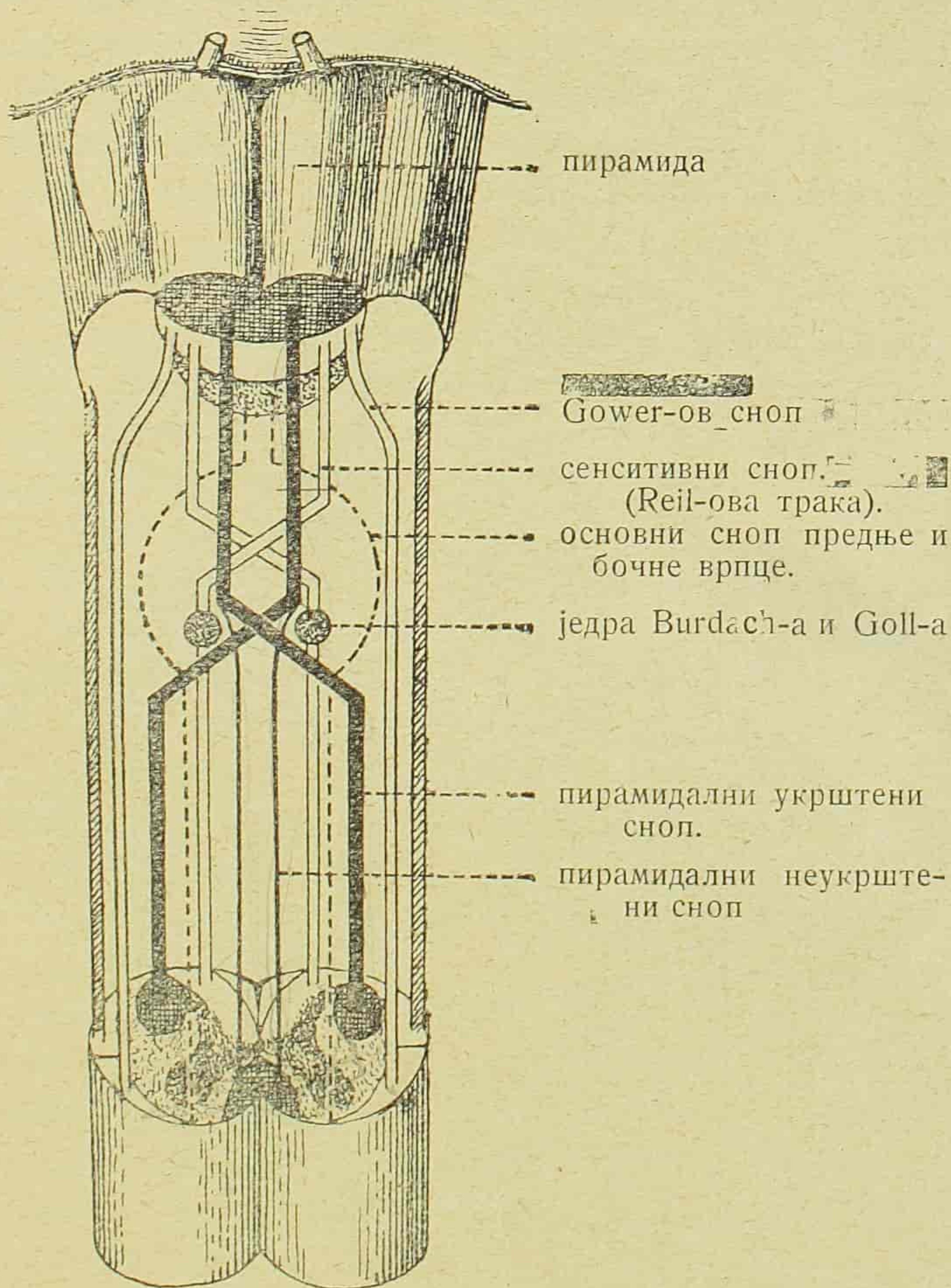
Укрштени пирамидални сноп

Други моторни сноп који налазимо у кичменој мождини јесте укрштени пирамидални сноп. Његова влакна истога су порекла као и влакна пређашњег снопа: припадају пирамидалним ћелијама моторне зоне великога мозга. Тај се сноп разликује од пређашњег тиме што заузима друго место у кичменој мождини и што у продуженој мождини, пре него што ће доћи у кичмену мождину, прелази на супротну страну, т. ј. сноп који долази из десне половине мозга укршта се са оним који долази из леве (сл. 61). Пре укрштања ти снопови пролазе кроз пирамиде као и пређашњи снопови. Отуда име укрштеног пирамидалног снопа. Дошавши у кичмену мождину, пушта постепено

пено влакна која улазе у сиву масу и завршавају се у додиру моторних ћелија у предњему рогу с исте стране.

Укрштени и неукрштени пирамидални снопови служе преносу надражаја који постају у мозгу и који производе вољне покрете. То су дакле спроводници инфлуksа вољне покретљивости. Један и други снопо преносе те надражаје из једне половине мозга у супротну половину кичмене мождине.

Спроводници вољне покретљивости.



Слика 61.

Прелаз снопова из кичмене мождине у продужену мождину.

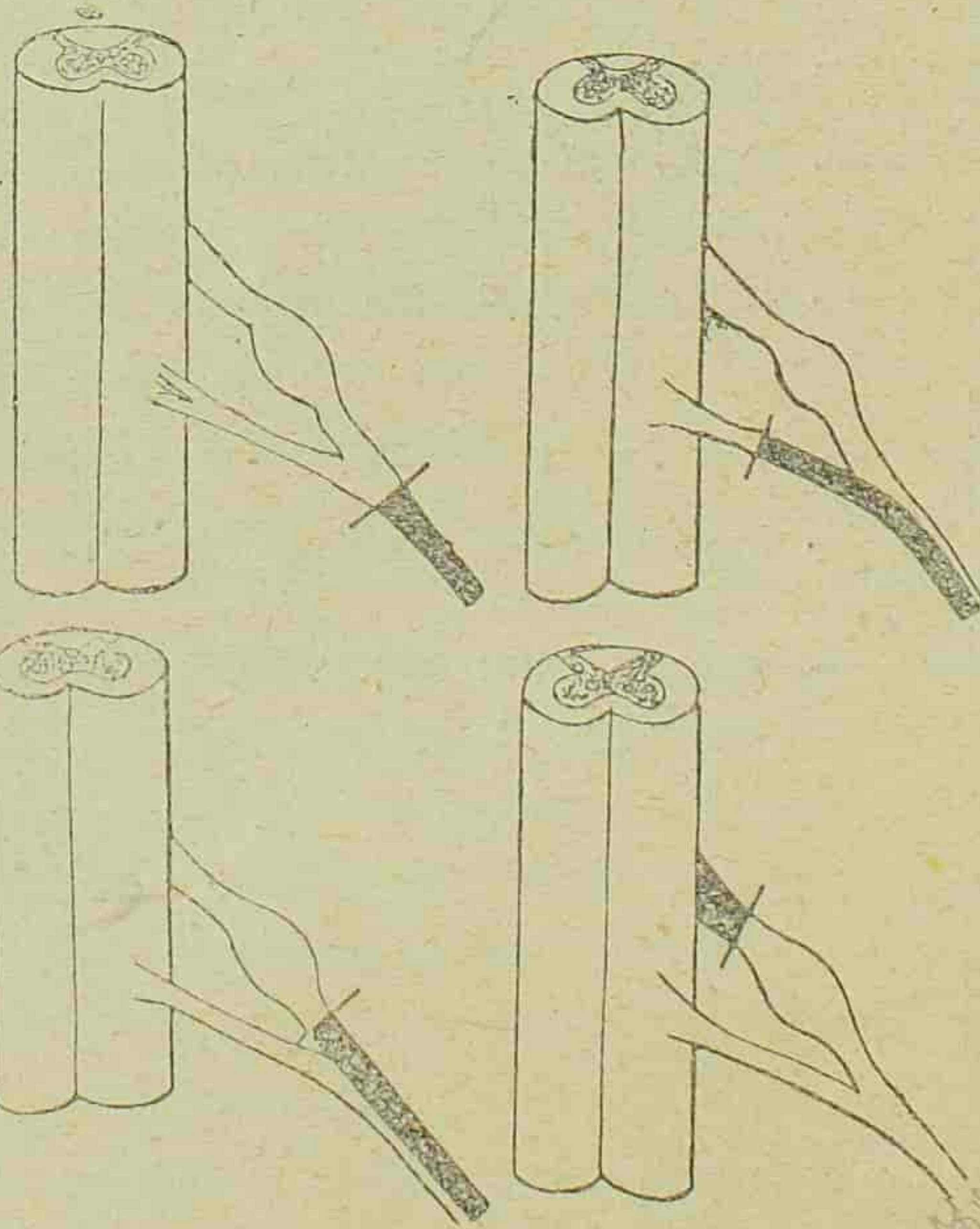
Видели смо, да се влакна оба пирамидална снопа завршавају у додиру великих моторних ћелија предњих рогова сиве масе. Цилиндер-аксиси тих моторних ћелија излазе из мождине и граде предње корене кичмених живаца (сл. 59). Предњи корен, спојивши се са задњим кореном, даје један кичмени живац. Влакна предњег корена, која се у томе живцу налазе, заврша-

Неурони
моторног
пута.

вају се у мишићима и преносе им надражаје који ће изазвати њихово грчење. То су дакле моторна влакна, а предњи су корени моторни корени. Та влакна дегенеришу од кичмене мождине ка периферији, као што показује слика 62, јер се њихов трофички центар налази, као што знамо, у сивој маси кичмене мождине.

Према томе, живчани инфлукс који ће изазвати какав вољан покрет, а који постаје у кори великога мозга, долази до органа који производи покрет (мишић) преко два неурона. Први је неурон онај чија је ћелија у кори великог мозга, а чији цилиндер-аксис припада пирамидалноме снопу; тај цилиндер-аксис завршава се у додиру другог неурона, чији цилиндер-аксис гради предње корене кичмених живаца.

Уз укрштени пирамидални сноп налази се у кичменој мождини неукрштени сноп малога мозга (сл. 60 f, с. 61). Тај сноп дегенерише изнад попречнога пресека мождине. Ћелије његових влакана налазе се у



Сензитивни
снопови.

самој кичменој мождини, и то у задњем рогу сиве масе у коме граде стуб назван Слагке-ов стуб. Цилиндер-аксиси тих ћелија излазе из сиве масе, прелазе у белу масу исте половине мождине, пак се у виду снопа пењу мождином, пролазе кроз продужену мождину и завршавају у кори малога мозга.

По ономе што знамо о правцу којим неурони преносе надражаје, овај их сноп мора преносити од доле на горе, тј. ка маломе мозгу. То је дакле центрипеталан сноп.

Слика 62.

Дегенерисање влакана кичмених живаца после разних пресека (дегенерисани снопови су црни). Задњи се корени распознају по забљању које представља спиналну ганглију.

живаца, који доносе надражаје са периферије тела. Не зна се који су то надражаји, које неукрштени сноп малога мозга преноси. Неки истраживаоци држе да су то надражаји мишићне осетљивости.

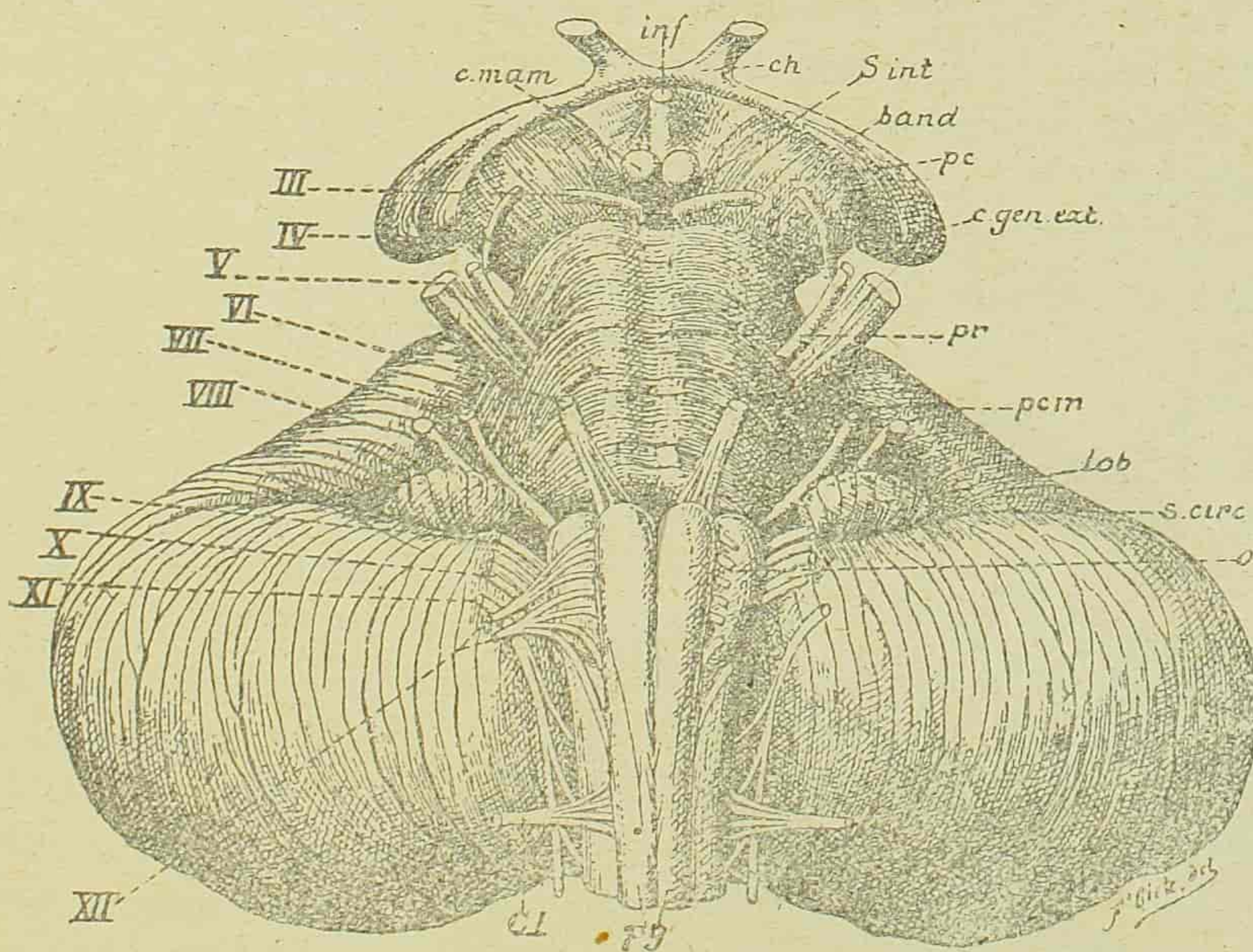
У бочној врпци мождине налази се још и Gower-ов сноп (сл. 64) И тај је сноп центрипеталан. Ћелије његових влакана налазе се

Ћелије Слагке-ова стуба у додиру су са влакнима задњих корена можданих

у сивој маси мождине, и то у задњим роговима у супротној половини мождине. У продуженој мождини влакна Gower-ова снопа прекидају се у додиру нових неурона чији се цилиндер-аксиси пењу ка кори великога мозга, где се и завршавају.

То су четири снопа што их садрже предња и бочна врпца кичмене мождине. Остатак тих врпца јесте основни сноп предње и бочне врпце. Тај је сноп састављен из влакана чије је и порекло и завршетак у самој мождини; то су влакна која не напуштају мождину. Њихове ћелије зову се врпчане ћелије, а налазе се у разним деловима сиве масе у предњим и

Брпчане
ћелије.



Слика 63.

Предња страна продужене мождине и малога мозга; Варолијев мост и краци великога мозга. pc. крак великога мозга; pr. Варолијев мост; o. маслина; ru. пирамида; SI. предњи корен првога кичменог живца; III-XII лобањски живци-

задњим роговима. Цилиндер-аксиси тих ћелија кад ступе у белу масу деле се у две гране: једна се пење у мождини, друга силази (сл. 67 NA 1). После краткога пута обе се гране савијају и враћају у сиву масу у којој се завршавају у додиру других неурона. На своме путу кроз белу масу, обе гране пуштају бочне огранке који такође улазе у сиву масу и ступају у однос са другим неуронима. Према томе, врпчане ћелије и њихова влакна спајају, удружују, разне спратове мождине. Ти неурони играју улогу у произвођењу рефлекса и у њихову ширењу у једној половини тела.

Остаје нам да видимо који се снопови налазе у задњој мождинској врпци. У њој су два снопа, који су и на површини мождине одвојени један од другог уздужном браздом.

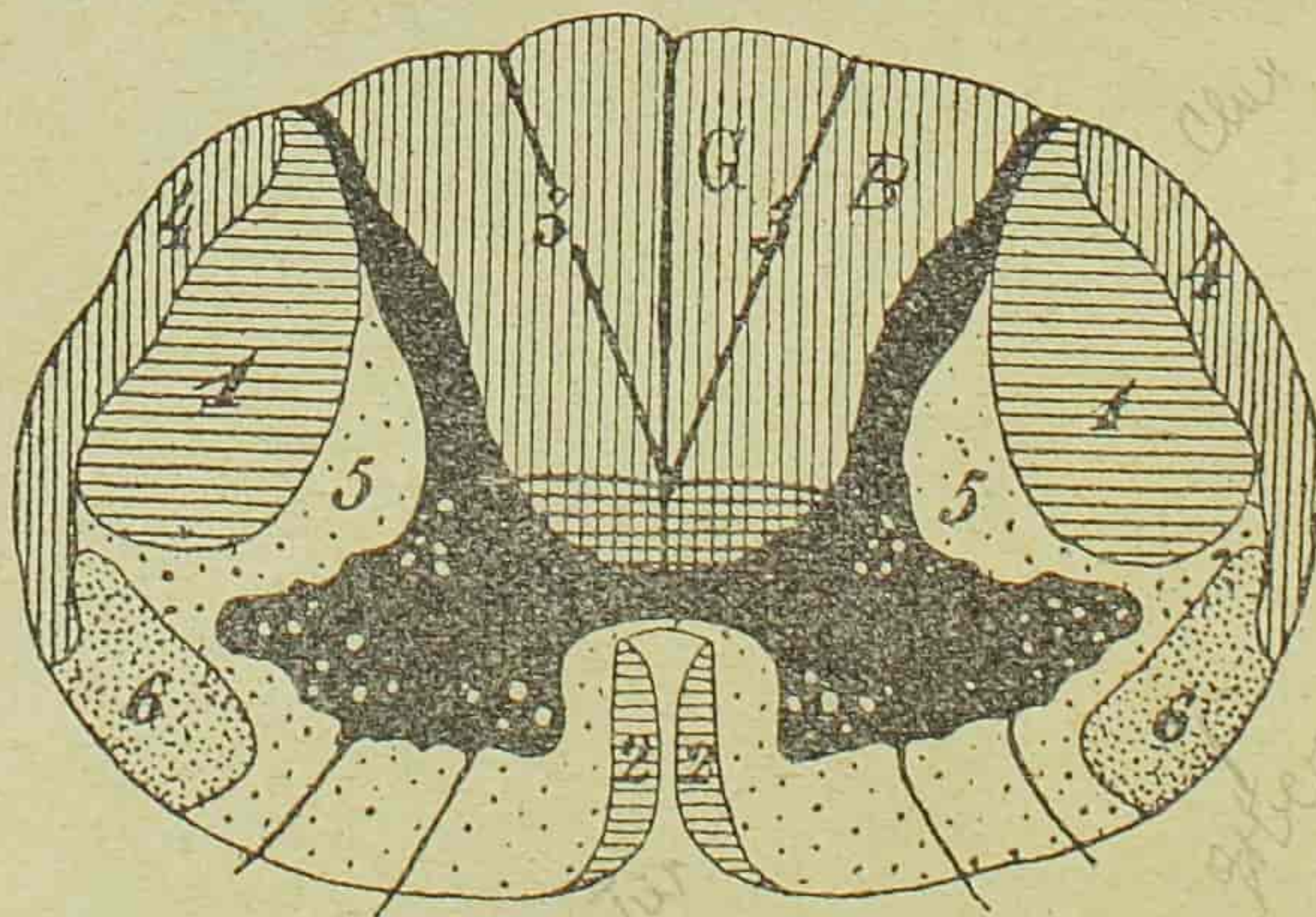
Један је Burdach-ов сноп или нежни сноп (*fasciculus gracilis*), (сл. 60 f B и 64 B) други је Goll-ов сноп или клинасти сноп (*fasciculus cuneatus*) (сл. 60 f G и 64 G).

Та су два снопа састављена поглавито из живчаних влакана задњих корена кичмених живаца. Ћелије тих влакана не налазе се у мождини, већ у чворовима или ганглијама које се налазе на задњим коренима кичмених живаца (спиналне ганглије).

Те се ћелије са својим продужецима разликују од типскога неурона како га описасмо. Ћелије спиналних ганглија пуштају један једини продужетак (сл. 67 NS); оне су дакле једнокраке или униполарне. Тај се продужетак рачва у два крака у самој ганглији. Један крак иде као саставни део кичмених живаца ка периферији и завршава се у кожи. Други иде у задње корене, који су од таквих влакана састављени, и улази у белу масу мождине.

Као што се види, такав неурон не одговара ономе типу неурона који нам је познат, јер овде не разликујемо две врсте продужетака, као што су дендрити и цилиндер-аксис. Али та је

разлика само привидна. Јер, најпре, у току ембриолошкога развојка, ћелије спиналних ганглија у почетку су двокраке, биполарне; један крак иде ка периферији, други ка мождини. Тек доцније постају униполарне, са једним краком који се рачва. На основу тога, периферијски се крак може сматрати да одговара једноме протопласматском продужетку. Он преноси



Слика 64.

Попречан пресек мождине. 1. Укрштени пирамидални сноп. 2. Неукрштени пирамидални сноп. 3. Задње мождинске врпце (В. Burdach-ов, G. Goll-ов сноп) 4. Неукрштени сноп малога мозга. 5. Основни сноп предње и задње врпце. 6. Gower-ов сноп.

надражаје, као и дендрити, правцем ка ћелији. Други крак, онај који иде ка мождини, јесте прави цилиндер-аксис. Затим, поменимо да су у риба ћелије спиналних ганглија увек биполарне. Протопласматски продужетак тих ћелија разликује се дакле од ден-

дрита нарочито тиме што је врло дугачак. Али у бескичмењака, у обичне глисте (*Lumbricus*), на пример, ћелије сензитивних влакана које одговарају ћелијама спиналних ганглија кичмењака, налазе се у самоме тегументу, тако да је протопласматски продужетак тих ћелија кратак. Све то казује, да се ћелије спиналних ганглија у сисара могу сматрати неуронима чији се је протопласматски крак необично развукао сеобом ћелије од површине тела ка мождини.

Влакна су задњих корена сензитивна, т. ј. преносе надражаје, које примају на површини тела, ка мождини. Да видимо шта бива са тим влакнима када продру у мождину.

Дошавши у белу масу, она се рачвају. Једна грана силази, друга се пење мождином. Прва је кратка и после неколико центиметара скреће ка сивој маси и продире у њен задњи рог. Влакно ту ступа у додир са ћелијама које се налазе у томе рогу, а то су врпчане ћелије, о којима је горе било речи. Што се тиче друге гране, она може имати разне дужине. Ако је кратка она се завршава у сивој маси мождине у додиру ћелија Clarke-ова стуба. Те су ћелије пак, као што смо рекли, полазна тачка влакнима неукрштенога снопа малог мозга. Сада знамо којим путем надражаји са периферије долазе до малог мозга.

Сензитивни путеви.

Ако је грана, која припада влакну о коме је реч, дугачка, она се тада пење мождином у Goll-ову снопу и завршава се у средњем делу продужене мождине. Ту се налазе са сваке стране две групе живчаних ћелија, Burdach-ово и Goll-ово једро, и у њихову додиру се завршавају сензитивна влакна која долазе из мождине и која граде снопове истога имена.

Поменимо да та влакна пуштају успут многобројне бочне огранке који продиру у сиву масу и завршавају се у додиру разних ћелија: моторних ћелија предњих рогова, ћелија Clarke-ова стуба, ћелија које удружују разне спратове мождинине. Додир тих сензитивних влакана са моторним ћелијама предњих рогова даје један прост рефлексни лук.

Од Burdach-ова и Goll-ова једра полазе нова живчана влакна, која нису друго до цилиндер-аксиси живчаних ћелија тих једара; та влакна граде по један сноп са сваке стране, који се налази у Reil-овој траци.

Идући ка мозгу Reil-ове се траке укрштају међу собом. Према томе, сензитивни је пут укрштен као и моторни.

Поред наведених влакана, у састав задњих мождинских снопова улазе и влакна чије се ћелије налазе у сивој маси и које спадају у поменуте врпчане ћелије.

Као што се види, задњи možдински снопови саграђени су из влакана чије је порекло изван možдине (ексогена влакна) и из влакана чије је порекло у самој možдини (ендогена влакна).

Функције кичмене možдине

Кичмена је možдина пре свега спроводник надражаја, који јој долазе са периферије тела, ка вишим живчаним средиштима енцефала; у супротном правцу преноси надражаје од тих центара ка живцима који их носе разним органима.

Пресек
кичмене
мождине.

Ако пресечемо попречно možдину, тада делови тела који добивају живце од онога дела možдине који се налази испод пресека губе своју осетљивост, т. ј. анестезовани су, и губе своју вољну покретљивост, т. ј. парализовани су. Делови тела који примају живце од možдине изнад пресека не губе ни своју осетљивост ни своју вољну покретљивост.

Видели смо како нас анатомија на основу неуронске теорије обавештава о путовима којим се врши то спровођење надражаја у кичменој možдини: пирамидални снопови били би спроводници живчаног инфлуksа који изазива вољне покрете, док би задњи кичмени снопови спроводили надражаје свесне осетљивости.

Да видимо како се ти подаци слажу са онима што нам их даје физиолошко експериментисање и клиничко посматрање.

Што се тиче моторних путова, физиолошко експериментисање слаже се са анатомијом, тако да се пирамидални снопови могу несумњиво сматрати спроводницима надражаја који постају у кори великога мозга а који производе вољне покрете.

Пресеци
снопова.

Ако је болешћу или експериментално разорен у једној половини мозга део оне зоне možдане коре одакле полазе влакна пирамидалних снопова, тада се посматра моторна парализа у супротној половини тела (хемиплегија), која обухвата разне делове тела, према разореном делу možдане коре. Експериментални надражај пак те možдане зоне производи покрете у супротној половини тела. Пресеци пирамидалних снопова на разним местима кичмене možдине производе парализе у оним деловима организма који примају живце испод тог пресека. На против, ако се пресеку предњи и задњи снопови možдине и њена сива маса а оставе само бочни снопови (међу којима се налазе укрштени пирамидални снопови), тиме се никад не укида произвођење вољних покрета.

Много је сложеније питање о путовима којима се простиру сензитивни надражаји од мождине ка мозгу. Пре свега вероватно је, да разним врстама осетљивости (бол, топлота, такнуће, мишићна осетљивост) не служе исти живчани спроводници.

Физиолошко експериментисање даје следеће резултате. Ако се пресеку задње мождинске врпце, делови тела испод тог пресека не губе болну осетљивост. Значи, да се ова може преносити другим путем; то се преношење може вршити и сивом масом, јер пресеком свих белих снопова мождинских не производи се потпуна анестезија, ако сива маса није разорена. У томе се слажу клиничко посматрање и физиолошко експериментисање: у болести *tabes* (локомоторна атаксија), у којој је нарочито отупило такнуће и мишићна осетљивост, налази се да су задњи снопови кичмене мождине дегенерисали. Попречан пресек пак који се односи на целу мождину изузев задње врпце, укида болну осетљивост, а оставља тактилну.

За преношење мишићне и тактилне осетљивости пак, задње би врпце биле потребне. Ако се уништи само сива маса кичмене мождине, тада се укидају све осетљивости, изузев такнуће (тактилна осетљивост). То се исто дешава у болести *syngomyelitis*, која је карактеризована разоравањем сиве масе мождинске. Обратно, ако се на једноме ограниченом месту разори сва бела маса а остави стуб сиве масе, тада се констатује, да је болна осетљивост сачувана; ова нестаје тек пошто се и сива маса дубље повреди. Сива је маса дакле потребна за пренос болне осетљивости. Не зна се како се њоме врши тај пренос.

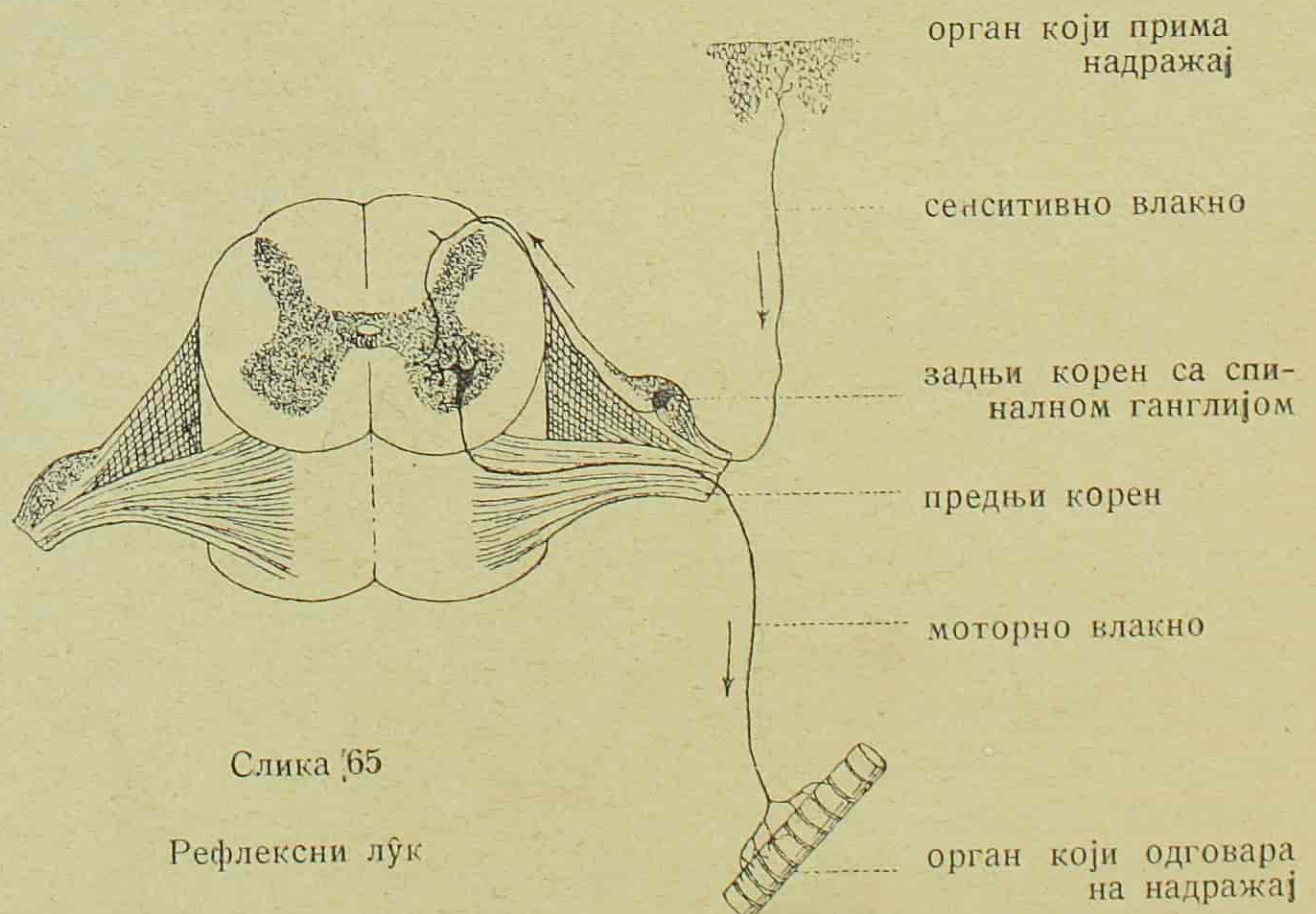
Ако се попречно пресече једна половина мождине, тиме се производи укидање осетљивости у супротној половини тела, односно у оним деловима који примају живце испод тога пресека. У исто се време посматра, да је тиме укинута покретљивост испод тог пресека са исте стране на којој се он налази. Такав пресек производи дакле укрштену анестезију, а мишићну парализу на страни пресека. Ова се појава објашњава тиме, што укрштени пирамидални снопови остају, као што знамо, дуж целе мождине на једној страни. Укрштену анестезију пак требало би објаснити укрштањем сензитивних путова у самој мождини. Од сензитивних влакана укрштају се пак једино влакна *Howe*-ова снопа. У осталом, кад се пресече попречно друга половина мождине изнад првога пресека, тиме се враћа осетљивост која је била укинута првим пресеком. Према томе изгледа

да је први пресек произвео анестезију на неки други начин, а не прекидом влакана који спроводе те надражаје.

Рефлекси. Кичмена možдина служи и произвођењу рефлекса. Рефлекси се састоје у одговарању на надражаје без удела свести. Да би се један рефлекс могао произвести, морамо имати ова три елемента (сл. 65): 1. сензитиван, центрипеталан живчани пут, којим се преноси живчани надражај; 2. живчани центар у који долази тај надражај и претвара се у живчани инфлукс који прелази на трећи елемент, а то је: 3. моторан пут, који води инфлукс ка органу који ће реаговати. Кичмена možдина центар је многим рефлексима; њени живци представљају сензитивне и моторне путове.

Рефлексни
лук.

Са хистолошкога гледишта, два су неурона довољна за производњу рефлекса: један је сензитиван, преноси надражај ка живчаноме центру, у коме ступа у додир са другим неуроном, који је моторан, тј. који преноси надражај од живчаног центра ка органу. Живчани елементи потребни за производњу једнога рефлекса сачињавају један рефлексни лук.



Слика 65

Рефлексни лук

Рефлекси који се збивају у кичменој možдини могу се лепо изучавати нарочито у хладнокрвних животиња. Одрубимо ли главу једној жаби, па је затим обесимо тако да јој удови слободно висе, животиња ће остати у томе положају сасвим непомицна. Али ако се надражи на пример задња нога, уштинувши је или

умочивши јој прсте у разблажену киселину, тада се посматрају покрети, који су различни према јачини надражаја.

Узмимо најпре врло разблажену сирћетну киселину. На тај надражај наша жаба не одговара никаквим покретима. Значи да надражај није довољно јак. Узмимо мало јачи раствор и умочимо у њега врх прстију једне задње ноге обезглављене жабе. Животиња на тај надражај одговара извлачећи ногу из киселине и никојим другим покретом. Ако узмемо још јачу киселину, тада жаба одговара кретањем обеју задњих ногу, иако је само једна надражена. Док је у првоме случају рефлекс био локализован, сада се симетрично проширио. Ако и даље појачавамо надражај, тада ћемо добити најпре реаговање предњих и задњих удова: значи да се рефлекс распространио. Кад надражај достигне извесну јачину, жаба ће реаговати контракцијама свих својих мишића: рефлекс се је уопштио.

Уопштени
рефлекси.

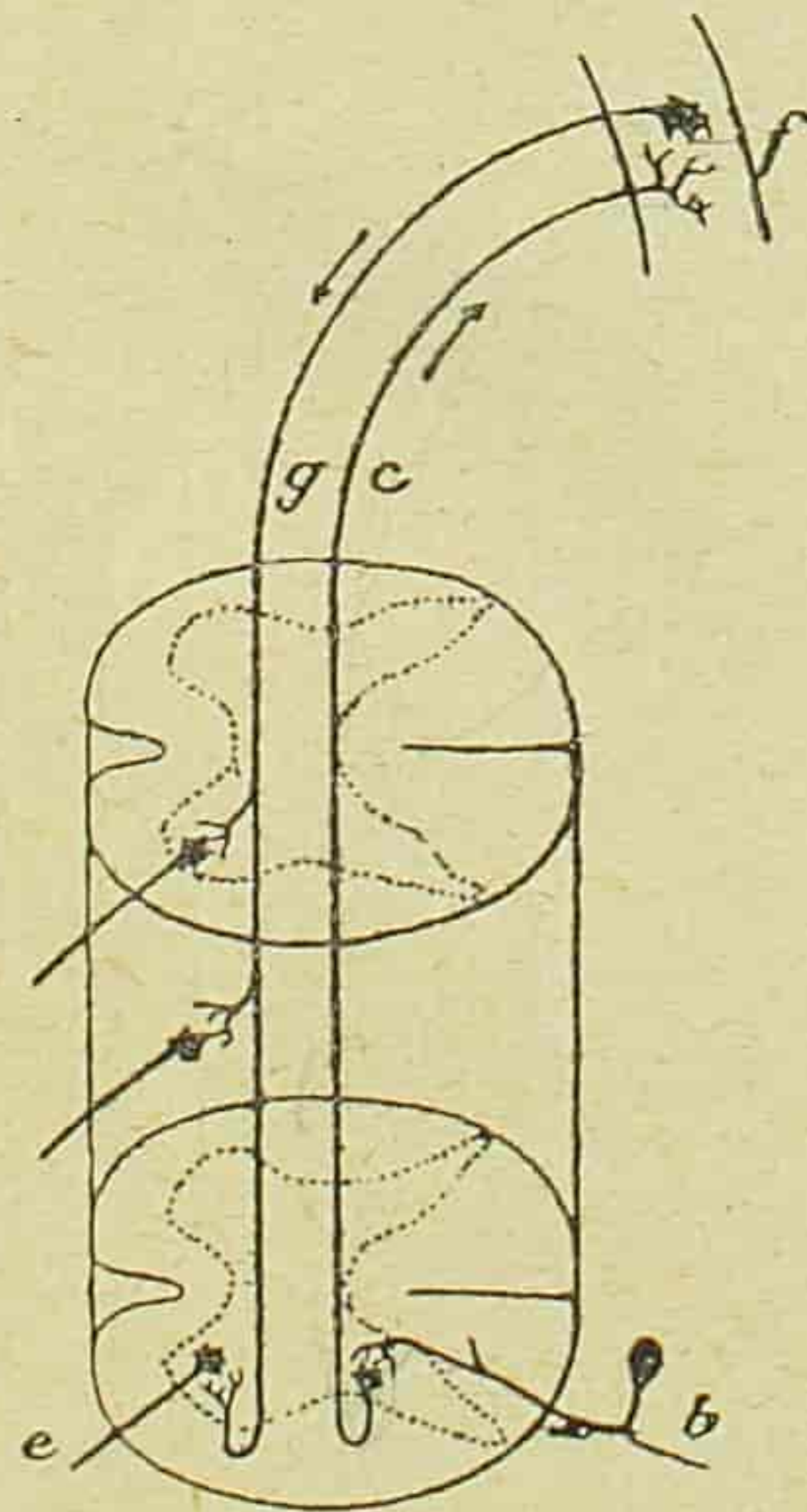
Рефлексни су покрети махом такви, да служе организму на његову одбрану. Стога обично личе на свесне чинове. Ако, на пример, метнемо нашој жаби кап киселине пристојне јачине на једну бутину, тада ћемо видети како истом ногом покушава да отре то место. Одсече ли се једна нога изнад колена, па се на ту бутину метне кап киселине, тада долази друга нога и отире надражено место.

И у топлокрвних животиња, у којих је кичмена мождина попречним пресеком одвојена од енцефала, посматрају се рефлекси. Само што је у њих потребно причекати неко време после операције, да би ишчезао потрес произведен операцијом.

Свако зна да кокош којој је одрубљена глава врши разне покрете копрцајући се. Тим је покретима такође кичмена мождина средиште.

На основу онога што знамо о грађи живчаног система, лако је схватити како се рефлекси производе.

Сенситивна влакна задњих корена кичмених живаца доносе надражаје са периферије тела и преносе их у сиву масу мож-

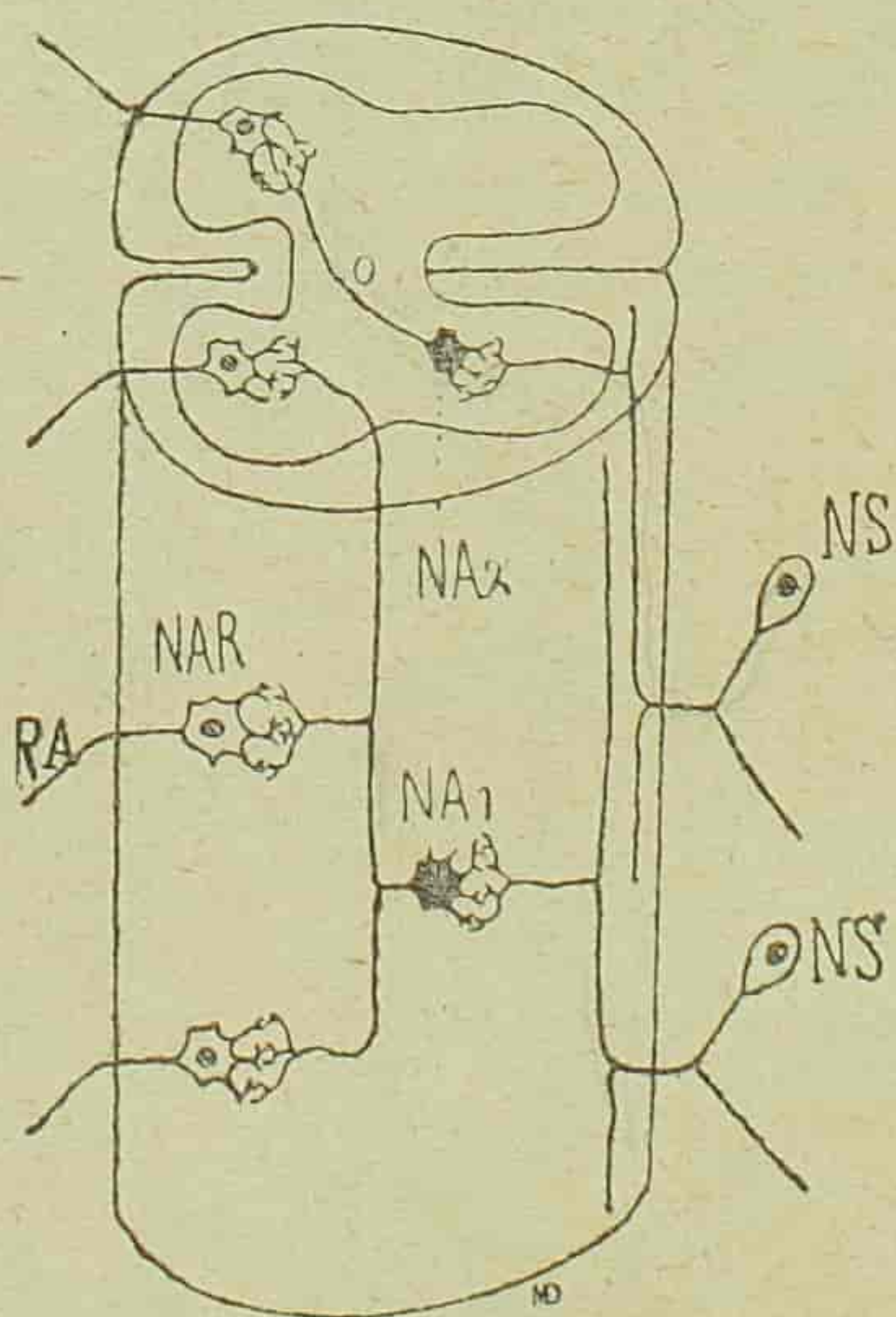


Слика 66

Рефлексни лук састављен из четири неурона: в, сензитивни периферијски; с, центрипетални d, центрифугални; е, моторни периферијски неурон; f, живчано средиште.

динску. У тој маси неки огранци тих влакана завршавају се у предњим коренима, с исте стране, у додиру моторних ћелија, чији цилиндер-аксиси излазећи из мождине граде предње корене, т. ј. моторни део кичмених живаца. Са првога неурона, надражај, који је дошао са периферије, прелази на моторни неурон и његовим цилиндер-аксисима доспева у орган који ће на надражај реаговати. То је најпростији рефлексни лук, представљен сликом 65, који производи оне једностране локализоване рефлексе.

Рефлексни лук може бити сложенији, јер се између сензитивног и моторног неурона може уметнути трећи неурон, који својим цилиндер-аксисима стоји у вези са разним моторним неуронима на разним странама и на разним висинама мождине (сл. 67). Ти уметнути неурони представљени су оним врпчаним ћелијама и њиховим продужецима, о којима је раније било речи.



Слика 67. Рефлексни путеви у мождини.

NS. сензитивни неурон. NAR, моторни неурон, чији цилиндер-аксис RA улази у састав предњих корена кичмених живаца. NA₁, неурон који везује сензитивни неурон за моторни неурон у истој половини мождине. NA₂, неурон који везује сензитивни елемент једне половине мождине са моторним елементом друге половине.

лук којим клизи без учешћа наше свести. У томе успостављању одређених рефлексних путова вероватно да игра улогу амeboидизам жив-

Према томе разумљиво је како један надражај ограничен на једну тачку производи реаговања и у удаљеним деловима организма. Помоћу тих посредних неурона, један сензитиван неурон у вези је са свима моторним неуронима кичмене мождине. Којим ће путем поћи надражај који је дошао у мождину, зависи од његовог интензитета: док слаб надражај иде по најпростијем луку, дотле ће се јак надражај распространити на све моторне елементе мождине.

Навика и вежбање прокрчавају, тако рећи, пут рефлексима. У томе се састоји поглавито изучавање разних аутоматских послова као што су: свирање на каквоме инструменту, писање на машини и слично. Док је при изучавању тих послова потребна највећа пажња, доцније они постају добрим делом рефлексне појаве којима је центар у разним деловима средишњег живчаног система. Јер дугим вежбањем, одређени надражај, на пример нотални знак, прокрчио је себи свој рефлексни

чаних ћелија, о коме је било раније говора, успостављајући лакше додир између неурона који често сарађују у преношењу надражаја.

КИЧМЕНИ ЖИВЦИ

Кичмена мождина пушта с обе стране живце, 31 пар у човека, који се зову кичмени живци, или мождински живци (*nervi spinales*). Рекли смо већ, да сваки од тих живаца постаје из два корена који излазе из мождине, предњи и задњи корен; они се спајају у један сноп, т. ј. дају један кичмени живац, који излази из кичме на отвор који се налази између пршљенова.

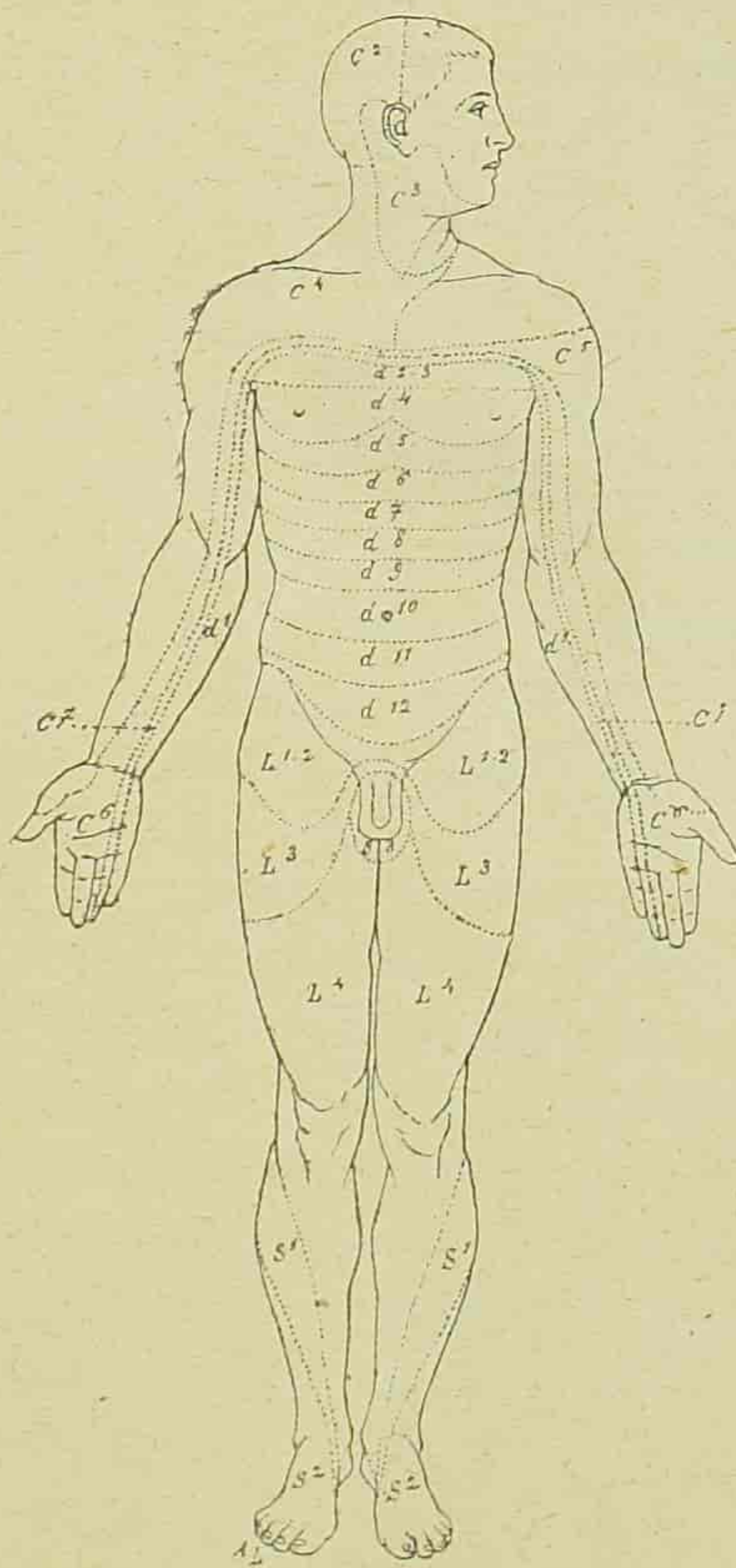
Задњи су корени сензитивни, предњи су корени моторни. У томе се састоји закон Bell-Magendie-а. Према томе сваки је кичмени живац мешовит живац, јер садржи сензитивна и моторна влакна.

Ако пресечемо у животиње (пас, жаба...) задње корене извесног броја кичмених живаца, последица је: анестезија онога дела тела у који иду живци чији су задњи корени пресечени. Надражимо ли централни део пресеченог корена, животиња даје знакове бола; надраживање периферијског дела не производи никакву појаву.

Пресек предњих корена производи парализу оних делова тела у које иду живци чији су корени пресечени. Надраживање периферијског дела пресеченог корена производи мишићна грчења, док надраживање средишњег дела не производи ни бол ни кретање.

Натим је чињеницама основан поменути закон Bell-Magendie-а.

Сензитивна влакна кичмених живаца завршавају се у кожи, док се моторна влакна завршавају у мишићима.



Закон Bell-Magendie.

Слика 68

Припадање осетљивости разним кичменим живцима. С, вратним; Д, грудним; L, слабинским; S, крсним живцима.

Површина тела може се поделити на извесан број области које припадају, у погледу осетљивости, разним паровима кичмених живаца. Као што показује слика 68, тело је на тај начин подељено на хоризонталне кришке, тако да распоред живаца на површини тела подсећа на њихово гранање од мождине. На тој слици се види да су удови подељени на уздужне траке; али ако су удови тако смештени да граде прав угао са групом, као кад се иде побаучке, тада је лако опазити да су и они подељени у кришке у истоме правцу као и труп.

На сличан су начин распоређена и моторна влакна кичмених живаца.

ПРОДУЖЕНА МОЖДИНА

Кичмена мождина наставља се једним задебљаним делом који је спаја за енцефел и који није друго до њен продужетак: отуда томе делу име продужена мождина (*medulla oblongata*), или још мождинска главица (*bulbus medullae*), али краће булбус.

Спољашњи изглед и унутрашња грађа булбуса имају оне исте главне црте које смо нашли у кичмене мождине. Пре свега булбус има на својој предњој страни уздужну бразду, која је продужетак предње бразде кичмене мождине. На доњем делу булбуса та је бразда прекинута кончићима који се укрштају прелазећи из једне његове половине у другу: то су влакна пирамидалних снопова, која се, као што нам је већ познато, укрштају на томе месту. С обе стране те бразде налазе се два дугуљаста испупчења: то су пирамиде, кроз које пролазе пирамидални снопови.

Спољашњи
изглед
продужене
мождине.

На задњој страни булбуса налази се са сваке стране уздужне бразде по једна врпца, састављена из продужетака Virchow-ова и Goll-ова снопа који долазе из мождине. У горњој половини булбуса те се врпце разилазе, у виду једнога V. Те врпце стапају се са сваке стране у по један сноп који иде у мали мозак: то су доњи краци малог мозга или конопчаста тела (*corpora restiformia*). Видећемо даље, да је то настављање задњих мождинских снопова конопчастим телима само привидно, јер влакна речених снопова не прелазе у конопчаста тела.

На бочним странама булбуса видимо две уздужне бразде, у продужетку бочних мождинских бразда, из којих излазе, као што видесмо, корени кичмених живаца. Из бочних бразда булбуса излазе такође неколики живци. На горњем делу бочне врпце булбусове налази се једно овално испупчење: то је маслина (*oliva*).

Задње врпце, раскречивши се, као што видесмо, у горњој половини булбуса, повлаче са собом и сиву масу која је из мож-

дине доспела у булбус. Тиме се епендимски канал, који се налази у средини сиве масе, раширио и отворио страга; тако да површина која се налази између кракова нашега V није друго до широм отворени епендимски канал. Тај се део назива под четврте коморе, јер тај „под“, покривен једном мембраном (*membrana tectoria*), даје комору, која је с доње стране у вези са епендимским каналом кичмене мождине, а с горње са једним дугачким и уским ходником (*aquaeductus Sylvii*), који се својим другим крајем отвара у трећу комору великога мозга.

Булбус, као и кичмена мождина, састављен је из сиве и беле материје. Али распоред тих двеју материја друкчији је у булбусу него у мождини. А то због четврте коморе, и због укрштања сензитивних и моторних снопова у унутрашњости булбуса.

Пирамидални укрштени снопови, дошавши из мождине у булбус прелазе из бочнога дела у предњи, и то у супротну половину булбусову. Тим прелазом и укрштањем, пирамидални снопови одрубљују главе предњих рогова сиве материје, т. ј. крајеве тих рогова, који су на тај начин одвојени од основе рога.

Тако ће исто бити одрубљене и главе задњих рогова. Рекли смо раније, да се влакна Burdach-ова и Goll-ова снопа завршавају у булбусу у додиру нових неурона, чије ћелије граде два једра сиве материје. Та се једра налазе у задњим врпцама булбусовим. Од њих полази снап сензитивних влакана, Reil-ова трака, која прелази са задње булбусове стране на предњу и то у супротну половину, укрштајући се са траком која долази из друге половине. Тај прелаз производи одрубљивање главе задњих рогова сиве материје. На тај начин сада уместо једнога стуба сиве материје имамо оне четири одрубљене главе у виду стубова и остатак првобитног стуба сиве материје. Али комадање иде још даље. Јер из доњих кракова малог мозга (к о н о п ч а с т а т е л а) полазе многобројна влакна која попречно пролазе кроз булбус, укрштају се и завршавају у маслинама. Та влакна пресецају при своме прелазу поменуте стубове сиве материје и претварају их у извесан број острваца или једара, која ће бити или полазне тачке моторних живаца или завршне тачке влакана сензитивних живаца.

Сива једра
булбусова.

Она једра која происходе од главе и основе предњих корена полазне су тачке моторних живаца, док једра која происходе од главе и основе задњих корена дају сензитивне живце. Као што видимо, у томе погледу важи исто правило за кичмене и за лобањске живце.

Сви лобањски живци, изузев прва два пара (живци за мирис и за вид), — који, буди узгред речено, и нису прави живци, већ

продужеци самога мозга — припадају тим једрима сиве материје која су постала комадањем сивога стуба кичмене мождине.

Једра која су постала из основе задњих и предњих корена, налазе се на самој површини пода четврте коморе, с обе стране једне уздужне бразде која дели под четврте коморе на две симетричне половине.

Морамо овде напоменути да четврта комора не припада цела булбусу. Њена горња половина припада делу енцефала који се налази одмах изнад булбуса; то је Varoli-ев мост (сл. 63). Према томе, једра сиве масе која дају лобањске живце (изузев прва два пара) не припадају сва булбусу, већ нека од њих припадају и Varoli-еву мосту, а једно припада чак делу енцефала изнад реченога моста.

Као што се види, анатомија дели сива једра међу разне делове живчаног система. Са физиолошкога гледишта пак, она сачињавају једну целину као што је и мождина једна физиолошка целина.

Видели смо раније, да се моторна влакна мождинских снопова завршавају у предњим роговима у додиру моторних ћелија, чија влакна дају моторне кичмене живце. Исто правило важи и за лобањске моторне елементе. Моторна влакна која силазе из мозга завршавају се у моторним једрима (која су постала из предњих рогова) у додиру ћелија које дају моторне лобањске живце.

Централни
путови лобањских
живаца.

Влакна сенситивних живаца кичмене мождине завршавају се у булбусу у додиру ћелија (Burdach-ово и Goll-ово једро), чија влакна (Reil-ова трака) иду у кору великога мозга. Исто тако влакна сенситивних лобањских живаца окончавају се у булбусу и енцефалу у додиру ћелија које граде сенситивна једра чији се цилиндер-аксиси придружују Reil-овој траци, укрштају се као и остала влакна те траке и завршавају се у мозгу.

Сличност је дакле потпуна између кичмених и лобањских сенситивних и моторних путова. Поменимо још, да као год што сенситивни кичмени живци имају своје ћелије изван средишњег система (у ганглијама задњих корена), тако исто и сенситивни лобањски живци имају ван средишњег живчаног система, ближе или даље од периферије, ганглије које садрже неуронска тела њихових влакана.

Сада можемо пратити сенситивне и моторне путове кроз цео средишњи живчани систем. Почнимо са сенситивним путовима.

Влакна кичмених живаца, чије су ћелије у спиналним ганглијама, продиру у мождину и граде њене задње врпце. Дошавши у булбус завршавају се у Burdach-ову и Goll-ову једру. Од тих једара полазе цилиндер-аксиси њихових ћелија, који граде

Reil-ову траку и укрштају се. Тој се траци придружују у булбусу друга сензитивна влакна: то су влакна *Gower*-ова снопа, која постају у задњим роговима мождине и укрштају се одмах у почетку у самој мождини; према томе, тај се сноп придружује Reil-овој траци али се с њом не укршта.

У грађењу те траке узимају удела влакна која полазе из разних сензитивних једара лобањских живаца. То су једра ових живаца: *nervus glossopharyngeus* (XII пар), *n. vagus* (X), *n. acusticus* (VIII), *n. trigeminus* (V), о којима ће доцније бити речи. У тим се једрима завршавају именовани сензитивни живци, а од тих једара полазе ка мозгу влакна, која се укрштају и придружују Reil-овој траци. Према томе, сва влакна која сачињавају Reil-ову траку укрштена су: влакна *Gower*-ова снопа укрстила су се претходно у мождини, а остала сензитивна влакна у булбусу.

Reil-ова трака прелази у предњи део булбуса, одмах иза пирамидалног снопа, пак из булбуса прелази кроз *Varoli*-ев мост, и долази у део енцефала коме припадају оне две траке које се опажају изнад тога моста, на предњој страни енцефала: то су краци или дршке великога мозга (*pedunculi cerebri*) (сл. 63). Излазећи из њих Reil-ова трака се цепа у два снопа: један се прекида у оптичким слојевима¹⁾ (*thalamus opticus*) одакле полазе нова влакна која се завршавају у мозгу. Други сноп иде непосредно у кору великога мозга. Сва се та влакна завршавају у сензитивно-моторној зони мождане коре.

Споредни
сензитив-
ни пут.

Осим тога главнога сензитивнога пута постоји и један споредан пут. Он је састављен из оних сензитивних влакана која иду у мождану кору пролазећи преко малога мозга. Знамо да у кичменој мождини имамо неукрштени сноп малога мозга, чија влакна потичу од ћелија *Clarke*-ова стуба. Тај сноп прелази из мождине у задње врпце булбусове пак у доње краке малога мозга, и завршава се у једноме делу сиве коре тога органа.

Мали мозак прима живчана влакна такође од *Burdach*-ова и *Goll*-ова једра, а вероватно и од једара у којима се завршавају лобањски сензитивни живци.

Од малога мозга полазе влакна ка великоме мозгу. Она ступају у горње краке или дршке малога мозга (*brachia conjunctiva*), пак се влакна из једне половине укрштају са влакнима друге половине, и иду у сензитивно-моторну зону коре великога

¹⁾ Оптички су слојеви два крупна једра сиве материје која се налазе у доњем делу мозга.

мозга, било без прекида, било прекинувши се успут или у крацима великога мозга (у црвеном е једру, *nucleus ruber*) или у оптичким слојевима.

Као што видимо, постоји један сенситиван пут који доноси великоме мозгу надражаје преко малог мозга. Вероватно је, да тај пут служи нарочито на производњу рефлекса, чија би средишта била у разним деловима енцефала у којима видимо да се та влакна прекидају (мали мозак, оптички слојеви). У тим средиштима, надражаји који су дошли сенситивним елементима прелазе на моторне неуроне и иду у органе који ће одговорити на те надражаје.

Као год што постоје два сенситивна пута, постоје и два моторна пута. Први нам је пут већ познат. Пођимо њиме, почевши од мождане коре, т.ј. у ономе правцу којим он преноси надражаје. Његова влакна происходе од пирамидалних ћелија сенситивно-моторне зоне коре великога мозга. Један део тих влакана, која граде коленасти сноп, иду у моторна једра лобањских живаца. Пре него што ће доћи до њих, та влакна, у доњем делу Varoli-ева моста и у горњем делу булбуса прелазе у супротну половину тих органа, т.ј. укрштају се. Она доносе моторним једрима лобањских живаца надражаје из мождане коре за производњу вољних покрета.

Главни
моторни
пут.

Остала влакна припадају пирамидалним сноповима, укрштеноме и неукрштеноме. Први се укршта, као што већ знамо, у доњем делу булбуса, а влакна другог укрштају се на разним висинама у самој мождини. Једна и друга влакна завршавају се у додиру моторних ћелија предњих рогова. Та влакна доносе из мозга надражаје који прелазе на кичмене живце. Треба још додати да се у мозгу придружују пирамидалноме снопу и влакна која долазе из црвенога једра: то су моторна влакна за рефлексе којима је то једно средиште.

Поред тога главнога, или боље рећи непосреднога моторнога пута, постоји и један моторан пут који иде преко малог мозга. Из сенситивно-моторне зоне коре великога мозга полазе влакна која најпре иду заједно са коленастим и пирамидалним снопом али која се завршавају у Varoli-еву мосту у додиру сивих једара. Од тих једара полазе нова влакна која иду у мали мозак и завршавају се у његовој сивој кори, пошто су претходно прешла преко средишње линије, т.ј. пошто су се укрстила. Та се влакна налазе у средњим крацима малог мозга.

Споредни
моторни
пут.

Из сиве коре малог мозга полазе влакна која пролазе кроз доње кракове малог мозга, иду у булбус и мождину и заврша-

вају се у додиру моторних ћелија предњих корена, исто онако као и пирамидална влакна.

Као што видимо, мали мозак прима надражаје са периферије сензитивним елементима који се у њему завршавају. Од њега пак могу поћи надражаји његовим центрипеталним путовима. Поред тога, мали је мозак у вези са другим живчаним средиштима.

Булбусови
рефлексни
центри.

У булбусу и мосту налазе се центри многих важних рефлекса, од којих ћемо поменути ове: центар дисања, који управља механизмом плућнога проветравања; центар срчаног убрзавања и успоравања; вазомоторни центар, који регулише ширину крвних судова; центар трептања, чији се рефлекс производи додиром очне кугле; центар кијања, центар кашљања, центар гутања итд.

ЛОБАЊСКИ ЖИВЦИ

Енцефал, т. ј. онај део средишњег живчаног система који се налази у лобањској кутији, пушта дванаест пари живаца. То су лобањски живци. Ти живци излазе из лобање на разне отворе и иду у разне мишиће и органе. Они су сензитивни или моторни, а могу бити и мешовити, т. ј. састављени из сензитивних и моторних влакна.

Почевши од горњег дела енцефала, лобањски живци се нижу овим редом: I. олфактивни или живац за обоњање (*nervus olfactorius*). II. оптички живац или живац за вид (*n. opticus*). III. окуломоторни живац (*n. oculomotorius*). IV. патетични живац (*n. patheticus*). V. трокраки живац (*n. trigeminus*). VI. спољашњи моторни очни живац (*n. abducens*). VII. фациални живац (*n. facialis*). VIII. живац за слух (*n. acusticus*). IX. живац за језик и ждрело (*n. glossopharyngeus*). X. вагус (*n. vagus*). XI. спинални живац (*n. accessorius*). XII. подјезични живац (*n. hypoglossus*).

Видели смо да су сензитивни кичмени живци састављени из влакана чије се ћелије налазе изван мождине, док се ћелије влакана моторних живаца налазе у самој мождини. Исто правило важи и за лобањске живце. Сензитивни лобањски живци имају своје ћелије изван енцефала, у ганглијама које су више или мање удаљене од њега. Ћелије живца за слух, на пример, налазе се у самоме унутрашњем уху; влакна оптичкога живца имају своје ћелије у мрежњачи. Моторни лобањски живци пак имају своје ћелије у енцефалу у разним једрима његове сиве материје која није друго, као што видесмо, до продужетак сиве масе кич-

мене мождине, искидане у извесан број острваца или једара. Као год што су моторне ћелије, које дају влакна моторних кичмених живаца, у вези са влакнима која силазе из мозга, тако су и неурони моторних лобањских живаца у вези са неуронима који полазе из коре великога мозга и доносе вољни живчани инфлукс, који производи вољне покрете у оним органима у које иду моторни лобањски живци. Моторни путови који воде ка лобањским живцима укрштају се у средишњему систему као и моторни путови који воде ка кичменим живцима. Исто се тако укрштају у енцефалу путови који воде ка мозгу надражаје што их са периферије доносе сензитивни лобањски живци.

Сви су лобањски живци парни, т. ј. има их по два. Три пара лобањских живаца сензитивна су; то су: олфактивни, оптички и акустични. Пет су пара моторна: окуломоторни живци, патетични, спољашњи очни, спинални и подјезични. Четири су пара мешовита: тригеминуси, фациални, глософарингеуси и вагуси.

Први пар, олфактивни живци, припадају чулу обоњања. Они преносе надражаје што су примили својим почетним огранцима у једноме делу носне слузокоже.

Сензитивни лобањски живци.

Други пар, оптички живци, припадају чулу вида. Они преносе надражаје што их светлост производи на мрежњачи.

Осми пар, акустични живци, припадају чулу слуха. Њихов је почетак у унутрашњему уху где примају надражаје које мозгу преносе. То су три чисто сензитивна живца лобањска.

Трећи, четврти, шести, једанаести и дванаести пар лобањских живаца чисто су моторни живци. Окуломоторни (III), патетични (IV) и спољашњи очни живац (VI) инервишу мишиће који покрећу очну куглу. Спинални живац (XI) инервише некоје мишиће врата и леђа; нека његова влакна, помешана са вагусом, иду у срце, једњак, желудац и у гркљанове мишиће те тиме узимају удела, у механизму производње гласа. Подјезични живац (XII) инервише све језичне мишиће.

Моторни лобањски живци.

Остала четири пара лобањских живаца припадају мешовитим живцима, т. ј. у њима су помешана сензитивна и моторна влакна. Тригеминус (V) даје осетљивост лицу и очној кугли а покретљивост мишићима који крећу доњу вилицу. Фациални живац инервише мишиће лица; то је живац мимике. Садржи сензитивних влакана која добива од вагуса и тригеминуса.

Мешовити лобањски живци.

Вагус (X) се грана у апарате за дисање, за крвоток и за варење. Апарату за дисање даје осетљивост (осетљивост слузокоже гркљана, душника и бронхија) и покретљивост мишићима гркљана и глатким мишићима бронхија. Вагус садржи, као што

знамо, влакна која коче срце. Апарату за варење вагус даје осетљивост (ждрелу, једњаку, желудцу, цреву) и покретљивост неким мишићима истога апарата. Вагус садржи и влакна која производе лучење желудачних жлезда, панкреаса и јетре. Својим сензитивним влакнима вагус је полазна тачка многим важним рефлексима који се односе на апарат за дисање, на мишиће апарата за варење и на лучење разних жлезда.

Глософарингеус (IX) даје осетљивост задњему делу језика као и ждрелу, и укусну осетљивост. Даје покретљивост ждрелу.

М О З А К

Енцефал је састављен из продужене мождине, малога мозга и великога мозга или мозга у правоме смислу. Томе треба додати извесан број формација које спајају међу собом мозак, мали мозак и продужену мождину. То су (сл. 63) Варолијев мост, краци великога мозга, краци малога мозга, четворогубе квржице (*corpora quadrigemina*) и Силвиусов акуедукт.

У кичменој мождини и у продуженој мождини видели смо да се сива маса налази изнутра а бела маса споља. У мозгу су масе обрнуто распоређене. Мозак се може сматрати једним плаштем сиве материје у који је умотана бела маса великога мозга. Тај плашт има на доњој страни један отвор на који улазе у мозак краци великога мозга, састављени из живчаних влакана што долазе из кичмене мождине и булбуса. У доњем делу мозга налазе се неколика једра сиве масе; то су оптички слојеви и пругаста тела.

Сиви огртач који помену смо јесте мождана кора. Она је састављена из живчаних ћелија и њихових влакана, т. ј. из неурона. У тим живчаним ћелијама је полазна тачка моторним путовима вољне покретљивости, које нађосмо у кичменој и у продуженој мождини. У живчаним ћелијама мождане коре налазе се такође завршне тачке спроводника свесне осетљивости, које видесмо на њихову путу дуж мождине.

Моторни снопови (пирамидални снопови) и сензитивни снопови, удружени у крацима великога мозга (Reil-ове траке), продиру у белу масу мождану. Једна од тих влакана иду без прекидања у мождану кору. На своме путу ка можданој кори сензитивна и моторна влакна пролазе кроз један теснац и граде унутрашњу чауру. Друга влакна прекидају се на своме путу

Мождана
кора.

I

ка možданој кори у сивим једрима великога мозга т. ј. у оптичким слојевима, па се одатле настављају новим неуронима који везују možдану кору за оптичке слојеве. Запамтимо то прекидање у оптичким слојевима да бисмо могли схватити како они врше улоге рефлексних центара.

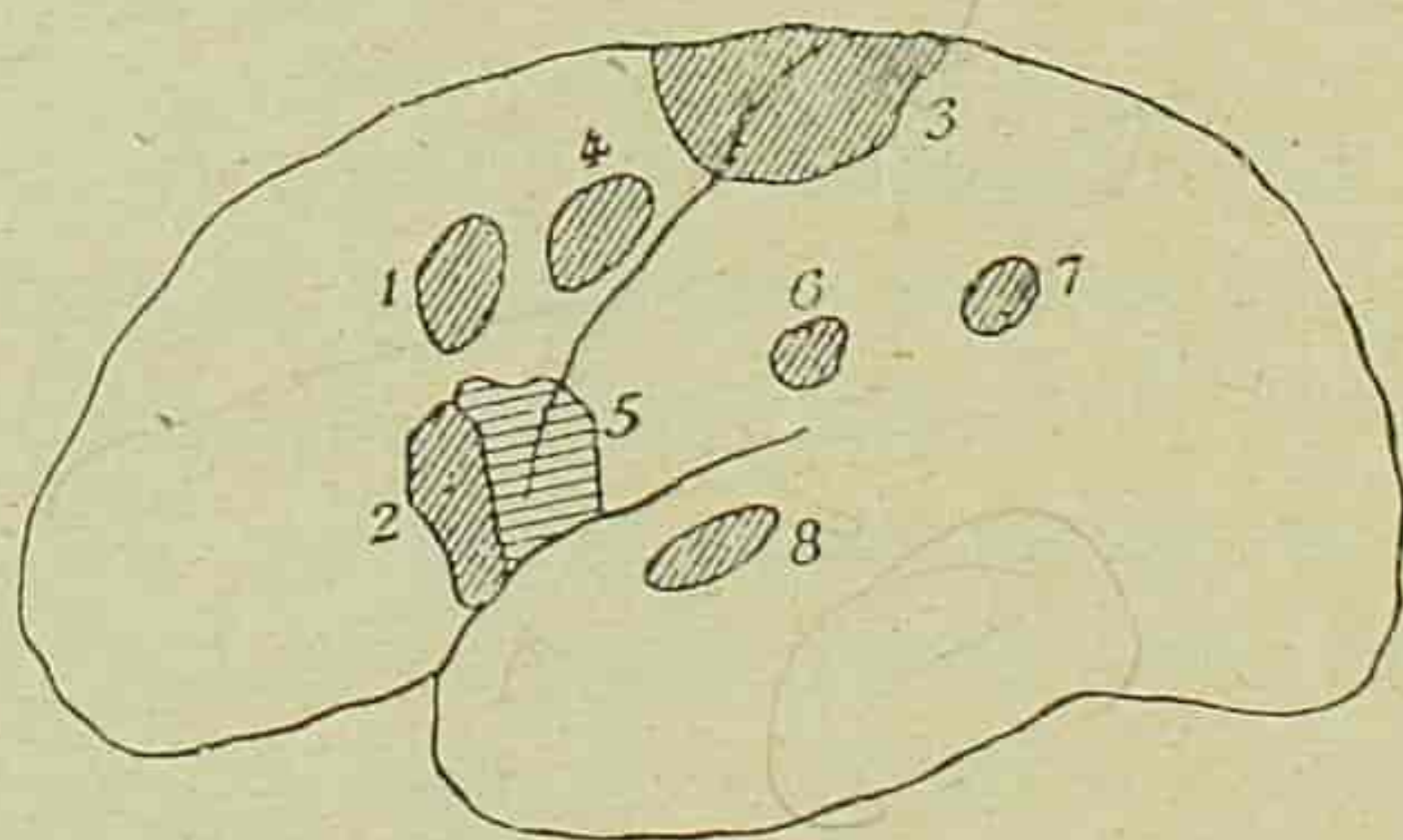
Дошавши у možдану кору, сензитивна влакна која доносе разне надражаје са површине тела завршавају се у додиру неурона, малих пирамидалних ћелија, у којима се ти надражаји претварају у осећаје. У možданој кори налазе се и велике пирамидалне ћелије чији цилиндер-аксиси граде пирамидалне снопове који преносе, као што знамо, вољну покретљивост. У тим великим

пирамидалним ћелијама израђује се живчани инфлукс који изазива вољне чинове.

Живчане ћелије које су седишта осетљивости и вољних покрета нису расуте по целој možданој кори, већ су ограничене на један део те коре. То је сензитивно-моторно поље možдане коре. Физиолошко експериментисање и клиничко проматрање казују да само извесни делови možдане коре служе осетљивости и покретљивости.

Шта више, разним деловима možдане коре припада покретљивост разних мишића и осетљивост разних делова тела. Сензитивно моторно поље у човека налази се око једне од великих бочних бразда великога мозга, звана Роландова бразда (сл. 69). Око горњег дела те бразде налази се сензитивно-моторно поље доњих удова. Испод њега налази се поље које даје осетљивост и покретљивост горњим удовима. Ниже још, имамо поље које припада лицу. Свако од тих поља може се поделити на делове који припадају ограниченијим деловима тела. На пример, у пољу доњих удова имамо део који даје покретљивост палцу на нози, итд. Моторни центри možдани поклапају се у главном са сензитивним центрима. Изгледа ипак да је део који се налази испред Роландове бразде нарочито моторан док је део иза те бразде нарочито сензитиван. Према ономе што знамо о укрштању сензитивних и моторних путова разумљиво је да сензитивно-моторно поље једне половине мозга припада супротној половини тела: надражујући у пса (сл. 70) разне тачке моторнога поља једне

Мождане
локализације.



Слика 69.

Мождане локализације (лева хемисфера).

1. Аграфија. — 2. Моторна афација. — 3. Нога. — 4. Рука. — 5. Лице. — 6. Вербално слепило. — 7. Хемипанопсија. — 8. Вербална глухоћа.

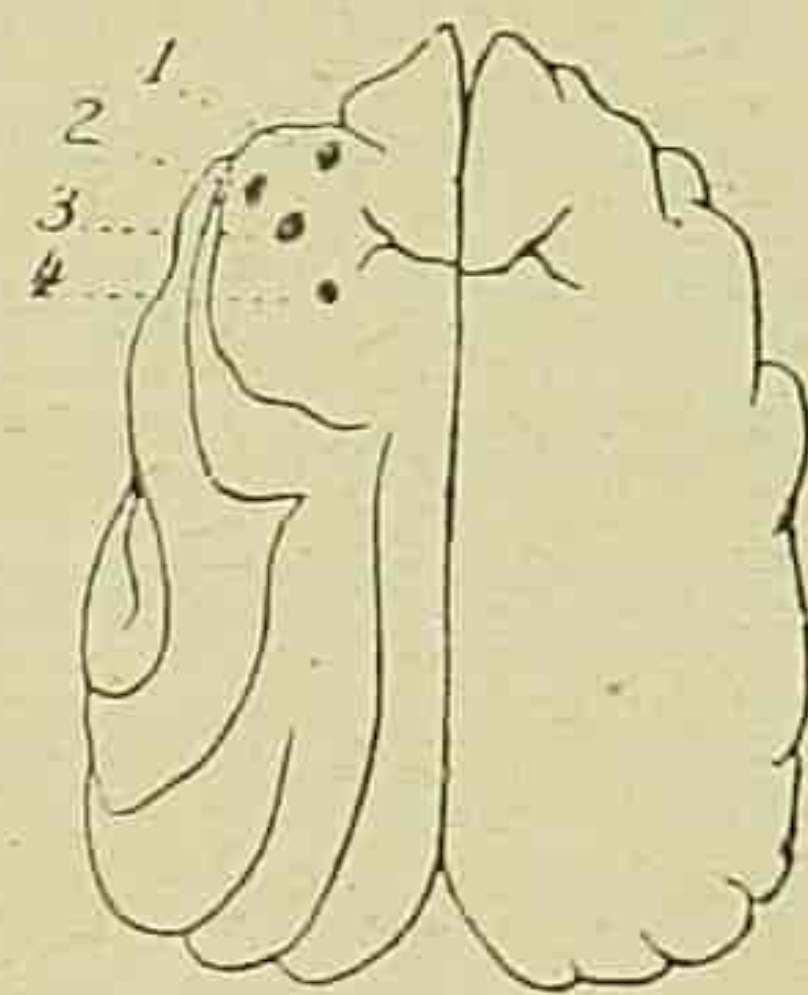
половине мозга посматрамо контракције одговарајућих мишића у супротној половини тела. Тако исто, разоравајући разне делове тога поља добива се парализа одговарајућих мишића у супротној половини тела (једнострана узетост, хемиплегија). Поменимо да парализе проузроковане на псу аблацијом једног ограниченог дела možданог моторног поља ишчезавају након неког времена. Почем тај део није регенерисао, значи да је његову улогу узео на себе други део možдане коре који га физиолошки замењује.

Као год што су осетљивост и покретљивост ограничене на извесне делове možдане коре, тако су и центри разних чула локализовани у мозгу. У потиљачноме делу мозга налази се центар вида. Кад се тај део мозга разори у десној и у левој половини, наступа слепило. Стога је тај део мозга називан „потилљачном мрежњачом“ јер се у њему обављају видни осећаји произведени надражајима што мрежњача прима и шаље мозгу.

У слепоочноме делу мозга налази се центар слуха. Разорење тога дела možдане коре производи глухоћу супротног уха.

Тако исто и чула мириса и укуса имају своје локализоване центре у кори možданој.

Мозак је орган интелигенције. У њему се обавља свест, он је седиште осетљивости и воље. Голуб и пас којима је већи део мозга извађен могу живети али се понашају као какви аутомати не показујући трага психичкога живота. Голуб без мозга по ваздан је непокретан, дремљив, згурен. Не узима храну која је пред њиме, премда није слеп и може вршити потребне покрете. Умреће од глади на хрпи зрневља ако му се оно не унесе у ждрело. Гутање може да се обавља. Одговара на разне надражаје као што су убод, опекотина. Ако га бацимо увис, лети избегавајући препреке. Слично се понаша и пас коме је мозак извађен. Такав пас не даје знакове ни узбуђења ни икаквога психизма: нема памћења, нема више нагона ни интелигенције. Не уме да потражи своју храну, остаје равнодушан и кад му се покаже бич или храна. У таквога пса као и у голуба органске се функције редовно обављају: и варење, и дисање, и крвоток итд. У хладнокрвних животиња лако је извршити аблацију мозга. Жаба без мозга остаје непокретна. Ако је изврнемо на леђа, она се нагло врати у првобитни положај. Ставимо ли је у суд с водом, она



Чулна седишта.

Слика 70.

Надраживање пјасјег мозга.

1. Центар покрета трупа.— 2. предње ноге.— 3. лица.— 4. задње ноге.

Аблација мозга.

ће пливати и зауставити се на ободу суда. Ако нагињемо дашчицу на којој се налази, покушаваће да се на њој одржи. Сама неће узети никакву храну.

Удруживање осећаја.

Сваки предмет даје преко разних чула разне осећаје, разне „слике“. На пример, један пас даје извесан видни осећај, видну слику, преко чула вида. Преко чула слуха пас даје и неке чулне осећаје, које производе његов лавез. За чуло пипања везан је осећај његове длаке, уједа и др. За чуло мириса може бити везан такође извесан осећај. Сви ти осећаји, које преко разних чула даје један предмет, морају на неки начин бити међу собом повезани, асоцирани у мозгу. Јер, као што свако зна, довољно је да се један од оних осећаја који припадају једноме предмету појави, да би се у свести изазвале слике осталих осећаја које тај исти предмет може дати. На пример, кад чујемо лавез нама излази пред очи слика једнога пса, а то може изазвати и осећај уједа или који други осећај који је обично удружен у представи пса. Нема сумње да се оно што се зове интелигенцијом добрим делом састоји у моћи удруживања разних осећаја.

Са физиолошкога гледишта важно је да се центри који удружују разне осећаје налазе у разним деловима мозгане коре, тако да се те везе, које се у току живота успостављају искуством, могу делимично прекинути под утицајем патолошких процеса. На пример, ако је разорен центар који удружује видне знакове, слова, за представе које та слова изазивају у писмене особе, тада писани знаци не казују више ништа тој особи. Она их види али их не разуме. Та поремећеност интелигенције зове се вербално слепило. Ако је разорен центар који удружује осећаје звука за представе ствари, тада наступа вербална глухоћа: особа не разуме више значење речи свога матерњег језика; она их чује, може их поновити, али, слично папагају, не разумевајући шта говори. Писане знаке пак разуме.

Искуством и вежбањем успостављају се такође везе између представа и вршења извесних покрета. Знати писати значи успостављати везу између представа и извесних конвенционалних покрета. Знати говорити значи удруживати представе са извесним моторним чиновима апарата за говор. Ако се разоре центри који врше та удруживања, наступају помућености интелигенције нарочите врсте. Разоравање центра за писање производи аграффију: особа не уме више да пише премда управља нормално покретима своје руке. Афазија је последица разорења центра који везује представе за моторност апарата за говор. У афазији заборављени су покрети које треба вршити за производњу го-

Аграффија
и
афазија.

вора. Разни поменути центри локализовани су у разним деловима мождане коре, као што се види на слици 69.

Развитак, односно тежина мозга у извесној је мери у односу са степеном на коме се налази интелигенција. Али постоји и нека веза између тежине тела и тежине мозга. Човечји мозак се одликује својом апсолутном тежином, што је свакако у вези са високим ступњом развитка људске интелигенције. У коња је мозак много мањи него у човека иако је телесна тежина те животиње много већа. Једино слон и кит имају тежи мозак од човека, што свакако треба приписати њиховој изузетно великој телесној тежини. У односу према телесној тежини, човек има такође изузетно место, ако се упореди са животињама сличне или веће телесне тежине; али врло мале животиње имају према својој телесној тежини више мозга од човека.

Интели-
генција и
тежина
мозга.

Људи врло широке интелигенције одликују се махом већом можданом тежином. Али има много изузетака. У особа које су се одликовале извесним умним функцијама могу се наћи врло развијени одговарајући делови можданих локализација. Тако је нађено да велики говорници имају јако развијен центар асоцијације за говор.

Нижи мождани центри

У самоме мозгу налазе се једра сиве материје: оптички слојеви (*thalamus opticus*) и пругаста тела (*corpora striata*). Њихове улоге нису добро познате, али се могу сматрати нижим живчаним центрима за сложене рефлексе и аутоматске радње. Поменули смо раније да се сензитивни спроводници на своме путу ка мозгу прекидају у оптичким слојевима. Други неурони везују та једра за мождану кору. Моторни путеви који силазе од мозга прекидају се такође у оптичким слојевима, па се настављају другим неуронима који од оптичких слојева иду у моторна једра. Према томе, надражаји могу у оптичким слојевима да пређу са центрипеталног на центрифугални пут и да произведу рефлексе. Ти су рефлекси махом сложени, вишега реда. Ту спадају рефлекси емоционалне мимике. Мачка којој је мозак извађен, изузев оптичке слојеве, не даје знаке интелигенције, али на разне надражаје одговара обичним знацима узбуђења: покрети ушију, наоштрена длака, „предење“, покрети репом итд. Надражујући оптичке слојеве производе се промене органских функција какве се дешавају у узбуђењима: промене срчаног ритма, брзине дисања, лучење суза. Има клиничних случајева да су вољни покрети лица укинута, т. ј. да су ми-

Оптички
слојеви.

шићи лица паралисани, али ти мишићи се грче услед узбуђења, тако да лице које је паралисано ипак изражава узбуђења, бол, радост, итд.

Центри емоционалнога изражавања не функционишу само рефлексно, већ им надражај може доћи из мождане коре. То се дешава кад сећање на неку ствар изазива емоционалне промене. Мозак може такође спречавати емоционалне рефлексе, кочити њихов механизам. Има клиничних случајева необузданог смејања или плакања који се објашњавају укидањем те моћи кочења мождане коре према рефлексима чији је центар у оптичким слојевима.

Пругаста тела, сива једра која се налазе у близини оптичких слојева, средишта су такође сложеним рефлексима. Њихова је улога обавијена тамом као у осталом и улога оптичких слојева. Они су вероватно центар који координише покрете хода. Пругаста тела као и оптички слојеви у вези су са можданом кором.

Четворогубе квржице.

Четворогубе квржице (*corpora quadrigemina*). Изнад продужене мождине налазе се четири мале живчане масе, сиве на површини, беле изнутра, које покривају Силвиусов акуедукт. Оптички живци су у анатомској вези са тим живчаним телима. С тога њихово разоравање производи слепило. Оне су средишта разним очним рефлексима; рефлексу којим се зеница стешњава под утицајем светлоснога надражаја на мрежњачу, рефлексу такође којим се покрећу очне кугле према светлосноме надражају и према положају главе. Четворогубе квржице узимају удела и у функцији одржавања телесне равнотеже. Жаба којој су извађене само мождане хемисфере не разликује се по ставу свога тела од нормалне жабе; реагује ако нагињемо подлогу на којој се налази. Ако извадимо и оптичке режњеве (који одговарају четворогубим квржицама у сисара), тада је њено држање неприродно, предњи део тела није издигнут као у нормалноме ставу; нагињући подлогу на којој је, неће реаговати и пашће услед нагиба.

МАЛИ МОЗАК

Мали мозак.

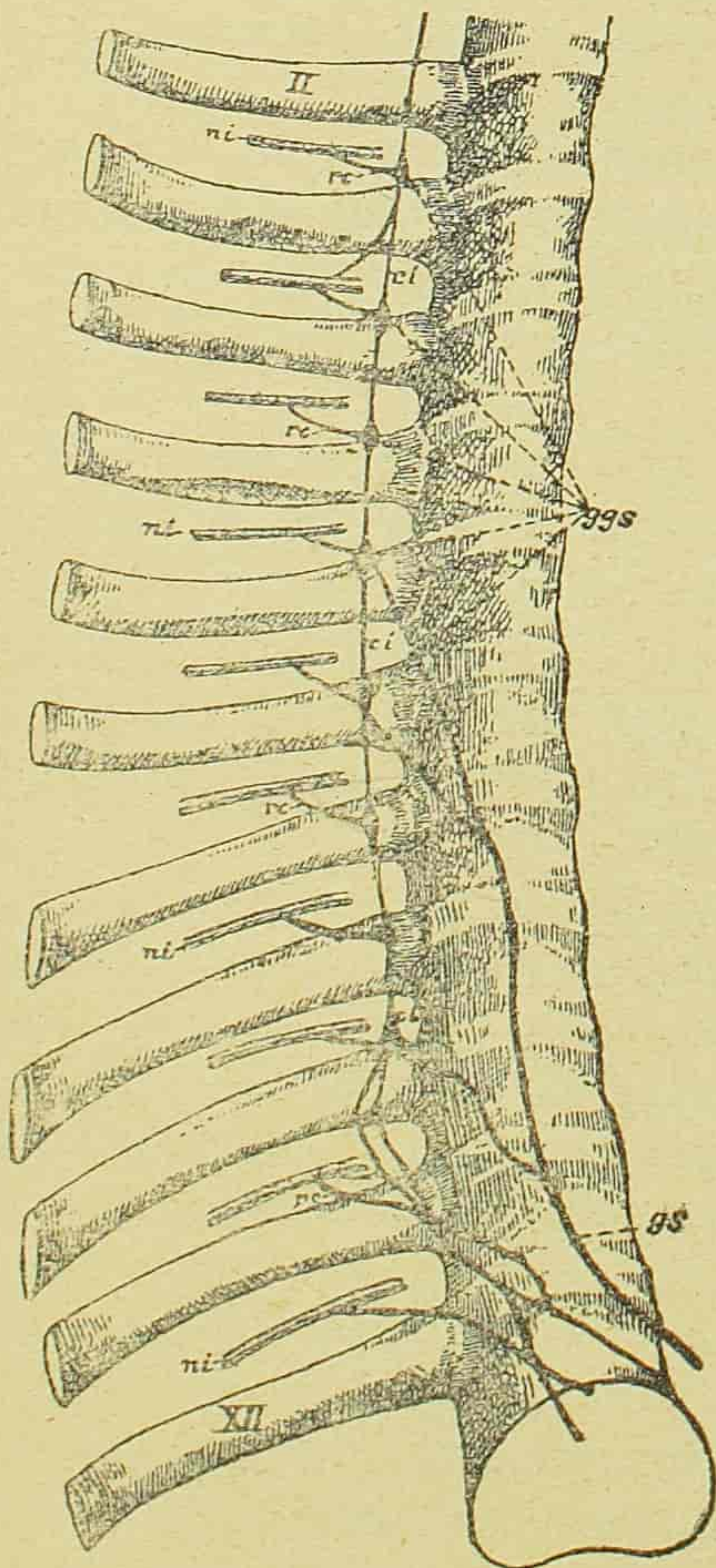
Мали мозак се налази на задњој страни продужене мождине, испод можданих хемисфера, и покрива четврту комору. Као и у великом мозгу сива маса је површна, гради једну кору под којом се налази бела маса. Улоге малог мозга доста су познате. Једно је несумњиво, а то је да тај орган није седиште психичких функција. Аблација малог мозга производи разне поремећаје али никада поремећаје интелигенције. Мали мозак је средиште које саглашава, координише мишићне радње којим се одржава телесна равнотежа. Мали мозак, као што знамо,

прима центрипетална влакна која му доносе надражаје са површине тела. У вези је и са унутрашњим ухом које је важан орган по одржавање равнотеже. Од малог мозга полазе центрифугални путови који су у вези са мишићним системом. Аблација малог мозга производи поремећаје у одржавању телесне равнотеже. Голуб коме је мали мозак извађен (Florens) не може да координише своје покрете у намераваноме циљу и не може да се одржи у равнотежи. Његова је осетљивост, међутим, нетакнута. Поменимо да су поремећаји слабији када је мали мозак симетрично позлеђен, него кад је позлеђена само једна његова половина. Пас без малог мозга (Luciani) даје знаке разних поремећаја од којих временом остаје само поремећеност функције одржавања равнотеже. У човека позледе малог мозга изазивају непоузданост хода и немогућност кретања у правој линији, тако да ход подсећа на посртања пијана човека.

унутрашњи
ухо

СИМПАТИЧНИ ЖИВЧАНИ СИСТЕМ

Док церебро-спинални систем служи поглавито одржавању односа са спољашњом средином преко чула и вољних мишића, симпатични систем одржава однос између самих вегетативних органа, чије деловање не подлеже нашој вољи.



Слика 17.

Симпатични систем: *ni.* кичмени живци. — *rc rami communicantes.* — *ggs.* симпатичне ганглије. —

махом не спроводе надражаје који постају свесни већ надражаје који производе рефлексе. Осетљивост симпатичнога порекла нарочите је природе: тупа је, не дозвољава да се тачно лока-

тивних органа, чије деловање не подлеже нашој вољи.

Симпатични систем се састоји из два ланца ганглија који се протежу с обе стране кичме (сл. 71) а од који полазе живци који иду у разне органе. Симпатични систем је у вези са церебро-спиналним системом, што објашњава свакоме познате утицаје психичких појава на органске радње. Од симпатичних ганглија полазе врпце које их везују за кичмене живце, то су *rami communicantes*, који одржавају везу између два помента живчана система (сл. 71 *rc*).

Симпатични систем је сграфен, као и церебро-спинални, из неурона. У ганглијама његовим налазимо ћелијска тела, а у живцима, у врпцама које спајају ганглије међу собом, као и у *rami communicantes*, налазимо цилиндер-аксисе. Симпатични живци су мешовити, т. ј. садрже у себи сензитивна и моторна влакна. У нормалним приликама та сензитивна влакна

Веза церебро-спи-

и симпатичнога система.

Сензитивна моторна влакна.

лизује надражај који је производи: незнатни су осећаји које производи додир хране са желудцем; болови унутрашњег порекла обично су распрострањени, не могу се локализовати. Сензитивна влакна симпатичних живаца пролазе кроз симпатичне ганглије па ступају у кичмену мождину на задње корене кичмених живаца, као и друга сензитивна влакна. Моторна влакна имају своје порекло у моздини, у чијој се сивој маси налазе њихове ћелије. Моторни неурон моздински наставља се у симпатичној ганглији другим неуроном, чији цилиндер-аксис иде у орган. Та влакна која полазе од ганглија граде засебне живце или граде сплетове око артерија, или су најзад помешана са другим влакнима у кичменим живцима.

Симпатична влакна иду у мишиће разних органа који нису под утицајем наше воље. То су глатки мишићи, изузев срчани мишић који спада у пругасте мишиће. Друга су влакна вазо-моторна, т. ј. инервишу мишићна влакна крвних судова, трећа су секреторна, т. ј. изазивају лучења.

У симпатичним ганглијама успоставља се веза између неурона који имају своје порекло у моздини (то су преганглионски неурони) и неурона чије се ћелије налазе у симпатичним ганглијама (то су ганглионски неурони). Симпатичне ганглије не служе само на везивање церебро-спиналног система са симпатичним, већ су и рефлексни центри у којима долазе у додир центрипетални елементи са центрифугалним.

Ганглије у којима се успоставља поменута веза између преганглионског и ганглионског неурона не налазе се све у ономе двострукоме ланцу који се протеже с обе стране мождине, већ су расуте и по другим деловима организма. Такве ганглије налазимо у лобањи, у врату, у трбушној дупљи. У желудачноме пределу налази се сплет симпатичних живаца и ганглија. То је соларни плексус, изнад кога се налазе две ганглије у виду полумесеца: то су семилунарне ганглије. Од тих и других ганглија полазе живчана влакна која инервишу трбушне органе.

Да би се утврдило који се преганглионски неурони спајају са ганглионским у једној датој ганглији, искоришћује се утицај никотина: премаже ли се та ганглија разблаженим раствором тога алкалоида, тиме се прекида функционална веза између неурона који се у тој ганглији додирују.

Разнолике су улоге симпатичног живчаног система. Вратни симпатикус, који је лако приступачан и који стога обично служи огледима, садржи у себи влакана која шире зеницу и која скупљају крвне судове главе. Његов надражај производи ширење

Симпатичне ганглије.

Утицај никотина.

Улоге симпатичног система.

зенице и вазо-констрикције, које се у зеца нарочито лепо виде на уху. Симпатичним влакнима припада такође инервација знојних жлезда и пило-моторних мишића, т. ј. оних сићушних мишића који се налазе у корену длака а чије је грчење узрок да се кожа најежи а длака накомостреши. Вазо-моторни живци (стр. 235) који припадају симпатичноме систему имају своје центре у продуженој моздини и у кичменој моздини. Вазо-дилататорна влакна производе ширење крвних судова укидајући стално де-лање, тонус, супротних живаца. Влакна вазо-дилататорних жи-ваца не иду, вероватно, у мишиће крвних судова, већ се завр-шавају у ганглијама у додиру неурона вазо-констрикторних вла-кана чије деловање паралишу.

СИМПАТИЧНИ И ПАРАСИМПАТИЧНИ СИСТЕМ

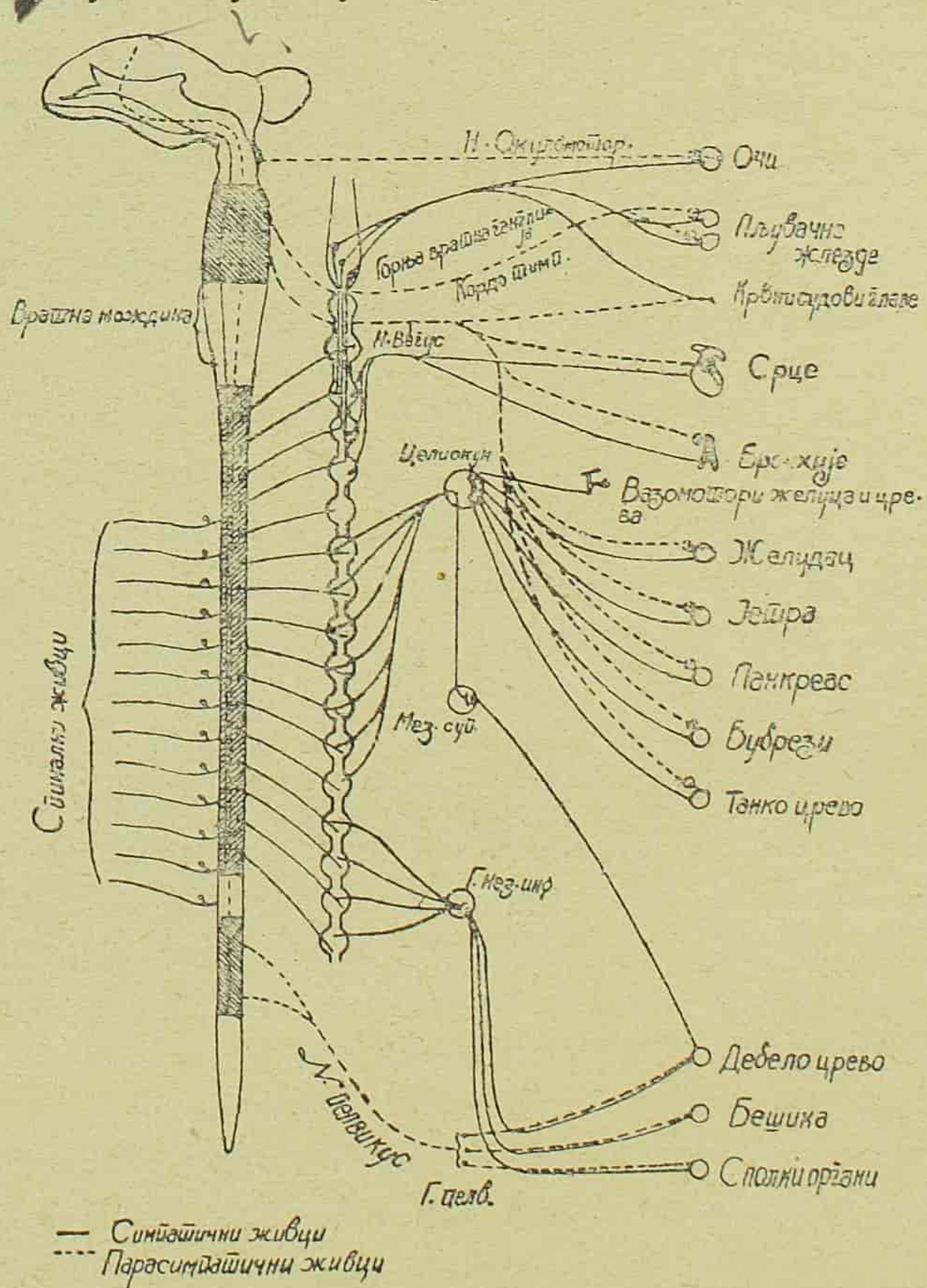
Рекли смо да симпатичноме систему припада инервација органа која се врши аутоматски и која није под утицајем наше воље. Али и извесним живцима који припадају церебро-спинал-номе систему припадају такве улоге. Поменули смо да трећи пар лобањских живаца, очни моторни живци, садрже влакана која стешњавају зеницу, т. ј. која управљају једном аутоматском функцијом на коју наша воља не може непосредно утицати. Та влакна, по правилу које важи за симпатичне живце, прекидају се у једној ганглији од које полазе ганглионска влакна која иду у орган. Други живац, хорда тимпани, грана фациалисова, садржи влакна која по својим улогама припадају вегетативним живцима: хорда тимпани изазива лучење подвличне жлезде и вазодилатацију у тој жлезди. Њена се влакна такође прекидају у једној ганглији. Вагус, десети пар лобањских живаца, један је од најважнијих живаца вегетивнога живота: делује на срце, брон-хије, желудац, јетру, панкреас, бубреге и црево. Најзад и од доњег дела кичмене моздине издваја се кичмени живац који по своме деловању припада симпатичним живцима. То је *nervus pelvicus*, који се прекида у ганглијама пре него што ће продрети у органе које инервише: дебело црево, мокраћна бешика, сполни органи.

Поменути живци, који припадају церебро-спиналноме си-стему али који у исто време припадају вегетативним функци-јама, граде парасимпатични живчани систем.

Симпатична и парасимпатична влакна делују у једноме истоме органу махом у супротном смислу. Симпатична влакна шире зеницу, парасимпатична је стешњавају. У подвличној жлезди, симпатична су влакна вазо-констрикторна, а парасимпатична вазо-дилататорна. Симпатична влакна убрзавају срце, парасим-

Антагони-
зам између
два систе-
ма.

патична га коче, итд. (сл. 72). Постоји дакле антагонизам између та два живчана система. Поменимо још да се они различно понашају према отровима, што дозвољава да се искључи дејство једног од та два система: атропин ^{не} укида утицај симпатичних живаца а ~~не~~ укида утицај парасимпатичних. Ако метнемо на



Слика 72.

Симпатични и парасимпатични систем.

очну куглу раствор атропина, то производи ширење зенице, јер укидањем дејства парасимпатичних влакана сада делују само влакна симпатичнога система, која шире зеницу.

Атропин укида такође дејство парасимпатичних влакана на срце; та влакна пак, као што знамо, припадају вагусу, који кочи срце. Укидајући њихово дејство изазваћемо убрзање срчано под утицајем симпатичних влакана.

Обрнуто делује пилокарпин, који надражује парасимпатични живчани апарат а не делује на симпатични.

ГЛАВА ДРУГА

Ч у л а

Увод

Разноврсним надражајима припадају у физиолошкој подели рада нарочити органи и апарати који примају те надражаје и спроводе их мозгу, где разним осећајима припадају, као што знамо, посебна средишта. Органи који примају надражаје из спољашње средине јесу чулни органи. Од њих полазе живци који примљене надражаје спроводе мозгу где се претварају у осећаје.

Сваки је чулни орган подешен за примање нарочите врсте надражаја. Око је подешено за светлосни надражај, ухо за надражај звучнога таласа; орган чула обоњања има своје специфичне надражаје, то су извесна тела у гасовитоме стању, док су нека тела у раствороеном стању специфични надражаји органа чула укуса. Иако постоје специјализовани органи за примање надражаја, ипак природа осећаја не зависи од чулних органа, па чак ни од самих надражаја, већ од можданих центара у које ће dospети надражај.

Специфичност осећаја.

У човека разликујемо пет чула: чуло такнућа или пипања, чуло укуса, чуло обоњања, чуло слуха и чуло вида.

Пет чула.

Да би један чинилац постао надражајем, т. ј. да би изазвао осећај, мора имати извесну јачину. Светлост мора имати извештан интензитет да би могла утицати на наше око; предмет мора имати извесну тежину да бисмо га осетили на длану, итд. Кад надражаји расту у својој јачини, расте и интензитет осећаја; али не упоредно: осећаји спорије расту од надражаја. Док осећаји расту по аритметичкој прогресији, надражаји расту по геометријској. Кад, на пример, осећај расте у односима 1, 2, 3, 4, надражај који га производи расте у односима 1, 2, 4, 8. То је Fechner-ов

Weber-
Fechner-ов
закон.

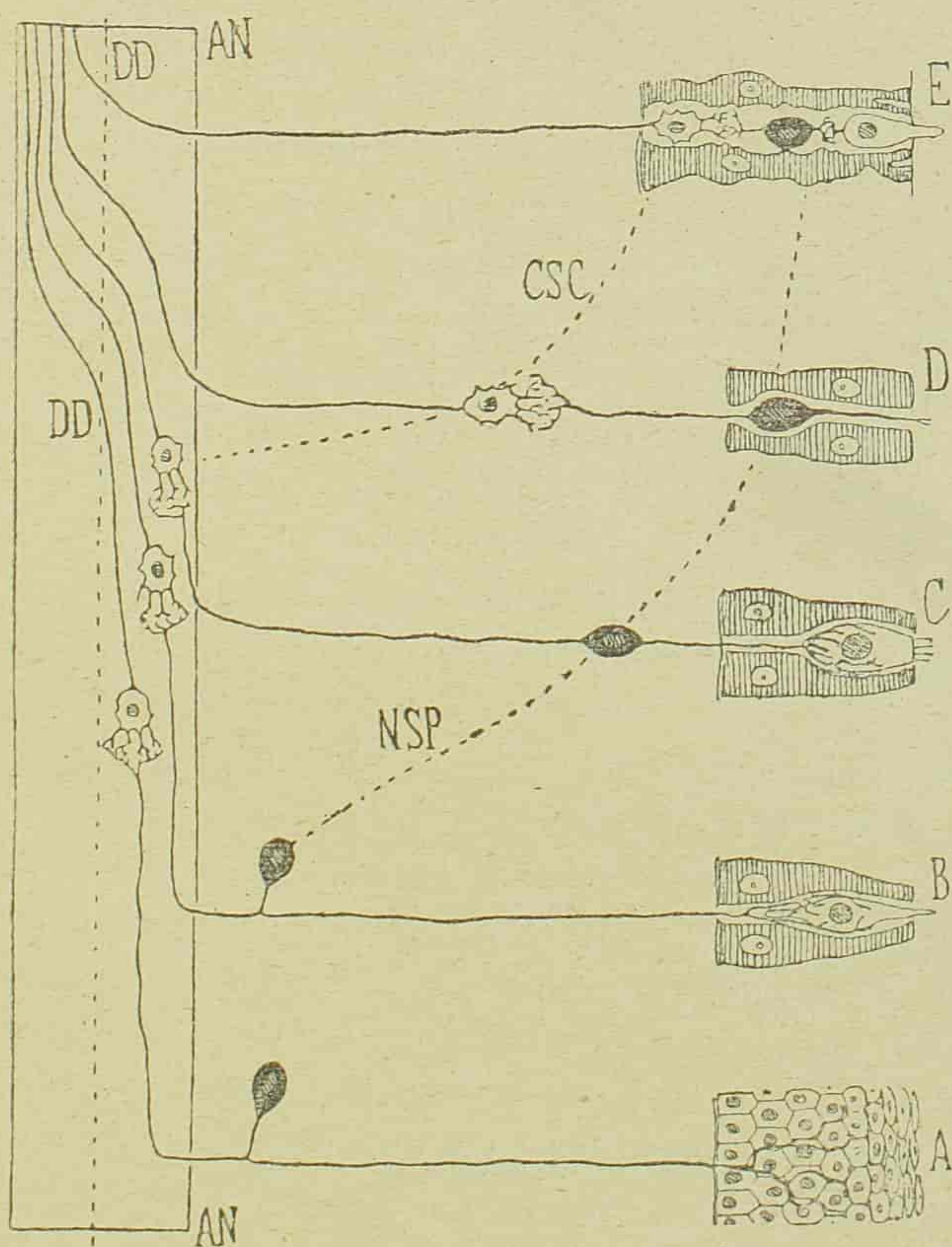
психо - физички закон, закон који се може утврдити тражећи за колико се мора повећати један надражај познатог интензитета да би се произвело минимално појачање осећаја. На пример, за колико треба повећати један тег који држимо на длану да бисмо осетили повећану тежину? Претпоставимо да на длану држимо тег од 10 грама. Да бисмо осетили најмање повећање тежине морамо томе тегу додати 3,3 грама. Али ако држимо на длану тег од 20 грама, морамо додати 6,6 грама да бисмо осетили повећање тежине. Другим речима, додани тег који производи минимални осећај сразмеран је тегу који се већ налази на длану. У томе се састоји Вебер-ов закон, који важи за сва чула а који гласи: Да би се осећај појачао, надражај се мора појачати сразмерно својој првобитној вредности. У наведеноме примеру, надражај се мора повећати за једну трећину да би се изазвало минимално повећање осећаја. Та вредност ($\frac{1}{3}$) назива се пропорционална константа. Она има разне вредности за разне врсте надражаја.

Претпоставимо сада да држимо на длану тег 1 који је управо на граници осетљивости. Додајмо му тег K који захтева пропорционална константа. Добивени осећај назначимо са 1. Целокупна вредност тега сада је $1 + K$. Да бисмо сада добили нов минимални осећај повећане тежине, морамо тегу $1 + K$ додати његов део који захтева пропорционална константа а то је $(1 + K)K$; према томе целокупна тежина биће $1 + K + (1 + K)K$, т. ј. $(1 + K)^2$. Као што видимо, да бисмо прешли са осећаја 1 на осећај 2, надражај је прешао са вредности $1 + K$ на $(1 + K)^2$; да би се прешло од осећаја 1 на осећај n , потребно је да надражај $1 + K$ порасте на $(1 + K)^n$; т. ј. док осећај расте по аритметичкој прогресији, надражај расте по геометријској. Тиме је доказан поменути Fechner-ов закон. На томе закону почивају на пр. чињенице да се дању звезде не виде иако су светле као и ноћу, да се дању не могу употребљавати светлосни сигнали на жељезницама, и др.

Чулни неурони.

Органи који су подешени за примање разних надражаја, чулни органи, имају различну грађу и на разним су степенима сложености. Али у свакоме случају чулни орган садржи живчане ћелије које су у вези са чулним живцем који преноси надражаје мозгу. Ти чулни живци, као сви центрипетални живци, састављени су из влакана чија се неуронска тела налазе изван централног живчаног система. Да би надражаји дошли до мозга потребна су два или више неурона. Видели смо за кичмене живце да њихов неурон има своје тело у спиналним ганглијама и да

влакна таквих неурона граде сензитивне кичмене живце. Са тих неурона надражај прелази у продуженој мождини на друге неуроне чија се тела налазе у једрима Burdach-а и Goll-а (сл. 73 А). У чулним органима налазимо неуроне удешене за примање посебнога надражаја тога чула. У оку то су видне ћелије, које се налазе у мрежњачи (штапићи и конуси); у уху то су ћелије са трепљама или слушне ћелије, у носној слузокожи налазимо олфактивне ћелије, које су надраживане гасовитим телима, док на површини језика налазимо густативне ћелије



Слика 73.

Чулни неурони. — А. такнућа. — В. укуса. — С. слуха.
D. обоњања. — Е. вида.

NSP периферијски неурони. CSC централни неурони.

AN централни живчани систем; DD централни спроводници.

које су надраживане раствореним телима. Те су чулне ћелије, као што се види на шематичној слици 73, у вези са мозгом преко других неурона чија се тела налазе на разним одстојањима од чулнога органа, или су у самоме органу.

Чулни центри и чулни органи.

Осећаји који нам долазе преко разних чула битно су различни. Осећај светлости битно се разликује од осећаја звука и укуса, или од осећаја додира и мириса. Та особеност осећаја не почива ни у чулним органима ни у природи самих надражаја, већ је треба тражити у особинама самих можданих центара у које доспевају надражаји. Сваки надражај који доспе у мождани центар вида изазваће осећај светлости. То је обично светлосни надражај, јер орган који је у вези са тим центром, т. ј. око, подешено је за примање те врсте надражаја. Али и други надражаји могу изазвати осећај светлости: удар или притисак на очну јабучицу производи севање. Електрични надражај оптичкога живца даје такође осећај светлости, док тај исти надражај примењен на акустични живац даје осећај звука, а даће осећај укуса ако га пренесемо на живац за укус. То јасно казује да особена природа осећаја не зависи ни од чулнога органа ни од самога надражаја, већ од центра у који ће dospети надражај. Према томе, кад би се периферијски део пресеченога акустичнога живца могао спојити са централним делом оптичкога живца, а периферијски део оптичкога живца са централним делом акустичнога, тада би светлост, надражујући око, изазвала осећај звука, док би звучни талас, надражујући ухо, изазвао осећај светлости. Друкчије речено, тада би се муња чула а грмљавина видела.

Природа деловања надражаја.

Надражаји су, као што смо већ поменули, разни облици енергије: светлосна енергија, механичка енергија звучнога таласа, хемијска енергија миришљавога или укуснога тела. Али деловање надражаја не почива само у њиховој енергетској вредности већ поглавито у променама стања које изазивају у чулним центрима: престанак деловања енергетскога чиниоца на чулни орган изазива пажњу као и сам надражај. Једнолики и непрекидни звук престаје бити надражајем у правоме смислу. Али нагли прекид тога звука може деловати као надражај: млинар се пробуди кад млин од једном стане; особе које задремају на музичкоме концерту тргну се кад музика од једном умукне. Видели смо у Weber-Fechner-ову закону да исти чинилац може изазвати и не изазвати осећај, према томе у коме односу стоји са другим надражајем. Све то казује да није сама енергија коју доносе надражаји од пресудне важности у производњи осећаја, већ промена, према претходноме стању чулнога центра, коју енергетски чинилац изазива.

Квантитативна вредност надражаја.

Готово бескрајно мале количине енергије могу деловати као надражаји који су пропраћени осећајима. Трагови неких

миришљавих тела кадри су да даду свој мирис врло великим запреминама ваздуха (јодоформ, на пример). Нека тела делују на чуло укуса у тако малим количинама које ни најосетљивија хемијска средства не могу открити. Следећи примери казују како бескрајно мале количине енергије могу деловати на чула. Кад би се једна калорија потпуно претворила у светлосну енергију, та би количина светлости била довољна да изазива осећај светлости више од једне милиарде година. Тако исто ухо је надражено бескрајно малом количином енергије. На пет километара звучни талас једнога звона има површину од 300.000.000 квадратних метара. Бубна опна пак нема ни један цео квадратни центиметар површине. То значи, кад чујемо на пет километара једно звоно, нашу бубну опну надражује мање од трихиљадитог дела једног милиардитог дела оне енергије коју даје један удар звона.

I. ЧУЛО ТАКНУЋА

Површина нашега тела осетљива је према разним чиниоцима као што су: додир, топлота, хладноћа, убод итд. Тим разним надражајима одговарају разни осећаји који могу бити пријатни или непријатни. Имамо такође сличних осећаја који су унутрашњег порекла, чије је порекло у надражајима слузокожа или органа.

У кожи се завршавају огранци сензитивних кичмених живаца. Влакна њихова завршавају се у ситним органима епителног порекла који представљају периферијске органе чула такнућа. То су тако звана телашца Краус-ова и Расини-ева.

Разне надражаје које прима површина тела не спроводе живчаним средиштима исти живчани путови. Видели смо (стр. 311) да се разним повредама кичмене мождине могу укинути поједини осећаји који происходе од надражаја чула такнућа. Тако исто на површини коже исти делови не примају све надражаје. Има делова њених који су неосетљиви према топлоти а други неосетљиви према додиру. Та су поља разних осетљивости малог обима и измешана, тако да се она могу само експериментисањем констатовати а иначе имамо утисак да је свака тачка наше коже осетљива према свима надражајима чула такнућа.

Сложеност чула такнућа.

Као што смо већ нагласили, осећаји имају своје седиште у самим живчаним средиштима. Искуством ми те осећаје везујемо за спољашње надражаје и локализујемо их, т. ј. утврђујемо на коме месту делује одговарајући надражај. Та моћ локализовања није савршена и није иста за разне делове телесне површине. Да бисмо могли констатовати два истовремена осећаја такнућа потребно је да се надражаји налазе на извесноме одстојању један од другог на површини тела. То доказују огледи са Вебер-овим компасом. Узмимо један обичан шестар; додиримо у исто време кожу његовим врховима. Ако одстојање између шестарових врхова није одвише велико, особа на којој

Локализовање надражаја.

вршимо оглед изјављује да осећа убој само једним врхом. Тек кад је размак достигао извесну вредност, особа добива осећај двострукога додира. У томе погледу разни делови телесне површине различно се понашају: док на средишњој линији леђа врхови шестара морају бити раскречени за 5—6 центиметара да би се добио осећај двострукога убоја, на лакту тај је размак од 3—4 цм., на врху прстију 3 милиметра, а на врху језика само 1 милиметар.

Осећаји
топлоте и
хладноће.

Осећаји хладноће или топлоте постају онда када се температура коже нагло мења спуштајући се или пењући се. Разумљиво је дакле да једно тело на извесној температури може у једноме случају изазвати осећај топлоте а у другоме осећај хладноће, према томе ако је кожа на нижој или на вишој температури од тога тела. Исти живчани органи не примају надражаје који изазивају осећај хладноће и оне који изазивају осећај топлоте. Има тачака на површини коже које су осетљиве према топлоти а неосетљиве према хладноћи. И обрнуто. Додирна осетљивост не поклапа се такође на површини тела са термичном осетљивошћу. Има тачака осетљивих према топлоти а неосетљивих према додиру. Кад је температура предмета, који додирује кожу, изнад извесне границе, осећај топлоте претвара се у осећај бола. Разна тела на истој температури даће осећаје различног интензитета према својој моћи спровођења топлоте. Комад мермера изгледа хладнији од комада дрвета иако су на истој температури. То је стога што прво тело, као бољи топлоноша, производи интензивније зрачење топлоте од другог, када је у додиру коже. Осећаје топлога и хладнога производи пак не само промена температуре на површини тела већ нарочито промена интензитета зрачења топлоте: кад кожа почне зрачити више топлоте него што је дотле зрачила, јавља се осећај хладноће, а кад се то зрачење смањи јавља се осећај топлоте.

Чуло такнућа сложено је дакле у ствари из неколиких чула чији су периферијски органи измешани у кожи. Видели смо да је чуло додира, или такнућа у ужему смислу, различно од чула за топлоту и од чула за хладноћу.

Мишићна
осетљивост.

Мишићна осетљивост обавештава нас у коме се степу и стању згрчености налазе наши мишићи. Служимо се тим чулом кад одмеравамо руком тежину неког предмета. Та је осетљивост врло важна за функцију одржавања телесне равнотеже и за производњу тачно одмерених покрета, јер нас она у свакоме тренутку обавештава о положају наших удова и других делова тела.

Осећаји чула такнућа, као и сви други осећаји, испољени су и локализовани искуством, т. ј. умемо одредити приближно место где делује на површини тела надражај који је изазвао осећај. Ако је то место деловања надражаја промењено на неки начин, тада погрешно локализујемо надражај док се не прилагодимо новом искуству. На пример, надражај пресеченога живца ампутиране ноге даје осећај да је надражен део уда који више не постоји а коме је припадао тај живац. Аристотелов оглед састоји се у томе што се средњи прст прекрсти преко кажипрста па се између врхова тих прстију ваља какав округло предмет, куглица хлеба на пример. Тада имамо осећај да се под прстима налазе два таква предмета. Та се варка објашњава тиме што смо искуством стекли уверење да у обичноме положају прстију један исти округло предмет не може у исто време надражити спољашње ивице средњег прста и кажипрста. Имамо ли истовремени осећај додира, онда значи да морају бити два таква предмета. Прекрштањем прстију пак, као што је горе речено, иста кугла надражује сада поменуте ивице оба прста, али стеченом навиком, из горњег разлога, приписујемо добивени осећај двома куглама.

Локализовање надражаја и испољавање осећаја.

II. ЧУЛО УКУСА

Извесна тела делују као надражај на површину језика дајући нарочите осећаје које зовемо укус. Сва тела у растворе-номе стању нису укусна, али само растворљива тела могу имати укуса. Цела површина језика не прима надражаје укусних тела, већ само основа језика, његов врх и ивице, и средњи део горње површине.

На површини језика налазе се брадавичасте израсли, квржице, у којима се налазе чулни органи који примају специалне надражаје чула укуса. На основи језика виде се голим оком такве квржице, *papillae circumvallatae*, десетак на броју, распоређене у виду једнога V. Те се израсли састоје из једнога купастога средишњег дела опкољеног једним опкопом. У томе опкопу, на површини епителиума којим је средишњи купаста део превучен, провирују кончасти продужеци густативних ћелија које се налазе у епителиуму а које представљају најважнији елеменат чулнога органа. Густативне ћелије су обавијене почетним огранцима чулнога живца који преноси у мозак надражај што га је примила густативна ћелија. Такве су ћелије груписане у виду малих органа званих густативна телашца или маслине. У другим деловима језика који су осетљиви према укусу, нала-

Периферијски апарати чула укуса.

зимо израсли које својим обликом подсећају на печурку, отуда им име *papillae fungiformes*. У њихову епителиуму налазимо густативна телашца истоветна горе поменути.

Живци за
укус.

Задња трећина језика и опк оп л е н е израсли преносе укусне надражаје живцем *glosso-pharyngeus* (IX пар). Врх језика, ивице и горњи део његов примају своју густативну инервацију од једнога крака тригеминусовог који се зове језични живац, *nervus lingualis*. Али укусна влакна лингуалисова не припадају томе живцу, већ живцу који се зове посредни Wrisberg-ов живац, а који преко тимпанусове хорде шаље своја густативна влакна у језични живац.

Укус и
мирис.

Осећаји које обично приписујемо чулу укуса припадају му у ствари само једним делом. Оно што ми називамо укусом припада добрим делом чулу обоњања. Довољно је запушити нос да бисмо се уверили да је храна готово безукусна. Свакоме је познато да се то исто дешава када имамо кијавицу. Затим треба додати да језик није само седиште укусне осетљивости већ и опште осетљивости: језик је осетљив према додиру, притиску, топлоти и хладноћи. То допушта да се језик може употребити у говору и у преметању хране.

Врсте
укуса.

Ако оделимо осећаје који не припадају самоме чулу укуса, тада налазимо да нам то чуло у главном даје четири врсте осећаја или укуса. То су слан, сладак, горак и кисео укус. Утврђено је да исти периферијски апарати не примају надражаје који дају те разне осећаје. Има папила које су осетљиве само за кисео надражај, друге само за сладак итд. То објашњава да разни делови језика нису подједнако осетљиви према разним густативним надражајима; врх језика осетљив је нарочито према киселоме укусу, док је основа језика нарочито осетљива према горкоме укусу.

Постоје покушаји да се пронађе веза између укуса и хемијске природе укусних тела. Али неки општи закон није пронађен, јер има тела сасма различних у хемијскоме погледу а која имају исти укус; на пример, шећер, сахарин, оловне соли и глицерин имају исти укус, иако сва та тела нису у хемијскоме сродству.

Поменули смо раније (стр. 274) важност чула укуса у производњи рефлексног лучења сокова за варење. То чуло има такође и одбранбену улогу обавештавајући нас често о природи хране коју уносимо у апарат за варење.

III. ЧУЛО ОБОЊАЊА

Многа тела у гасовитоме стању надражују чулне ћелије које се налазе у једноме делу носне слузокоже и производе осећаје које зовемо мирисом. Само је у задњем делу носних шупљина слузокожа осетљива према миришљавим телима. Тај је део слузокоже жуте боје, док је остатак црвене боје. Међу епителиалним ћелијама те олфактивне слузокоже налазе се живчане ћелије, олфактивне ћелије, којих се један протопласматски продужетак, у виду штапића, завршава на самој површини слузокоже (сл. 73 D), док се други продужетак њихов, т. ј. цилиндер-аксис, као саставни део живчаних кончића олфактивнога живца, пење ка мозгу. Прошавши на отворе ситасте кости, та живчана влакна улазе у задебљане делове олфактивних живаца и ту се завршавају у додиру нових неурона чији цилиндер-аксиси граде оне две траке које се налазе прилепљене на доњој страни мозга а које нису друго до олфактивни живци.

Живчани
елементи
чула обо-
њања.

Ни једно чуло не даје тако многобројне и разнолике осећаје као чуло мириса. Готово свако тело има свој особени мирис. Миришљаво тело долази у додир олфактивних ћелија при удицању ваздуха у коме се налази то тело. Оно мора извесном јачином и на прекиде доћи у додир тих ћелија. Отуда њушење, да би се боље осетио какав мирис. Олфактивна слузокожа мора бити влажна да би могла вршити своју улогу. Али кад је прекривена течним слојем њена је функција такође поремећена.

Нека миришљава тела могу у бескрајно малим количинама деловати на чуло мириса. На пример, јодоформ се још осећа кад у једном центиметру кубном има само 0,000.000.057 милиграма тога тела.

Оштрине
чула
обоњања.

Чуло мириса има исту важност као и чуло укуса. У човека је чуло мириса слабо развијено према оштрини тога чула у неких животиња. Познато је како пас уме њушећи да нађе траг свога господара. Али пас нема за све мирисе ту необичну осетљивост. Она се односи само на мирисе животињскога порекла, док према другим мирисима, према мирису цвећа, на пример, пас није осетљивији од човека.

IV. ЧУЛО СЛУХА

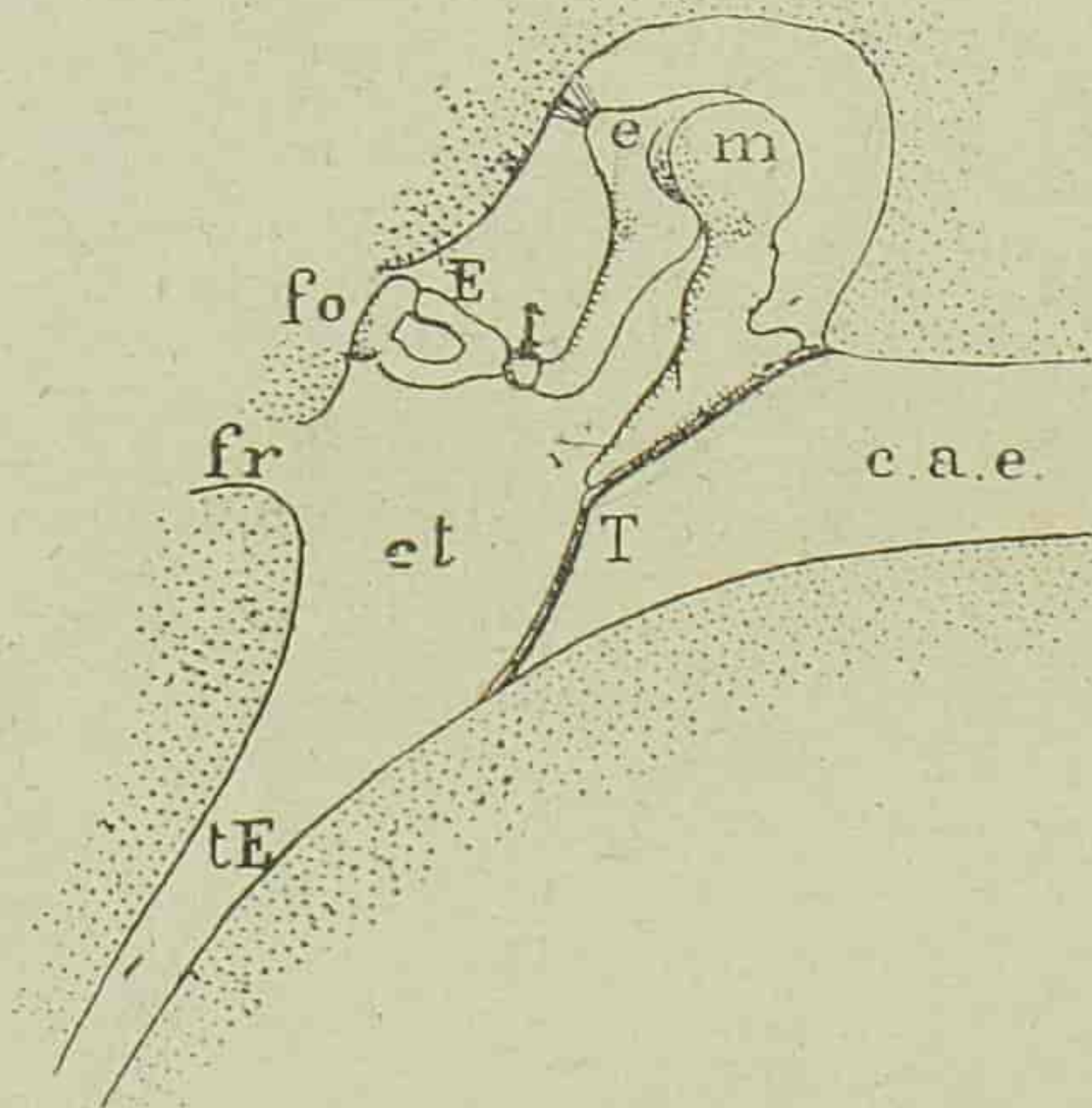
Треперење ваздуха, ако је довољно учестано и ако доспева до уха, органа за слух, производи осећаје нарочите природе које зовемо звуком. Треперења чији је број у секунду

Звук.

испод 30 не надражују чуло слуха, тако исто ако је тај број већи од 15—20.000.

У органу за слух, као и свакоме чулноме органу, налазимо почетне кончиће једнога живца, до којих долази њихов специфични надражај, у овоме случају звучни талас. Почетна влакна акустичнога живца (VIII пар лобањских живаца) налазе се у унутрашњем уху, које је смештено у унутрашности једнога дела слепоочне кости. Тиме је тај нежни орган добро заштићен, али тиме је у исто време у неповољним приликама да би до њега доспели звучни таласи. Стога је унутрашње ухо у вези са другим деловима којима је циљ да хватају звучне таласе и да их преносе до унутрашњег уха. Хватање звучних таласа врши спољашње ухо, преношење средње ухо.

Спољашње
ухо.



Слика 74.

с. а. е. спољашњи слушни ходник. —
Т. бубна опна. — ст. бубна дупља. —
tE. Евстахијева труба. — m. чекић. —
e. наковањ. — E. стремен. fo. овални
прозор. fr. округли прозор.

Средње
ухо.

налази се једна дугуљаста шупљина, бубна дупља, која се једним својим крајем наставља уским каналом који се зове Евстахијева труба. Тај се канал отвара у задњем делу носне шупљине. На тај је начин бубна дупља у вези са спољашњом атмосфером, тако да у њој влада исти притисак као и у спољашњем слушном ходнику. Према томе бубна је опна изложена истој притиску с унутрашње и са спољашње стране, јер кад се мења атмосферски притисак мења се и притисак у бубној шупљини. Физичка је погодба пак, да би једна мембрана савршено

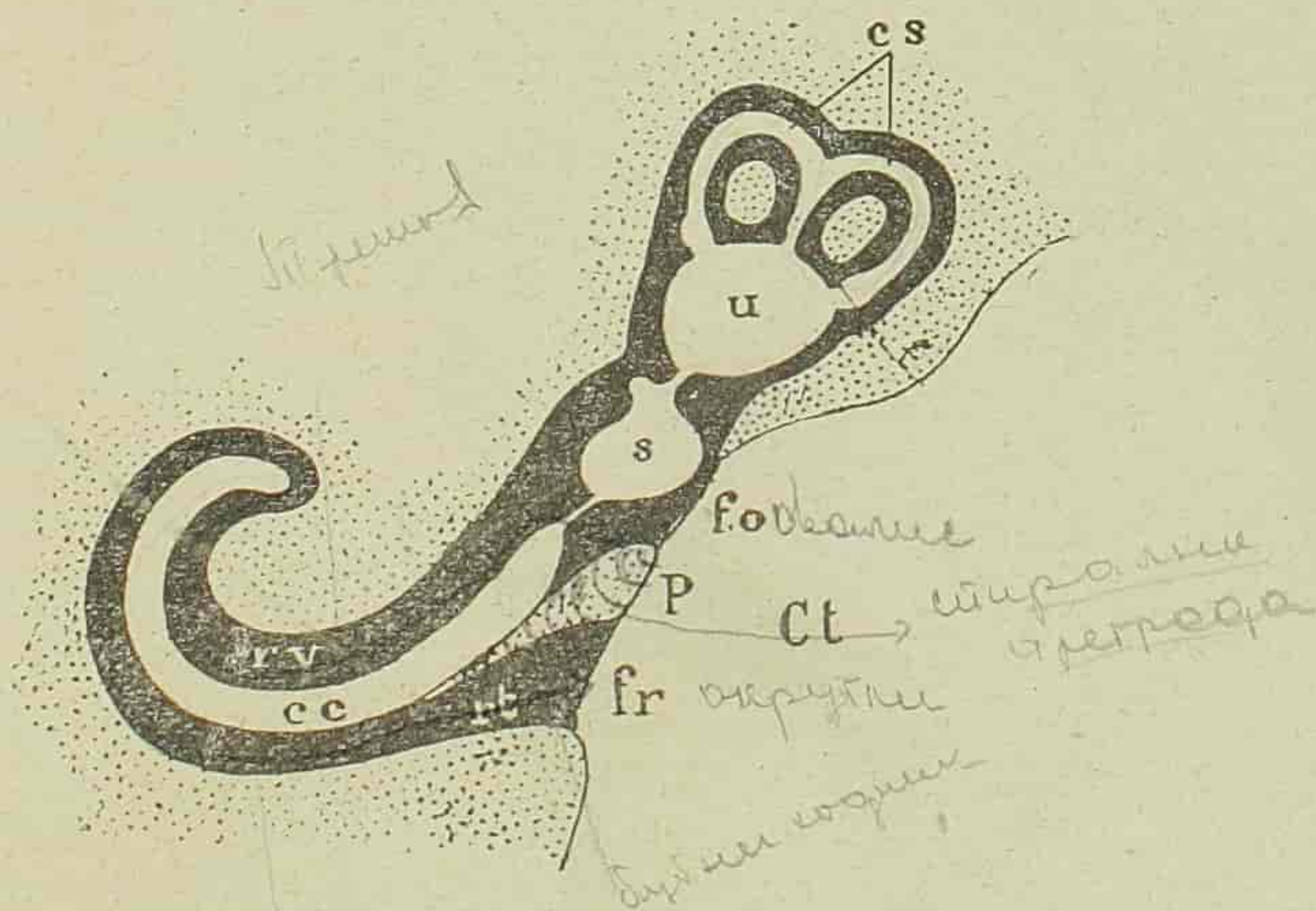
Спољашње ухо сачињавају ушна шкољка и спољашњи слушни ходник. Аблација ушне шкољке смањује мало оштрину слуха; то се исто постиже када се воском испуне бразде ушне шкољке. Осим тога ушна шкољка нам служи на одређивање правца у коме долази звучни талас; кад је њена површина заравњена воском тешко је утврдити правац звука.

Од ушне шкољке полази ходник који се завршава бубном опном која дели спољашње ухо од средњег уха. Звучне таласе, које је ушна шкољка прикупила, слушни ходник спроводи до бубне опне (сл. 74).

С оне стране бубне опне

треперила, да на њеним обема површинама влада исти притисак. Јасна је дакле важност чињенице да је бубна шупљина у вези са спољашњом средином. Улаз у Евстахијеву трубу отвара се само при гутању. У томе се тренутку притисак у бубној дупљи изједначује са атмосферским. Ако запушимо нос и покушамо издисати на нос, тада се појачани притисак преноси и на ваздух који је у бубној дупљи, тако да сада не влада исти притисак с обе стране бубне опне. Стога слух постаје мање оштар све до онога тренутка када се једним гутањем отвори Евстахијева труба те се поново изједначи притисак с обе стране бубне опне.

Бубна дупља у вези је преко бубне опне са спољашњим ухом. С друге стране у вези је са унутрашњим ухом на два отвора у коштаном прегради која дели средње ухо од унутрашњег а која су затворена опнама; та су два отвора: овални и округли прозор (сл. 75). Бубну опну и овални прозор спајају три коштице нанизане једна за другом. Те се три коштице зову: чекић, наковањ и стремен. Чекић је срастао за буб-



Слика 75.

Унутрашње ухо.

St бубна дупља. — fo овални прозор. — fr округли прозор. — u utriculus, s sacculus. — cs полукружни канали. — cc пужева канал. — gv тремов ходник. — rt бубни ходник.

ну опну, док је стремен срастао за опну овалнога прозора. Те три коштице, бубна дупља и Евстахијева труба сачињавају средње ухо. Слушне коштице преносе сва кретања бубне опне на овални прозор. Оне су дакле спона између спољашњег и унутрашњег уха.

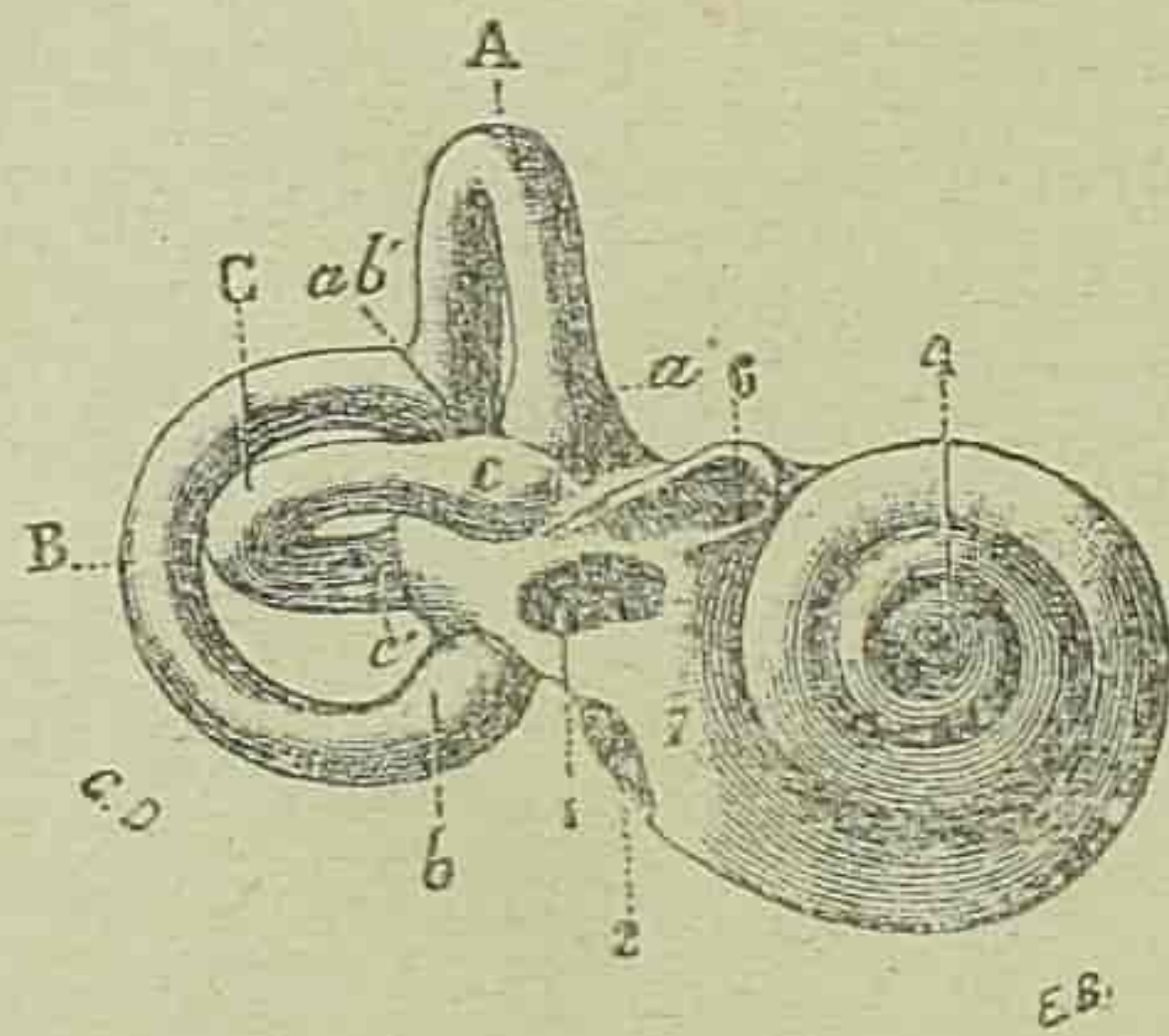
Унутрашње ухо састоји се из неколиких шупљина сложенога облика које се налазе у слепоочној кости и које се зову коштани лавиринат. У њему се налази мембрански лавиринат, који је од првога одељен слојем течности: перилимфа. У унутрашности мембранскога лавиринта налази се ендолимфа.

Лавиринат се састоји из шупљине која се зове трем. Једним својим крајем трем се наставља шупљином завијеном у виду пужева шкољке и која се стога зове пуж. Другим крајем трем је у вези са три полукружна канала (сл. 76).

Унутрашње ухо.

Мембрански лавиринат.

У томе коштаноме лавиринту налази се мембрански лавиринат, који је испуњен ендолимфом а обложен перилимфом. Мембрански лавиринат састављен је такође из трема, пужа и полукружних канала. Мембрански трем сачињавају две кесе: овална кесица (*utricleus*) и округла кесица (*sacculus*) (сл. 77). Те су две кесице у вези једна с другом једним уским каналом. Од овалне кесице полазе три мембранска полукружна канала који се налазе у коштаним полукружним каналима које смо горе поменули. Од округле кесице

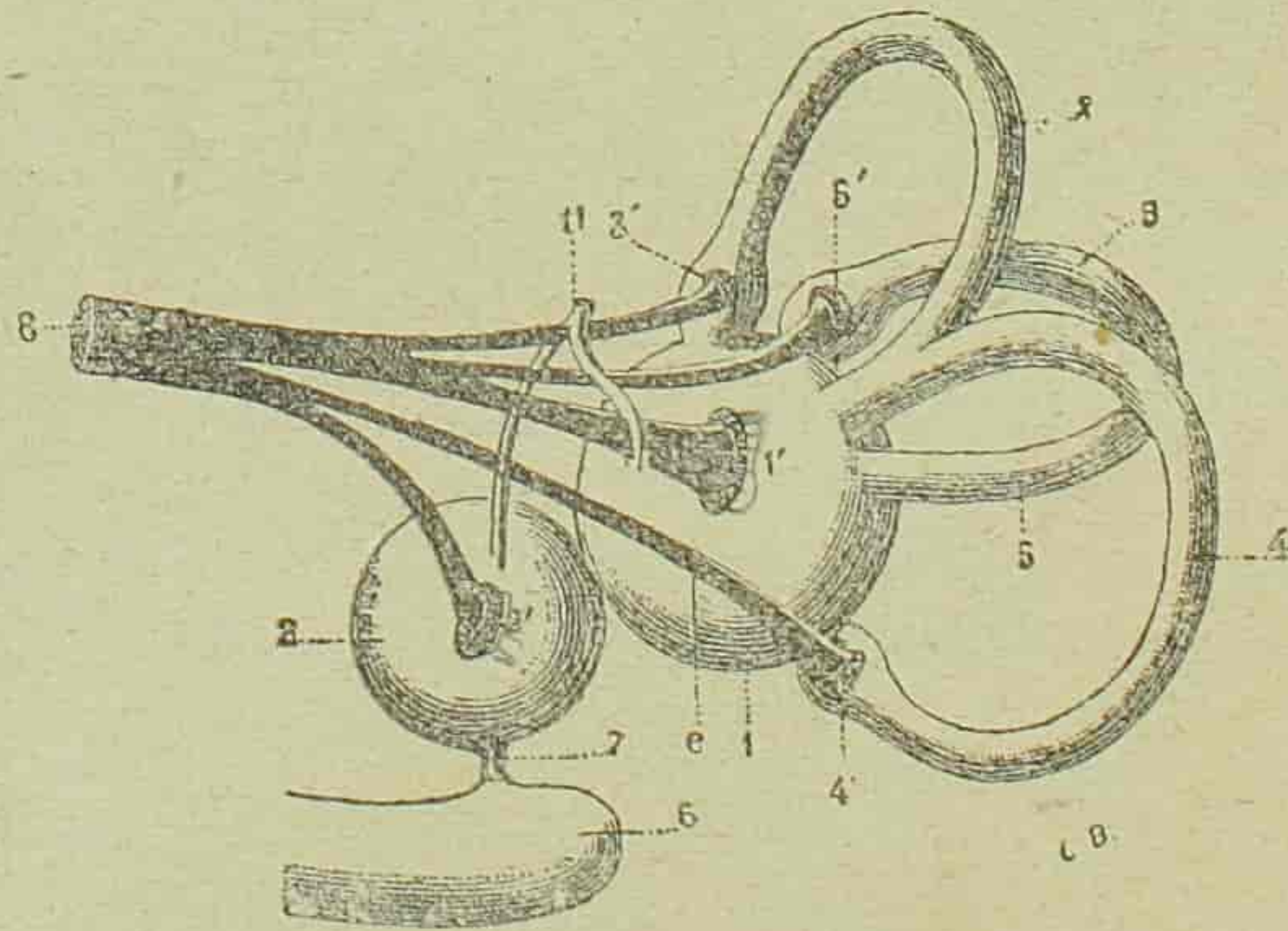


Слика 76.

Коштани лавиринат. 1. овални прозор. — 2. округли прозор. — 4. пуж. — А, В, С, полукружни канали и њихова задебљања а, б, с.

полази један мембрански канал који се зове мембрански пуж и који улази у коштани пуж и увија се у њему. Мембрански лавиринат је најважнији део уха. Јер се у њему налази живчани апарат који прима надражај звучних таласа. Живац за слух, акустични живац, дели се у две гране: у пужеву и тремову грану (сл. 77). Прва грана продире у пуж и њена се влакна завршавају у Corti-евим органима који се налазе у унутрашњости пужевој. Друга грана шаље огранке у округлу и овалну кесицу и у полукружне канале. На унутрашњој страни кесица и полукружних канала, онде где у њих улазе живчани огранци, налазе се мала узвишења: то су акустичне мрље кесица и акустичне кресте полукружних канала. Оне су састављене из епителијалних ћелија са трепљама. Око тих ћелија завршавају се цбунасти живчани огранци.

Завршеци акустичнога живца.



Слика 77.

Мембрански лавиринат. — 1. овална кесица. — 1'. — акустична мрља. — 2. округла кесица. — 2'. њена акустична мрља. — 3, 4, 5. полукружни канали и њихове акустичне кресте 3', 4', 5'. — 11. ендолимфатични канал. — 6. мембрански пуж (непотпун), — 8. тремов огранак акустичнога живца, који шаље огранке у трем и полукружне канале.

Мембрански лавиринат је најважнији део уха. Јер се у њему налази живчани апарат који прима надражај звучних таласа. Живац за слух, акустични живац, дели се у две гране: у пужеву и тремову грану (сл. 77). Прва грана продире у пуж и њена се влакна завршавају у Corti-евим органима који се налазе у унутрашњости пужевој. Друга грана шаље огранке у округлу и овалну кесицу и у полукружне канале. На унутрашњој страни кесица и полукружних канала, онде где у њих улазе живчани огранци, налазе се мала узвишења: то су акустичне мрље кесица и акустичне кресте полукружних канала. Оне су састављене из епителијалних ћелија са трепљама. Око тих ћелија завршавају се цбунасти живчани огранци.

Звучни талас, који је ухватило спољашње ухо а пренело средње ухо, долази у унутрашње ухо где ће надражити огранке живца за слух.

Амплитуда покрета бубне опне врло је мала, јер не превазилази једну десетину милиметра. Слушне коштице пак тако су распоређене да умањују амплитуду покрета бубне опне преносећи их на мембрану овалнога прозора; тако да је амплитуда покрета те мембране око три пута мања од амплитуде покрета бубне опне, али је снага тих покрета у толико већа. А ако се држи рачуна о томе да је површина бубне опне око 4, 5 пута већа од површине овалнога прозора, тада излази да кретања те последње опне располажу снагом која је око 14 пута већа од снаге покрета бубне опне.

Кретања бубне опне и опне овалнога прозора.

Кретања опне овалнога прозора преносе се на перилимфу, која се налази с оне стране те опне. Од перилимфе преносе се на ендолимфу, која својим треперењем надражује ћелије које су у вези са огранцима акустичнога живца (ћелије акустичних мрља и Corti-евих органа).

Почем се течност којом је испуњено унутрашње ухо, као свака течност, не може сабијати, то свакоме кретању опне овалнога прозора одговара кретање опне округлога прозора у супротном правцу, тако да потискивање овалне опне изазива испуњавање опне округлога прозора.

Бубна опна није у истој степену затегнута у свима својим деловима: мање на периферији, више у центру. Тако да бубна опна може треперити за звучне таласе разне учестаности, кад ти таласи делују одвојено или у исти мах на бубну опну, као што је случај за акорде. Осим тога, затегнутост бубне опне може се мењати под утицајем контракције једнога малога мишића који је једним својим крајем у вези са чекићем а другим крајем са унутрашњим зидом бубне дупље, тако да се затегнутост бубне опне подешава према висини звука.

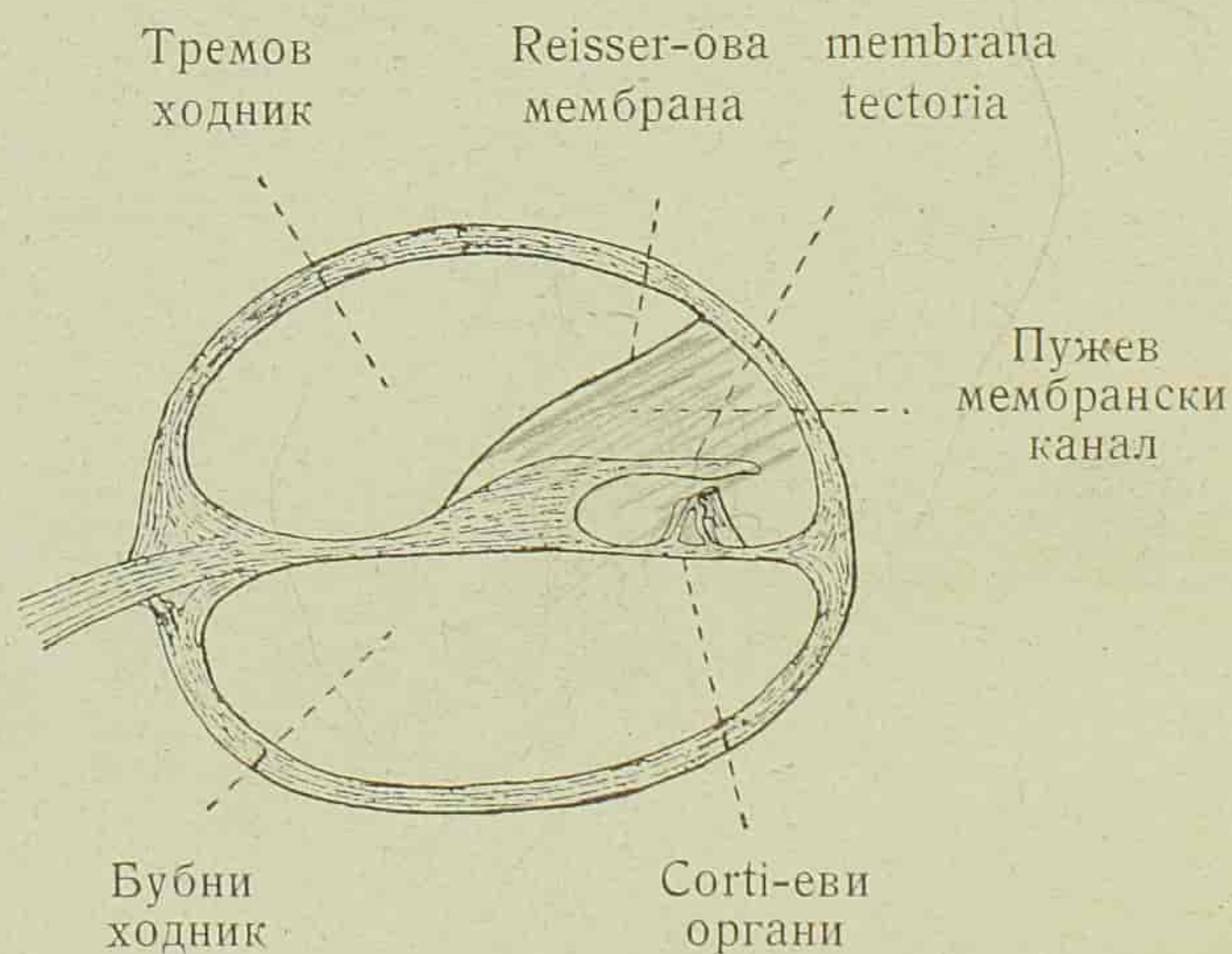
Затегнутост бубне опне.

Пуж је најсложенији део унутрашњег уха. У коштаноме пужу, који је у продужењу коштаног трема, налази се мембрански пуж, који је у вези са округлом кесицом мембранскога трема. Завијени канал који гради коштани пуж подељен је једном преградом у два канала или ходника (сл. 74) који су у врху пужа у вези један с другим. Та преграда почиње на самоме поду коштаног трема, тако да је један од тих ходника у вези са округлим прозором: то је бубни ходник, док је други ходник у вези са осталим делом трема: то је тремов ходник. Према томе, треперење перилимфе које се производи у додиру овалнога прозора допире до врха пужа тремовим ходником па прелази у бубни ходник и силазећи њиме долази до округлога прозора.

Коштани и мембрански пуж.

Поменута преграда зове се спирална преграда. У почетноме делу пужева канала она је коштана. Али у колико више продире у пуж у толико је већи део њене површине замењен мембранским делом, тако да је у врху пужа та преграда у целој својој ширини искључиво мембранска. Мембрански пуж, у виду једне цеви која се увија као и коштани пуж, налази се између спиралне преграде и тремовог ходника (сл. 78), тако да је пуж подељен на три шупљине: на тремов и бубни ходник, који су испуњени перилимфом, и на пужев мембрански канал, који је испуњен ендолимфом.

Мембрански део спиралне преграде постаје све шири, као што рекосмо, што се више приближује врху пужа. Та мембрана



Слика 78.

Шематички пресек пужевог канала.

садржи многобројна везивна влакна паралелно распоређена ширином њеном. Та су влакна, према томе, све дужа што су ближе врху пужа. Она неодољиво подсећају на музичке инструменте као што су клавир и харпа, у којима имамо жице распоређене у реду према својој дужини. Помених влакана има у спиралној прегради око 6.000. Интересантно је поменути да од прилике толико тонова може да разликује добро извежбано ухо, јер такво ухо може да разликује у размаку једног полутона око 64 прелива, а почем има 7 октава или 84 музичких полутона, њима одговарају 5376 поменутих прелива тонова.

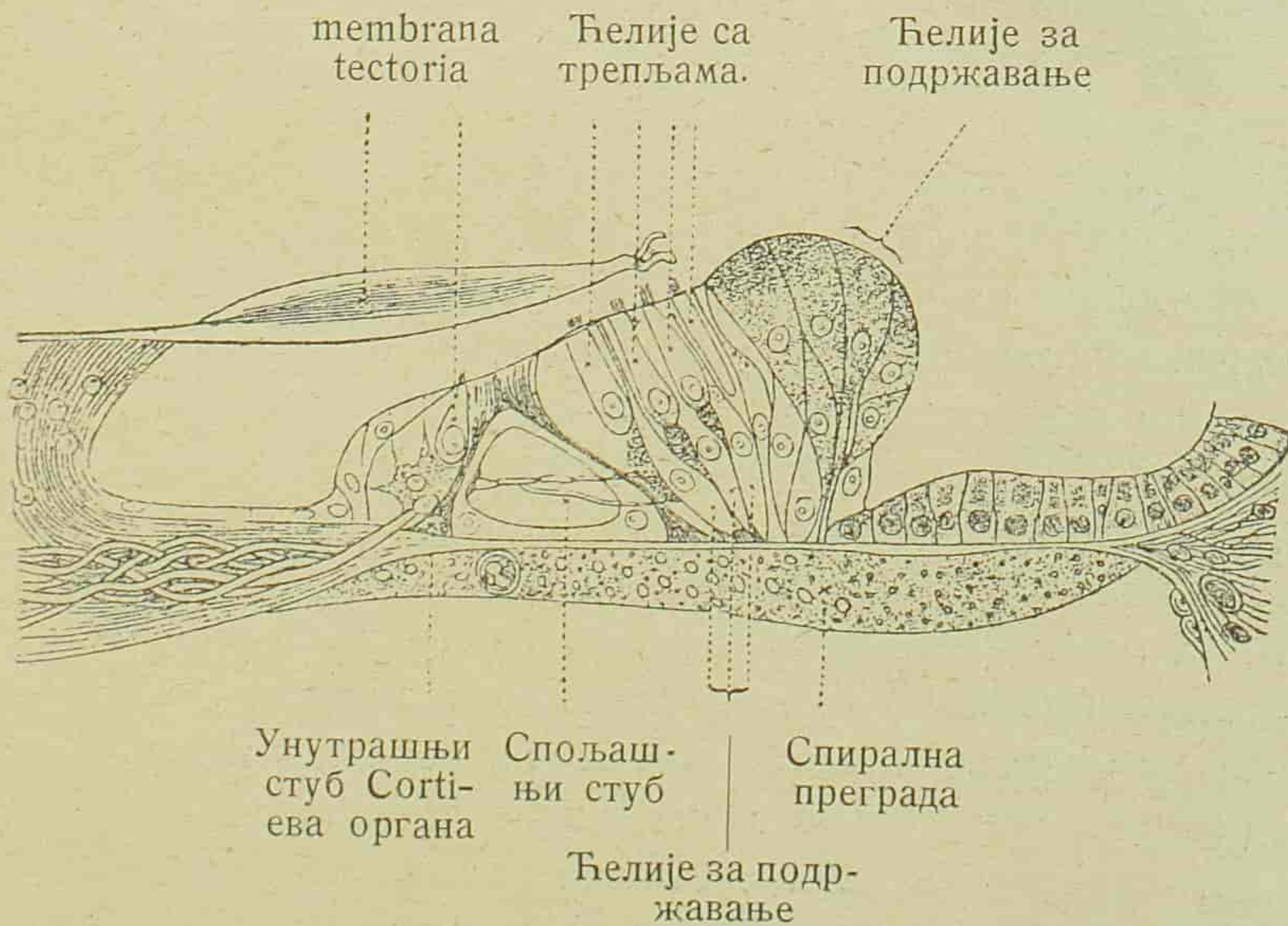
Corti-еви органи.

На спиралној прегради у пужеву каналу налази се низ органа у виду сводова: то су Corti-еви органи (сл. 79). Сваки је од тих органа састављен из два савијена стуба. Спољашњи стуб продужује се једним наставком у виду једне плочице на којој има више рупа. Кроз те рупе провирују трепље што их на једноме своме крају имају велике цилиндричне ћелије које се налазе под поменутом плочом. Око тих ћелија припијени су цбунасти почетни огранци акустичнога живца, односно његовог крака који

снабдева пуж. Трепље поменутих ћелија налазе се у ендолимфи која их покреће својим треперењем и тај покрет прелази на почетне огранке живчане који се налазе у додиру тих ћелија. Изнад њих налази се у виду стрехе једна мембрана (*membrana tectoria*).

Звучни талас који преко бубне опне, коштица средњег уха и овалнога прозора изазове треперење перилимфе и ендолимфе надражује на тај начин огранке акустичнога живца који се налази у Corti-евим органима у пужу, у акустичним мрљама у трему, у акустичним крестима у полукружним каналима. Пужу припада моћ распознавања музичких тонова према њиховој висини. Висина тона зависи од учестаности треперења које га производи. Corti-евим органима не може се приписати основна важност у распознавању висине тонова, јер птице немају тих органа премда несумњиво разликују висину тонова. Влакнима која се налазе у спиралној прегради и која су различне дужине, приписује се моћ коју има наше ухо да разликује висину тонова. У прилог томе говори чињеница да тих влакана има од прилике онолико колико и музичких тонова које наше ухо може разликовати. Свако од тих

Распозна-
вање то-
нова.



Слика 79.

влакана одговарало би својим треперењем једноме тону одређене висине. Кад је звук сложен, тада би у исти мах треперило више влакана спиралне преграде.

Унутрашње ухо, односно његови полукружни канали не служе само чулу слуха већ и једној другој важној функцији, а

Улога по-
лукружних
канала.

то је: одржавање телесне равнотеже. Поменимо да се полукружни канали налазе распоређени једни према другима у правцу трију димензија просторних. Кад се повреде појављују се поремећаји у одржавању равнотеже: животиња неодољиво врши покрете у једноме правцу који одговара равни у којој лежи повређени полукружни канал. Повреде полукружних канала производе у човека несвестицу и губљење равнотеже.

V. ЧУЛО ВИДА.

Светлост
и око.

Живи организми су осетљиви према облику енергије која се зове светлост. Многобројни су примери утицаја светлости на више и ниже биљке (фототропизам). У животиња, готово дуж целог зоолошкога низа, налазе се чулни органи подешени за примање светлоснога надражаја. Ти органи зову се очи.

Светлост је као и топлота један облик енергије. Претпоставља се да се светлост састоји у треперењу нечега хипотетичнога чиме је простор испуњен а које се назива етер. То треперење надражује чуло вида и производи осећај светлости. Према дужини светлоснога таласа имамо разне светлосне осећаје које називамо боје.

Осетљиви
елементи
ока.

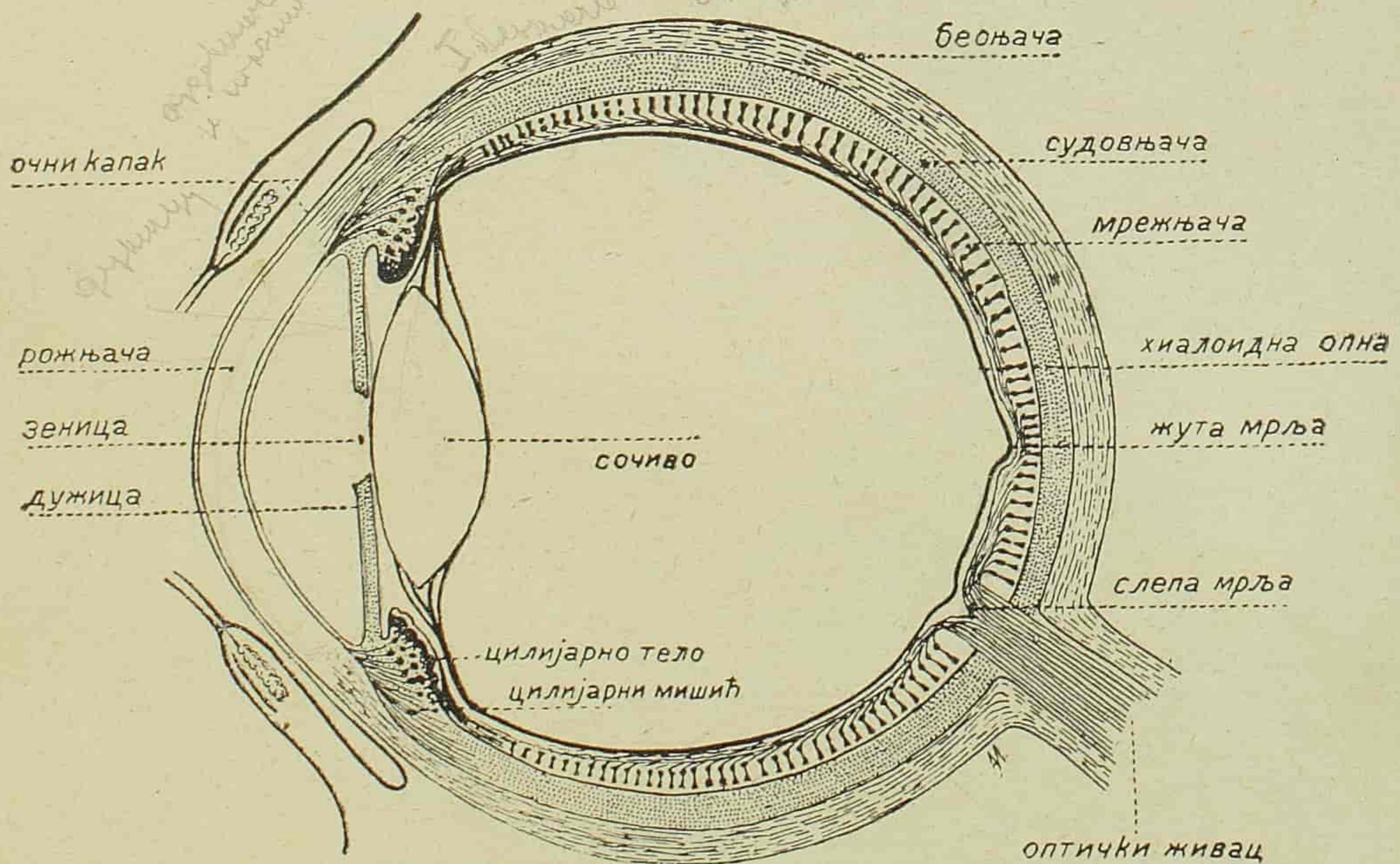
У оку, као у свакоме чулноме органу, налазимо елементе који примају специфични надражај и који га предају чулноме живцу који тај надражај преноси мозгу где се претвара у осећај. Ти осетљиви елементи налазе се у једноме слоју којим је око изнутра обложено: то је ретина или мрежњача.

Око се може упоредити са мрачном комором, као што је фотографски апарат, на чијем се уласку налази двогубо испупчено сочиво које даје на супротном зиду коморе стварне извртнуте ликове спољашњих предмета. Мрежњача се може упоредити са осетљивом фотографском плочом: на једну и на другу пада лик предмета који гледамо или снимамо. Фотографска плоча је инпресионисана кад се непосредно изложи светлим предметима, али у томе случају неће дати њихову слику; тако би исто мрежњача била осетљива према светлости кад би ова непосредно падала на њу, али у томе случају бисмо имали само осећаје светлости а не бисмо могли видети предмете.

Грађа ока.

Око је састављено из једне шупље кугле, очне јабучице, која садржи у себи очно сочиво, очну течност и срчано тело. Зидови очне јабучице састављени су из три слоја (слика 80). Спољашњи слој, беоњача (*sclerotica*) јесте беличаста непровидна мембрана која штити око. У предњем делу ока постаје испуп-

ченија и провидна: тај део зове се провидна рожњача (*cornea*). Рожњача је округла и уоквирена беоњачом, као што је стакло на часовнику у своме оквиру. Рожњача пропушта светлост која улази у око. Испод беоњаче налази се други слој, судовњача (*choroidea*), у којој се налазе многобројни крвни судови који хране око. У предњем делу ока, на ободу провидне рожњаче, судовњача је спљоштена, тако да се између ње и провидне рожњаче налази један простор који се зове предња очна комора. Тај спљоштени део судовњаче који је различно обојен зове се дужица а округли отвор који се налази у њеном средишту зове се зеница. На тај отвор продире светлост у око. Судовњача садржи многобројна зрнца са црним пигментом, тако да је очна шупљина изнутра обложена црним слојем пигмента као права мрачна комора.



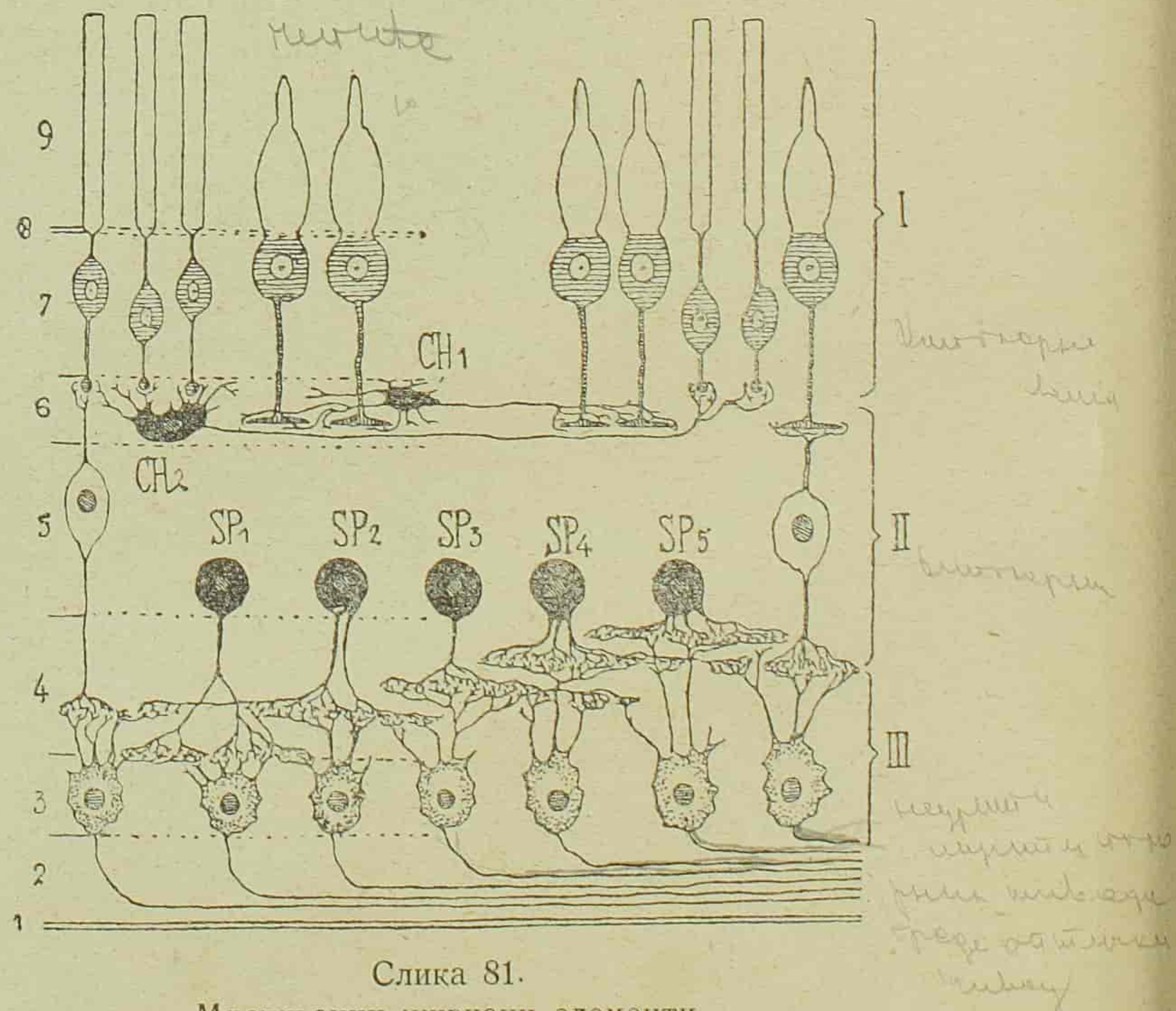
Слика 80.

Шематички хоризонталан пресек ока.
(очни капци се односе на вертикалан пресек)

На задњем делу очне кугле беоњача има један отвор на који очни живац улази у око. Ушавши у очну јабучицу, влакна очнога живца удружена са другим елементима граде једну мембрану у виду једне калоте којом је очна јабучица делимично изнутра обложена. Та мембрана која садржи елементе осетљиве према светлосноме надражају јесте мрежњача.

Штапићи
и конуси.

Пре него што ће се завршити, влакна оптичкога живца се савијају ка судовњачи (слика 80). Мрежњача садржи следеће живчане елементе, распоређене у три слоја (слика 81). Површни слој, т. ј. онај који је најближи очној шупљини, садржи велике мултиполарне ћелије. Цилиндер-аксиси тих ћелија граде оптички живац. Својим дендритима те су ћелије у додиру продужетака биполарних ћелија које граде други слој, који се налази испод пређашњег. Другим својим продужецима, биполарне су ћелије у додиру ћелија које граде трећи слој мрежњачин, који се зове Јакоб-ова мембрана. Та је мембрана састављена из двојакних ћелијских елемената, то су штапићи и конуси (слика 81).



Слика 81.

Мрежњачни живчани елементи.

I слој штапића и конуса. II слој биполарних ћелија. III слој униполарних ћелија са својим цилиндер-аксисима који граде оптички живац.

Једни и други су биполарне ћелије којих је један продужетак у додиру ћелија које граде поменути средњи слој ретине; други продужетак, који има облик штапића или конуса, у непосредном је додиру судовњаче и њенога пигмента. Штапићи и конуси, то су елементи који примају светлосни надражај. Треба одмах приметити да ти елементи нису окренути својим слободним крајем у правцу у коме улази светлост у око, већ у супротном правцу,

тако да светлост мора најпре да прође кроз све слојеве мрежњачине да би дошла до конуса и штапића који граде унутрашњи слој.

У очној шупљини, одмах иза дужице, налази се очно сочиво. То је једно двогубо - испупчено сочиво, чија је задња површина мало испупченија од предње. Сочиво дели очну шупљину на две коморе: на предњу комору, која је ограничена рожњачом, дужицом и предњом површином сочива, и на задњу комору, која је представљена прстенастом шупљином која се налази између дужице и очнога сочива (слика 80). Коморе су испуњене бистром течношћу: то је водљикава течност. Велика очна шупљина, која се налази иза сочива, испуњена је пихтијастом потпуно прозачном масом званом срчано тело, које је обавијено опном названом хиалоидна опна.

Из горњег излази да светлост мора проћи кроз следеће средине да би дошла до мрежњаче: кроз рожњачу, водљикаву течност, очно сочиво и срчано тело. Све те средине, нарочито сочиво, имају већи индекс преламања од ваздуха, тако да све заједно делују као једно сабирно сочиво дајући стварне, умањене и изврнуте ликове предмета.

Да би вид био јасан, ликови морају падати на један извесан део мрежњаче. Када упремо поглед у једну тачку видимо осим те тачке и свуда унаоколо ње, али све нејасније што је даље од те тачке. Простор који обухвата вид кад непомично гледамо једну тачку једним оком назива се његово видно поље. Вид је најјаснији онда кад слика пада на један део мрежњаче који има од прилике један милиметар површине: то је жута мрља. Она се налази управо у средишту дна ока, т. ј. онде где додирује мрежњачу очна осовина која улази у око нормално кроз средиште сочива. Жута мрља је састављена само из конуса, зато је на томе месту мрежњача тања него на другим местима. У својој средини жута мрља има једно удубење у виду јамице: то је средишња јамица. Кад упиремо поглед у једну тачку, тада лик те тачке пада на жуту мрљу; ликови који падају на мрежњачу ван жуте мрље нејасно се виде и то у толико нејасније што су даље од те мрље.

На четири милиметра од жуте мрље, с носне стране, налази се место где се очни живац разрешава у мрежњачу: то је слепа тачка; јер је на томе месту мрежњача неосетљива, т. ј. слепа, а то стога што је ту састављена само из живчаних влакана без штапића и конуса. Може се доказати простим огле-

ничен простор у коме не видимо предмете. Нацртајмо на лист хартије с леве стране један мали круг а с десне, на одстојању од 5 центиметара, један крстић. Затворимо лево око. Десним гледајмо круг који се налази с леве стране на хартији коју примичемо оку, померајући је десно и лево у исто време. Кад хартија буде била у извесноме положају према оку, крстић ће ишчезнути: његов лик пада тада на слепу тачку мрежњачину.

Лик што га даје испупчено сочиво приближује се сочиву кад се предмет удаљава, а удаљује се од њега кад се предмет приближује сочиву. Видели смо да је вид јасан само ако лик пада на један ограничен део мрежњаче. Претпоставимо да лик једнога предмета који се налази на извесној даљини пада управо на мрежњачу. Вид је тада јасан. Али ако се тај предмет приближи или удаљи од ока, тада ће лик, ако се ништа у оку није променило, падати иза или испред мрежњаче и вид ће бити нејасан. Ми међутим знамо из искуства да видимо јасно предмете на разним даљинама. Значи дакле да се нешто мења у оку кад се мења даљина на којој је гледани предмет, тако да ликови падају на мрежњачу иако се предмети удаљују или приближују оку. Оно што се мења у оку јесте кривина очнога сочива. На тај начин очно сочиво постаје више или мање сабирно, према потреби. На пример, приближује ли се предмет оку, тада лик тежи да оде иза мрежњаче, али сочиво постаје испупченије, т. ј. повећава своју сабирну моћ, тако да лик остаје на мрежњачи. На против, кад се предмет удаљује тада би се његов лик приближио сочиву, т. ј. био би испред мрежњаче, кад се сочиво не би у извесној мери спљоштило, т. ј. постало мање сабирно, тако да лик остане на мрежњачи иако се предмет удаљио. Те промене сабирне моћи очнога сочива које омогућују јасан вид на разним даљинама сачињавају појаву акомодовања или прилагођавања вида.

Како се врши мењање кривине очнога сочива? За обод сочива, свуда унаоколо, причвршћена су многобројна влакна која граде једну прстенасту везу којом је сочиво држано на своме месту. Својим другим крајем, та се влакна стапају у хиалоидну опну којом је очна шупљина обложена и у којој се налази срчано тело као у каквој кеси (сл. 80). Прстенаста веза је затегнута, те вукући свуда унаоколо на обод сочива спљоштава га у неколико. Довољно је сада да то вучење престане да би се сочиво, на основу своје еластичности, испупчило. По Helmholtz-у, акомодовање вида, т. ј. мењање кривине сочива, вршило би се на следећи начин. Онај део судовњаче који прелази у дужицу за-

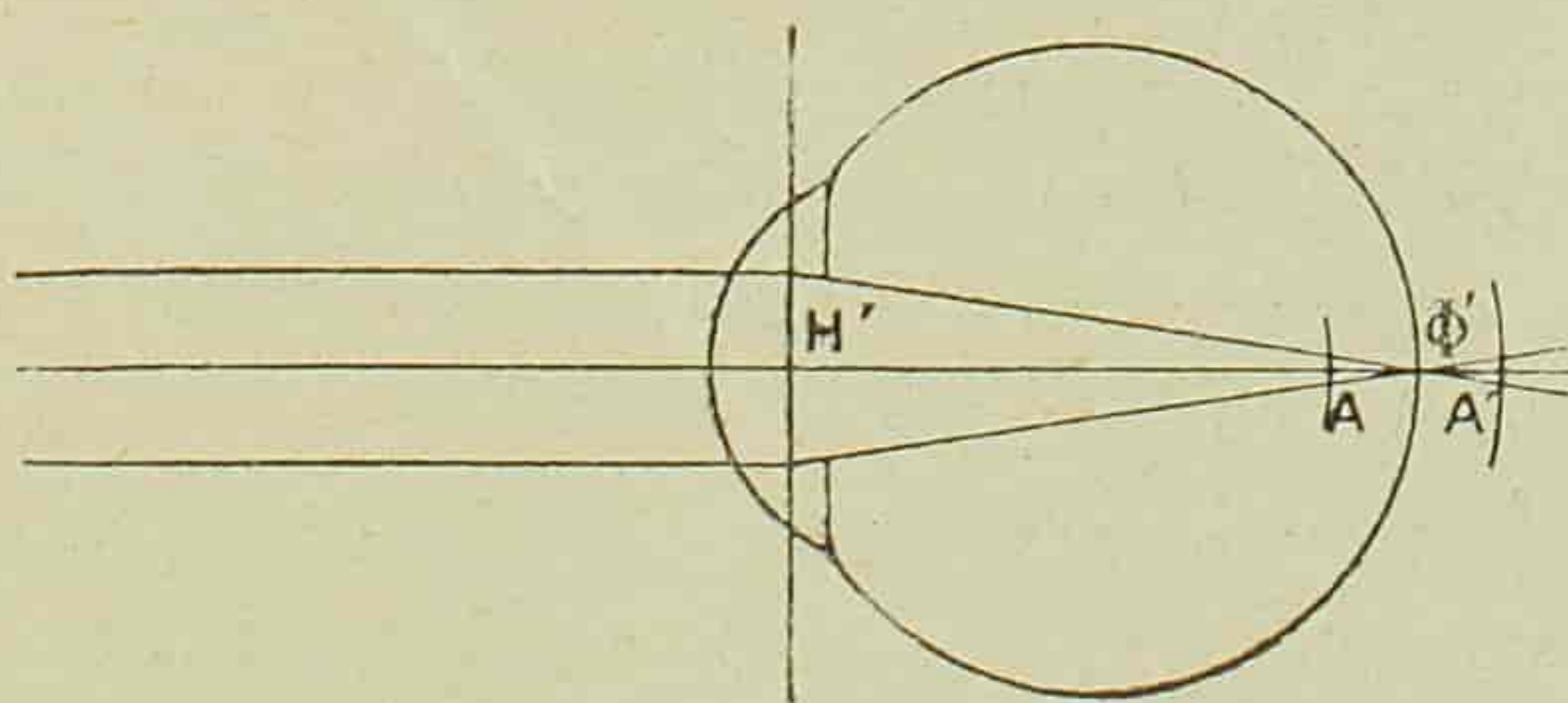
Акомодо-
вање вида.

Теорије о
акомодова-
њу.

дебљан је и садржи у себи мишићних елемената: то је цилиарно тело судовњаче (сл. 80). У њему се налазе мишићна влакна која се пружају у правцу очних меридиана и која су једним својим крајем причвршћена за судовњачу. Та мишићна влакна грчећи се повуку напред судовњачу, а то померање судовњаче има за последицу да се прстенаста веза, која развлачи сочиво, олабави. Чим затегнутост везе попусти, сочиво на основу своје еластичности постане испупченије. На тај начин, јачом или слабијом контракцијом цилиарнога мишића сочиво постаје више или мање испупчено. По Чернинг у, акомодовање би се вршило на други начин. Контракција цилиарнога мишића не би изазвала попуштање прстенасте везе, већ на против њено затезање, а сочиво се не би спљоштило под утицајем тога затезања, већ би се испупчило. Ову последњу поставку објашњава поменути физиолог на тај начин што је срж очнога сочива много једрија од његових површних слојева, тако да развлачећи сочиво, као што то чини прстенаста веза, оно се на ободу спљошти али у средишњему делу, због своје једрине, остаје испупчено. То спљоштавање само на ободима, повећава кривину површине очнога сочива.

Кад се предмет који гледамо налази врло далеко, тада нормално око не акомодује своје сочиво, т. ј. оно је спљоштено у највећем степену. Услед велике даљине може се узети да су зраци које шаље предмет паралелни и они се сви стичу у једној тачци која је на мрежњачи (сл. 82). Кад се тај предмет из врло велике даљине приближује све више оку, оно ће почети да акомодује тек кад предмет дође на даљину од 65 метара, јер за веће даљине незнатна је разлика у даљини на којој се лик ствара од сочива. Кад даљина постаје све мања од 65 метара, сочиво све више повећава своју кривину да лик не би падао иза ретине већ на њу саму. Та даљина на којој почиње акомодовање, а која је за нормално око од 65 метара, зове се punctum remotum. Приближујући све више предмет оку, сочиво постаје све више испупчено док не достигне своју најјачу испупченост. Ако још приближимо предмет

Punctum remotum и punctum proximum.



Слика 82.

Нормално или еметропско око.

Зраци који су паралелни стичу се на мрежњачи у једној тачци.

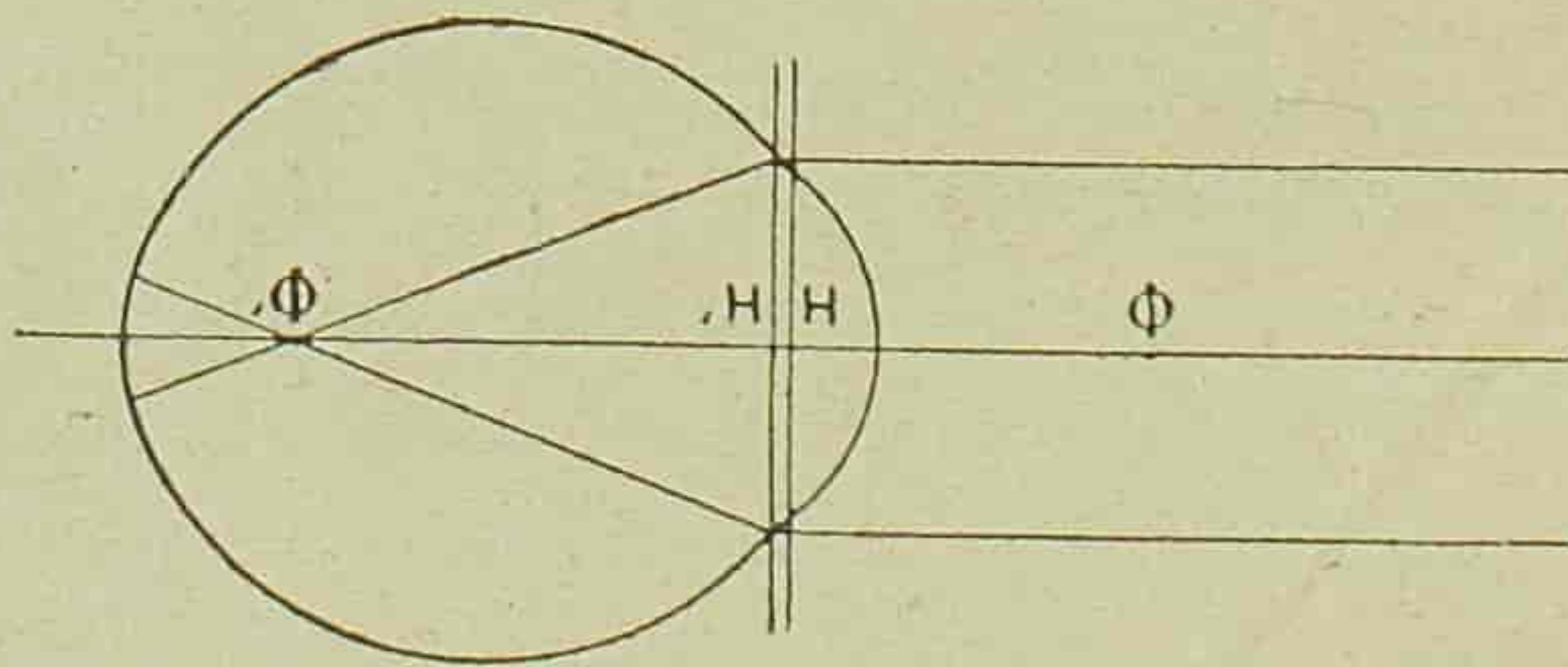
нефелто уо
укино се
поне
акојојојојој

оку, тада га нејасно видимо јер његов лик пада сада иза мрежњаче. Та најмања даљина на којој је вид јасан зове се *punctum proximum*. За нормално око *punctum proximum* је на 14 центиметара у тридесетој години; у младим годинама има мању вредност а у старијим већу: у седмој години је на 7 центиметара а у шездесетој може бити на један метар; стога старије особе махом морају да држе на извесној даљини књигу кад је читају без наочара. У томе повећању најмање даљине на којој је вид јасан састоји се аномалија вида која се назива пресбиопија. Она је последица губљења еластичности очнога сочива, тако да се оно сада у мањој мери може да испупчи, т. ј. постаје мање сабирно. Сочиво губи постепено своју еластичност у току живота, али се последице те појаве осећају тек кад достигне извесну меру. Према томе, ако је пресбиопија аномалија вида, та је аномалија нормална, тако рећи, јер је редовна физиолошка појава. Незгоде пресбиопије уклањају се употребом испупчених сочива, која повећавају недовољну сабирну моћ очнога сочива.

Пресбиопија.

Друга честа аномалија вида јесте миопија или кратковидост. Она се састоји у томе што се у миопском оку ликови

Миопија.



Слика 83.

Миопско или кратковидо око.

Паралелни зраци се стичу испред мрежњаче у једној тачци.

удаљених предмета, т. ј. оних предмета који шилу паралелне зраке, не стварају на ретини као у нормалном оку, већ испред ретине (сл. 83), те је вид за удаљене предмете нејасан. Лик пада на ретину тек кад се предмет више или мање приближио оку. Та

највећа даљина на којој кратковидо око види јасно може бити врло мала (10 центиметара и мање). Тек на тој даљини почиње акомодовање сочива, т. ј. повећање његове испупчености, док се у нормалном виду то дешава за даљину од 60—65 метара (*punctum remotum*). Миопија може имати два узрока: или је сочиво одвише испупчено, па према томе и одвише сабирно, или је сочиво нормално а око има ненормалан облик, т. ј. његов је пречник, који спаја средиште рожњаче са средиштем мрежњаче, већи него у нормалном. Оба узрока имају за последицу да се ликови, који би се у нормалном оку стварали на мрежњачи, стварају у миопском оку испред мрежњаче. Кратковидост се исправља употребом двогубо издубених сочива.

Аномалија вида која се може сматрати да је супротна миопији јесте хиперметропија или далековидост. Узрок јој је или што је пречник који спаја рожњачу са средиштем мрежњаче одвише кратак, или што је сочиво одвише спљоштено. Дакле управо супротно ономе што смо видели да је узрок кратковидости. Као и у пресбиопији, у хиперметропији ликови падају на мрежњачу кад су предмети удаљени. Али кад се предмети приближују лик

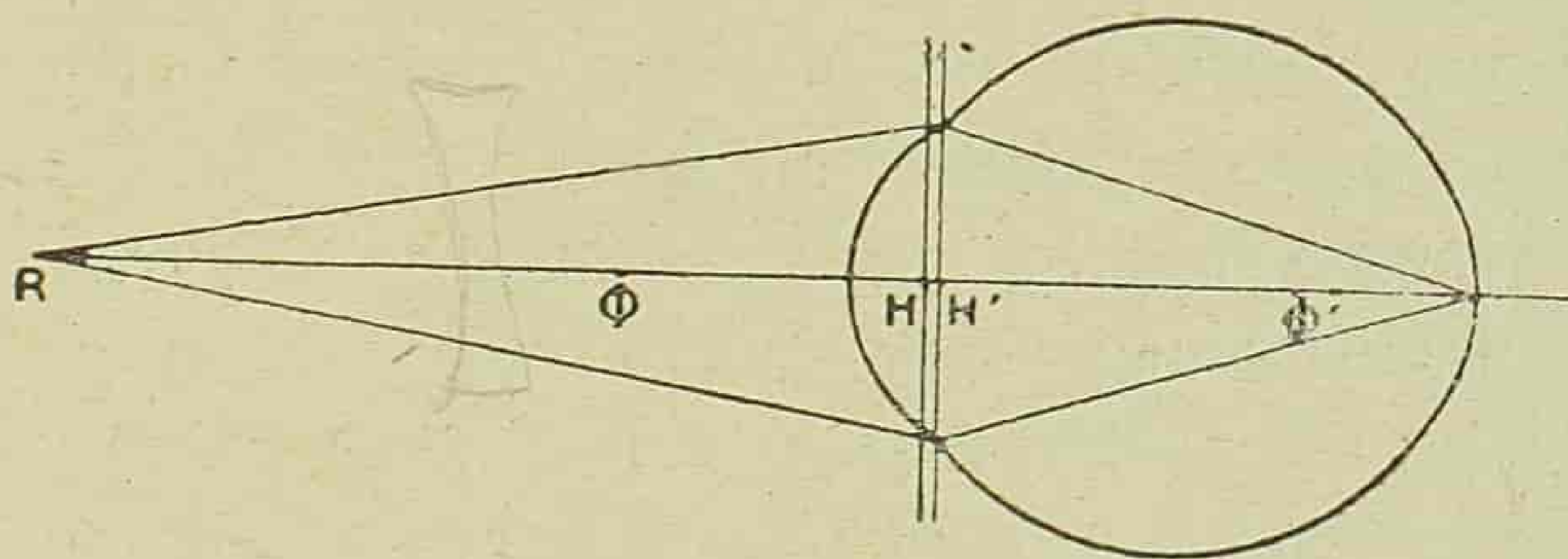
Хиперметропија.

пада иза мрежњаче и сочиво није у стању да га себи приближи. Најмања даљина на којој је вид јасан (punctum proximum) већа је него у нормалном виду. Хиперметропија се

исправља као и пресбиопија употребом двогубоиспупчених сочива.

При акомодовању вида само предња површина сочива мења своју кривину. То се може доказати Purkinje-овим огледом. Светли предмети, пламен свеће или осветљен прозор, кад се налазе пред оком огледају се у разне делове његове дајући своје слике. Ако посматрамо око пред којим се налази запаљена свећа, видећемо три сличице тога предмета. Једну слику, која је највећа, даје предња површина сочива; та је слика усправна. Другу слику, такође усправну, даје рожњаче; та је слика мања од пређашње. Најзад видимо трећу слику, најмању и изврнуту. Њу даје задња површина сочива која делује као издубено огледало, дочим рожњача и предња површина сочива врше улогу испупчених огледала. Особа у чијем оку посматрамо поменуте слике гледа најпре у даљину. Од једном стане гледати неки предмет који се налази у близини. Тада опажамо да се велика усправна слика умањила. Њу, као што

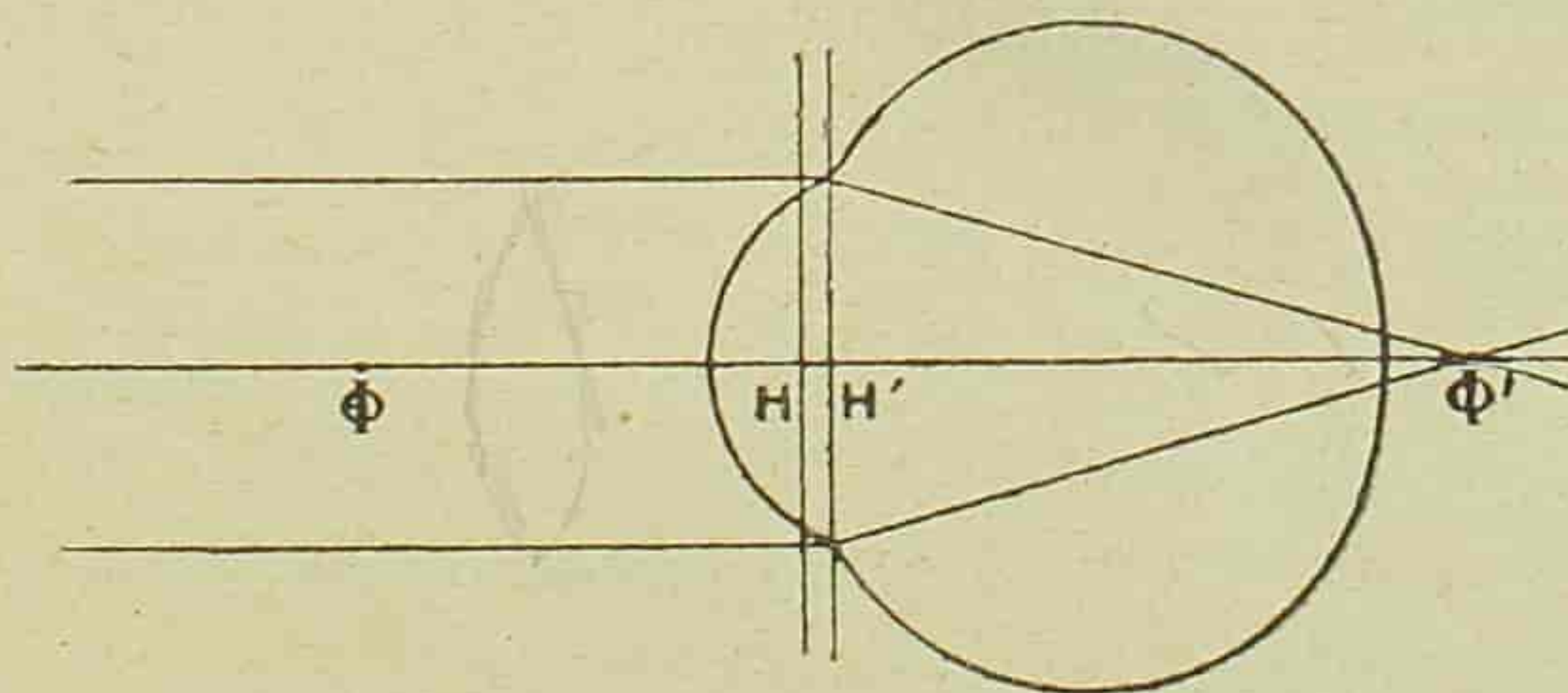
видесмо, даје предња површина сочива. Она се умањила, јер је



Слика 84.

Миопско око.

Тек кад је предмет на малој даљини од ока његов лик доспева на ретину.



Purkinje-ов оглед.

Слика 85.

Хиперметропско око.

Хиперметропско или далековидо око. Паралелни зраци стичу се иза мрежњаче у једној тачци.

за малу даљину предња површина сочива постала испупченија. Сlike које дају рожњача и задња површина сочива нису се промениле јер су кривине тих површина остале исте.

Дужица и
зеница.

Дужица, која даје боју оку, може имати разне боје. Она има у својој средини један отвор, зеницу, која је црна јер се кроз њу види мрачно дно ока. Зеница се може ширити и скупљати те према томе пропуштати више или мање светлости у око. Дужица садржи кружна мишићна влакна чије грчење сужава зеницу, док њена влакна која су распоређена у правцу пречника производе ширење зенице. Мењање ширине зенице врши се рефлексно утицајем светлости на мрежњачу: јака светлост производи скупљање зенице, слаба светлост ширење. И други чиниоци делују на зеницу: бол и асфиксија изазивају такође ширење њено. Улога је зенице да регулише количину светлости која улази у око, јер одвише велика количина светлости као и одвише мала количина неповољне су добре виде. Дужица има и ту улогу да спречава сферну аберацију очнога сочива, која се састоји у томе што се зраци који се преламају на ободу сочива не састају у једној тачци са зрацима који се преламају у другим деловима сочива, тако да једна тачка не би на мрежњачи дала лик једне тачке већ један мали круг, кад дужица не би задржавала те периферијске зраке.

Ретинске
слике.

У чему се састоји дејство светлости на мрежњачу, односно на њене штапиће и конусе? Нема сумње да светлост изазива хемијске промене у мрежњачи. Крајеви штапића садрже једно обојено тело: ретински пурпур. Кад се извади мрежњача ока које је претходно било у мраку, налази се да је та мембрана ружичасте боје. Та боја брзо ишчезава на светлости. То се исто дешава и кад је мрежњача на своме месту у оку, јер извађена мрежњача ока које је било изложено светлости нема ружичасту боју. Ако изложимо каквоме светлоте предмету очи једнога зеца који је пре тога држан дуже времена у мраку, тада ћемо, извадивши мрежњачу у мраку, открити на њој слику предмета коме је било око изложено. Раствором стипсе та ће се слика фиксирати као на фотографској плочи. Светли делови предмета јављају се на ретинској слици у беличастој боји а тамни у ружичастој. На пример, ако је око било изложено осветљеноме прозору, тада су на ретинској слици окна беличаста а преграде између окана ружичаста. Тај пурпурни пигмент који ишчезава на светлости а гради се у мраку зове се еритропсин. Да ли се дејство светлости на мрежњачу састоји искључиво у њену дејству на еритропсин? То је сумњиво, јер, пре свега, ери-

Еритроп-
син.

тропсина нема у конусима, а знамо да је жута мрља, која је најосетљивији део мрежњаче, састављена само из конуса. Затим, еритропсина нема у свих животиња, нема га у многих тица и понеких сисара. Могуће је да светлост изазива друге, непознате нам хемијске промене у мрежњачи и да су те промене специфични надражај конуса и штапића. Тој теорији о хемијској природи светлоснога надражаја може се замерити да светлосни осећај могу изазвати и други чиниоци мимо светлост: механички, електрични чиниоци. По једној другој теорији механизам вида био би механичке природе. Испод штапића и конуса налази се слој пигментских ћелија са пигментским зрнцима која се без изузетка налазе у свих животиња. Под утицајем светлости та зрнца залазе дубоко у штапиће и конусе а повлаче се кад је мрежњача у мраку. То кретање пигментских зрнаца надраживало би својом механичком енергијом осетљиве елементе мрежњаче изазивајући у њима неко треперење. Том се теоријом може објаснити да други облици енергије него што је светлост могу такође да надраже оптички живац, ако су у стању да изазову у оптичком живцу слично треперење.

Механичка
теорија
вида.

Осећаје светлости дају нам само она треперења етера чија је дужина таласа између извесних граница. Осећаји су различни према дужини таласа, јер од ове зависе осећаји које зовемо боје. Најдужи таласи дају осећај црвене боје, која се налази на једноме крају сунчаног спектра, а најкраћи дају осећај љубичасте боје, која се налази на другоме крају спектра. С једне крајње боје долази се на другу крајњу поступним неприметним прелазима из једне боје у другу, којих има у спектру врло много али које се могу груписати око ових седам боја: црвена, наранчаста, жута, зелена, плава, индиго и љубичаста. Кад на мрежњачу у исто време делују таласи свих дужина, који у спектру дају разне боје, тада добивамо осећај беле светлости. Тај је осећај дакле резултат многобројних надражаја, као што је акорд резултат више надражаја који сваки за себе даје осећај једнога тона. Међутим постоји битна разлика између видних и слушних осећаја сложенога порекла. Чуло слуха је подобно анализати те осећаје док чуло вида не може то учинити, јер извежбано ухо може да распознаје из којих је тонова састављен акорд, док око не може распознати из којих је боја састављена једна сложена боја: у белој сунчевој светлости која делује на наше око ми не откривамо у исти мах њене обојене састојке.

Боје.

Удруженим дејством таласа разне дужине можемо добити исте осећаје боје које дају извесни таласи кад сами делују. На

пример, осећај зелене боје можемо добити кад на око делују зраци из зеленог дела сунчаног спектра и кад у исто време, делују жути и плави зраци. Тако се исто бела боја може добити мешањем свих боја спектра, или мешањем само двеју спектралних боја. Такве две боје које удружене дају осећај беле боје зову се допунске или комплементарне боје. Комплементарне су боје: црвена и зелена, жута и плава, зеленкасто жута и љубичаста.

Комплементарне боје.

Трајање видних осећаја.

Видни осећаји трају још неко време кад је надражај пре-стао деловати. Ако брзо описујемо у ваздуху круг ужареним угарком видимо један светао круг, јер многобројне слике које се стварају на ретини не ишчезавају тренутно већ трају још неко кратко време, тако да скупа дају непрекидан низ. Ако трчимо дуж плота између чијих се дасака налазе уски размаци, тада можемо видети шта се дешава с оне стране његове, јер се слике које постају у оку при пролазу пред сваком пуко-тином спајају у једну слику, т. ј. нова се слика ствара пре него што је пређашња ишчезла. На тој физиолошкој особини чула вида почива кинематограф. Фотографски снимци снимљени у кратким размацама времена ређају се такође у кратким размацама времена пред нашим очима; сваку од тих слика ми видимо још неко време пошто је она прошла пред наше око, и у тренутку кад та слика ишчезава долази пред наше око други снимак; на тај начин нема прекида између осећаја већ имамо утисак непрекиднога низања догађаја. Ако се снимци или предмети нижу у одвише кратким размацама времена, тада се нова слика јавља на мрежњачи пре него што је претходна ишчезла, т. ј. те се слике мешају. На тај се начин могу на мрежњачи мешати разне боје и тако се може изучавати какве осећаје добивамо истодобним утицајем разних боја. Ако имамо на једноме дискусу исечке обојене спектралним бојама па ако се тај дискус брзо окреће око свога средишта, тада дискус изгледа беле боје: мешајући се на мрежњачи, спектралне боје дају осећај беле боје. Ако је дискус на пола обојен једном комплементарном бојом а на пола другом, тада окретањем добивамо такође белу боју.

Осетљивост мрежњаче према бојама.

Сви делови мрежњаче нису подједнако осетљиви према бојама. Најосетљивија је жута мрља. А почем она садржи само конусе, то је вероватно да су конуси нарочити органи за при-мање обојених надражаја. У прилог томе говори чињеница да ноћне птице немају конуса у својој мрежњачи већ само штапиће. Ако се слика некога предмета приближује од периферије мрежњаче ка њеној средини тада слика постаје видљива али се у први мах не може одредити њена боја; тек кад се слика више

приближила жутој мрљи њена боја постаје разговетна. Све боје не постају видљиве на истој граници мрежњаче, т.ј. за сваку боју постоји одређено видно поље. Обим виднога поља се сужава за боје у овоме реду: бело, плаво, црвено, зелено.

Боје могу бити више или мање засићене, т.ј. могу садржавати више или мање беле светлости; боја је потпуно засићена кад не садржи нимало беле светлости. Затим, боја може бити више или мање интензивна, тј. светлија или тамнија; то зависи од висине, амплитуде, светлоснога таласа, јер талас исте дужине може бити разне висине. Према степену засићености, боја је отворенија или затворенија; према интензитету, боја је светлија или тамнија.

Чињенице које се односе на физиологију боја могу се објаснити теоријом (Young-Helmholtz) по којој мрежњача садржи тројаке елементе од којих су једни осетљиви нарочито према црвеним зрацима, други према зеленим, трећи према љубичастим. Кад су сви три елемента у исто време надражени, имамо осећај беле светлости, а осећаји боја били би резултат комбинованог надраживања тих тројаких елемената: на пример, јако надраживање црвених и зелених елемената а слабо надраживање љубичастих даће осећај жуте боје. Том се теоријом може објаснити аномалија обојенога вида звана далтонизам, која се састоји у томе што особа са том аномалијом не види црвену боју већ на место ње њену допунску боју, тј. зелену. Далтонизам се може објаснити горњом хипотезом ако се претпостави да су у тој аномалији одсутни елементи који су надражљиви црвеним зрацима. Њоме можемо такође објаснити да ретинске слике обојених предмета, које трају још неко време после надражаја, мењају своју боју. Ако упремо неколико тренутака поглед у једну ужарену електричну сијалицу, на пример, па заклопимо очи, тада ћемо још неко време имати осећај светлога предмета који смо гледали, усијаног кончића у овоме примеру. Најпре га видимо црвене боје, затим зелене, најзад се светла слика претвара у тамну која се одсеца на светлој позадини. Та се појава може објаснити на овај начин: почем су црвени елементи мрежњачини у горњем примеру најјаче надражени, то се они први изнуре, тако да сада добивамо осећај што га даје надражај других елемената, тј. оних који дају комплементарну боју црвеној, а то је зелена. Најзад се и ти елементи замарају, тако да слаба светлост која продире кроз затворене очне капке не надражује више онај део мрежњаче на коме је била слика светлога пред-

Теорија
Young-
Helm-
holtz-a.

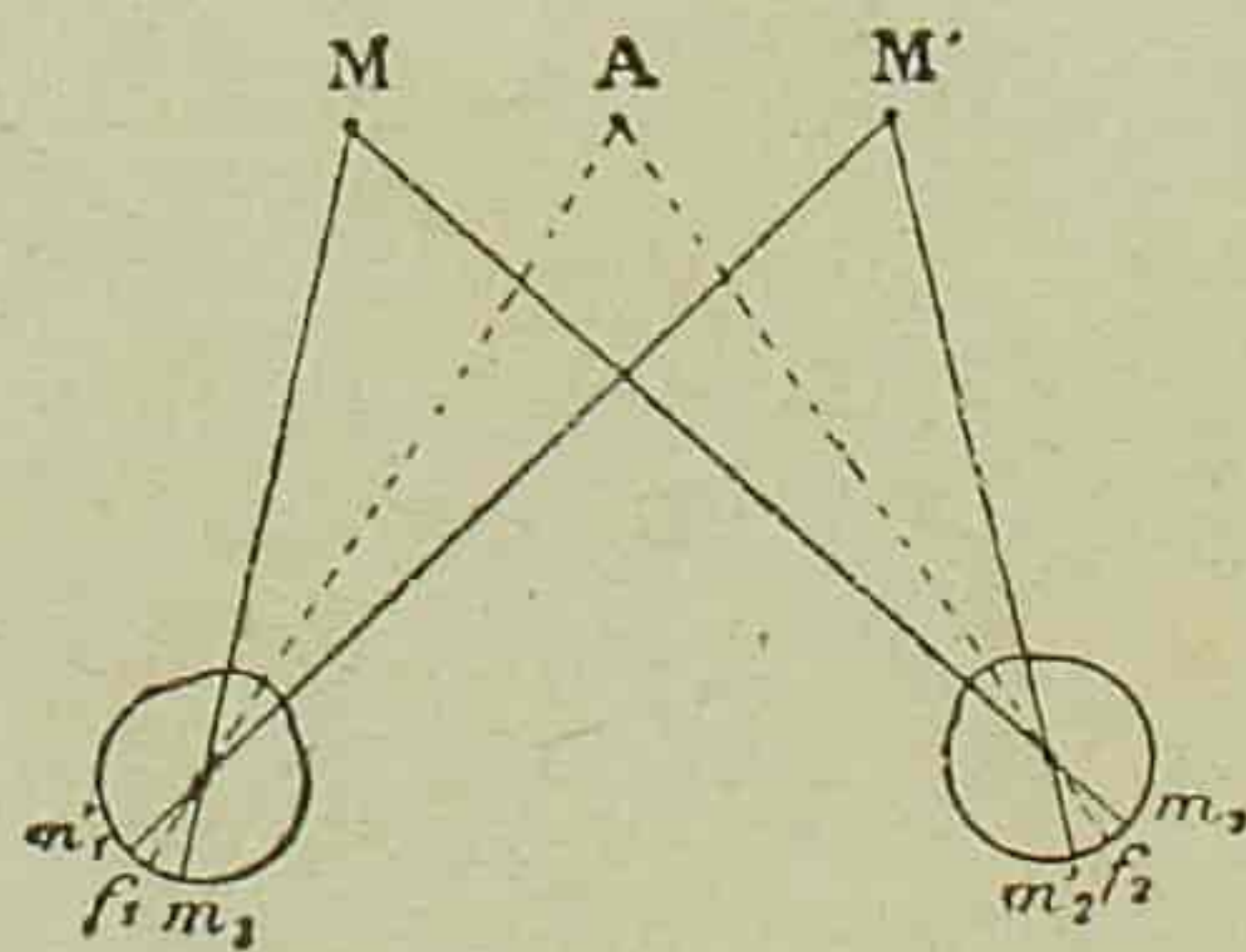
Далтони-
зам.

Консеку-
тивне сли-
ке.

мета али надражује остали неизнурени део мрежњаче: отуда светла позадина на којој се одсеца тамна слика.

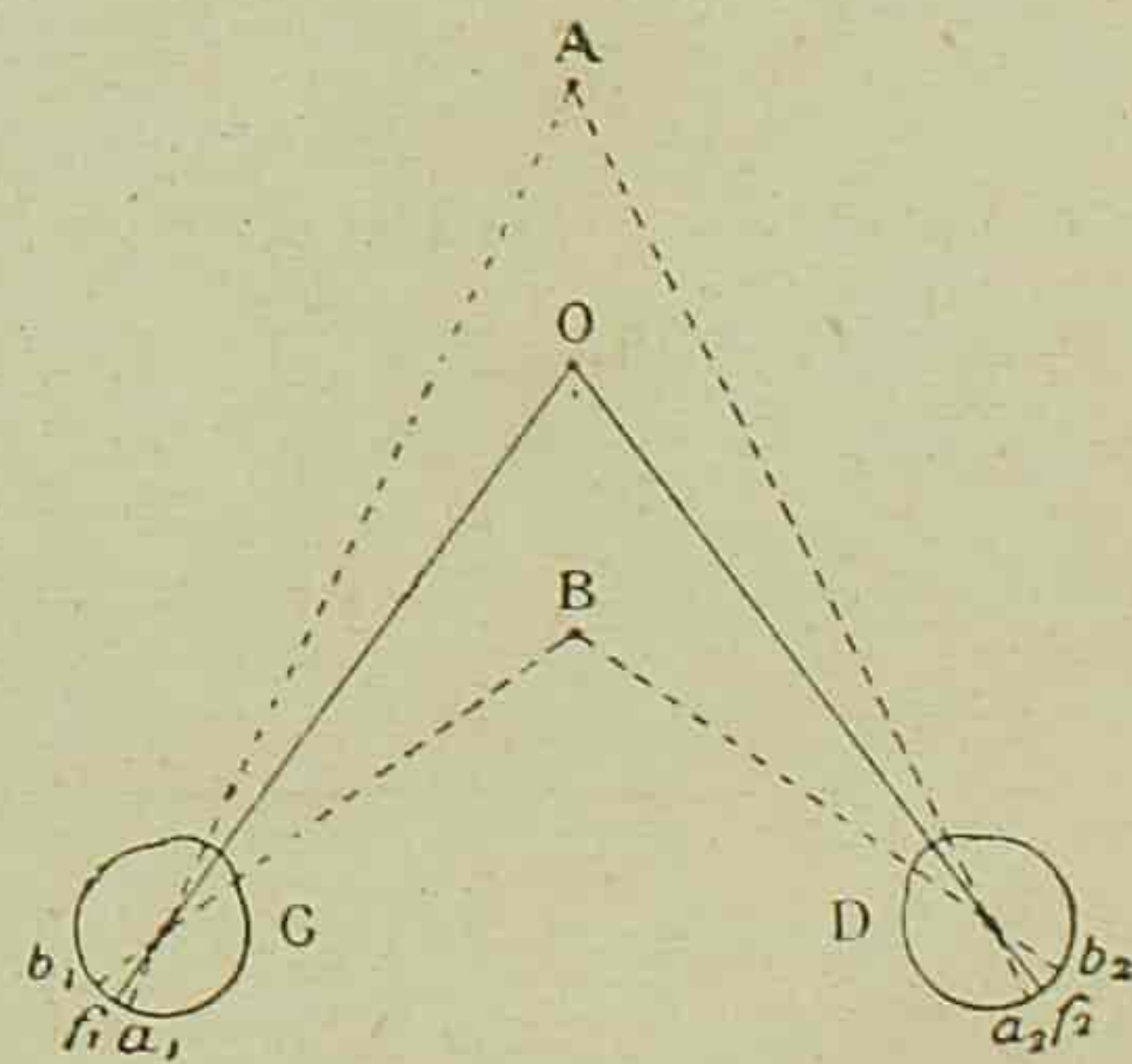
Једноочни
и двоочни
вид.

Човек, и неке животиње имају двоочни или бинокуларни вид, они могу један предмет гледати у исто време са оба ока. То не могу да чине коњ, овца, во, кокош и друге животиње које имају једноочни или монокуларни вид. Кад гледамо једну тачку која је пред нама на ограниченој даљини, тада слика те тачке пада у оба ока на жуту мрљу. Да би то било могуће, обе очне кугле морају у неколико скренути ка унутрашњој страни, тј. ка носној страни, тако да се обе очне осовине које полазе од жуте мрље и пролазе кроз центар рожњаче стичу у гледаној тачки (сл. 86). Према томе једна тачка која се налази, на пример, с десне стране гледане тачке, али која се



Слика 86.

Гледана тачка А пада у оба ока на жуте мрље f_1 и f_2 . Тачка М пада на десне половине мрежњачине (m_1 и m_2) док тачка М' пада на леве половине (m'_1 и m'_2).



Слика 87.

Гледана тачка О пада на жуте мрље. Тачка А даје на мрежњачи слике a_1 и a_2 , које леже симетрично, на унутрашњим половинама мрежњаче; тачка В даје слике b_1 и b_2 , које леже симетрично на спољашњим половинама мрежњаче.

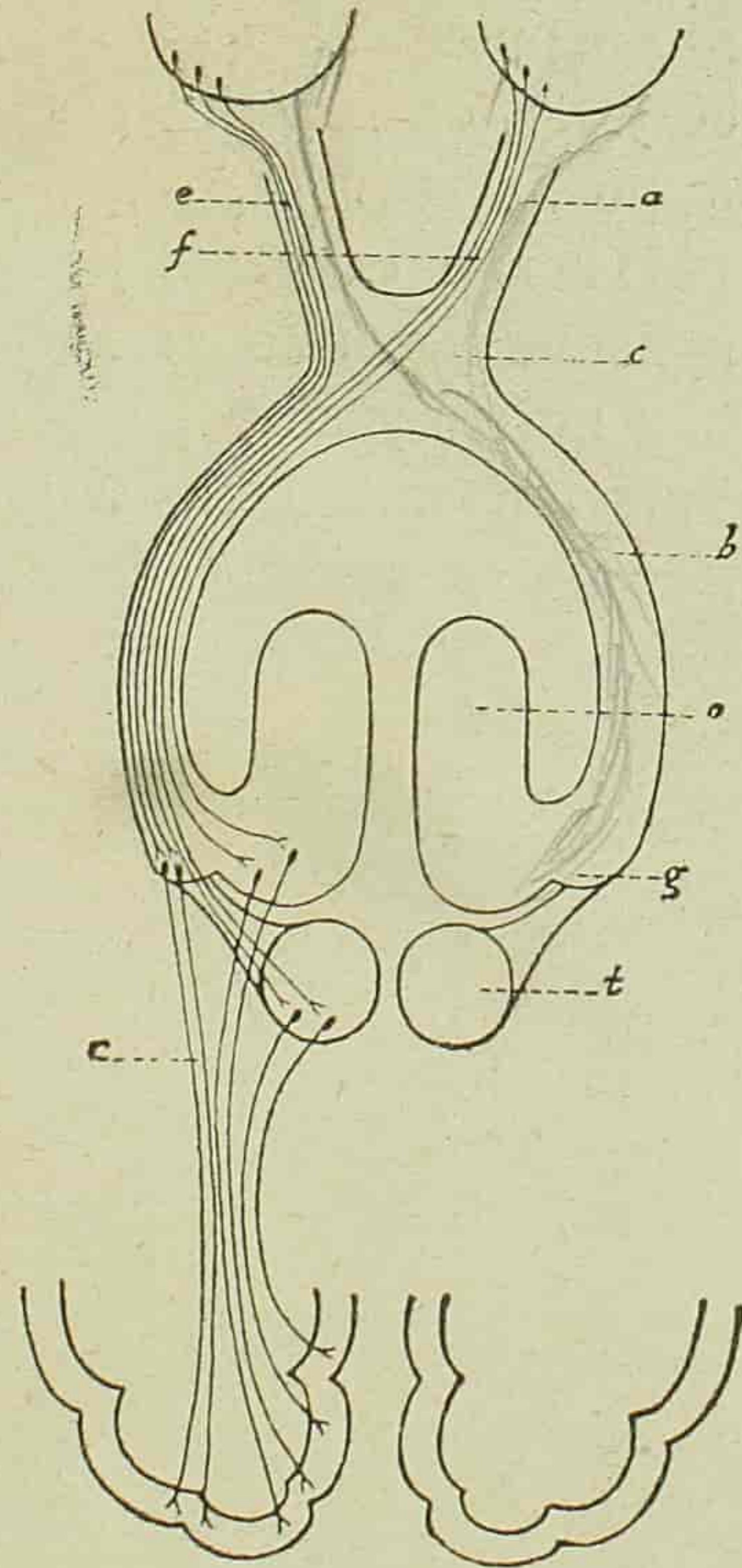
Одговарајуће тачке
на мрежњачи.

налази у видноме пољу, тако да и њу видимо, даће своју слику у оба ока на лево од жуте мрље, тј. у левоме оку на слепочном делу мрежњаче а у десном на носном делу. Обрнуто се дешава са сликом сваке тачке која се у видноме пољу налази на лево од гледане тачке. Значи да у погледу грађења ретинских слика симетрични делови мрежњаче нису еквивалентни, тј. спољашњи део ретине једнога ока не одговара спољашњем делу ретине другога, већ спољашњи или слепочни део једнога ока одговара унутрашњем или носном делу другога. Интересантно је констатовати да влакна оптичкога живца која полазе

од тих одговарајућих делова мрежњаче деснога и левога ока иду заједно у једну иistu половину мозга: влакна која припадају спољашњему делу мрежњаче једнога ока удружују се са влакнима која припадају унутрашњему делу мрежњаче другога ока (сл. 88) и граде оптичке траке. Према томе сва се влакна оптичких живаца неукрштају, већ само она која припадају унутрашњему делу мрежњаче. На тај начин, слике које једна тачка даје на обе мрежњаче одговарају живчаним влакнима која иду у један исти центар у мозгу. То нам објашњава да две слике на мрежњачи дају осећај једнога предмета. Ако слике не падају на поменуте одговарајуће делове обе мрежњаче тада видимо предмете двоструке. То се дешава када прстом притиснемо са стране једно око, тако да се његова видна осовина не стиче више у тачци коју гледамо, са осовином другога ока; то се дешава такође када очни мишићи не одржавају обе очне видне осовине под истим углом (разроконост). С истога разлога видимо двоструке оне тачке које се налазе испред или иза гледане тачке (сл. 87).

Бинокларни вид повећава обим виднога поља. Њиме такође добијамо утисак рељефности предмета, т.ј. њиховог простирања у три димензије простора. Ово се последње објашњава тиме што рељефни предмети не дају истоветне слике у оба ока. Ставимо прст пред очи и гледајмо га једним оком, час десним, час левим; опазићемо да левим оком видимо део прста који не видимо десним, и обратно. Ако пак гледамо један цртеж, који је у једној равни, тада га исто видимо десним и левим оком, т.ј. даје исте слике на једној и другој мрежњачи. Та различност или истоветност ретинских слика једнога и другога ока даје нам осећај рељефног или уравњености. Може се томе учинити приговор да пред-

Одговарајуће тачке на мрежњачи.



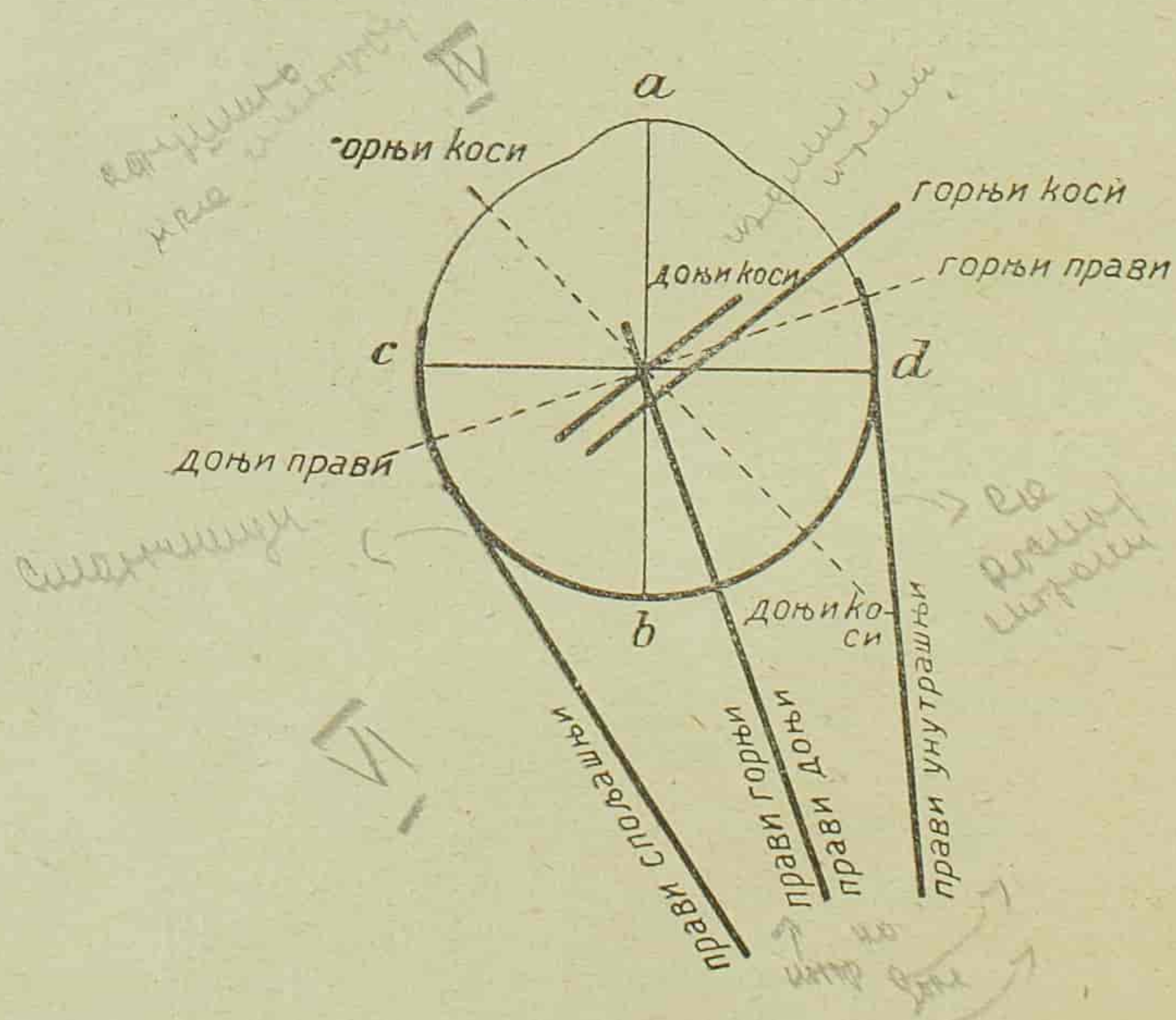
Бинокларни вид и рељефност предмета.

Слика 88.

a. оптички живац. — *b.* оптичка трака. — *c.* хиазма, у којој се укрштају влакна *f* која припадају унутрашњем делу мрежњаче. — *e.* влакна спољашњег дела мрежњаче која се не укрштају. — *t* и *g*, прекидање оптичких влакана на њихову путу ка потиљачном делу мозга.

Стереоскоп.

мете не видимо у једној равни кад их гледамо само једним оком, али то је стога што ми већ из искуства знамо како се простиру у простору. Али ако гледамо једним оком предмете о чијем простирању у простору нисмо обавештени, као што су, на пример, позоришни декори, тада ће нам бити тешко рећи да ли су пластични или су цртежи у једној равни. Апарат стереоскоп, у коме фотографски снимци дају утисак рељефности, оснива се на поменутој различности ретинских слика. Ако снимамо предмете фотографским апаратом са два објектива који се један од другог налазе на одстојању на коме се очи налазе једно од другог, тада ће два добивена снимка одговарати двема ретинским сликама: један левој, други десној. Ако сада помоћу призама удесимо да десни и леви фотографски снимак гледамо под истим углом очне осовине, као кад гледамо један једини предмет, тада ћемо имати утисак да је фотографски снимак рељефан, са испупченим и издубеним деловима.



Слика 89.

Деловање очних мишића. (Хоризонталан пресек левог ока)

Искидане црте представљају осовине око којих се креће очна јабучица под утицајем назначених мишића.

Оцењивању рељефности доприноси и акомодовање сочива, које остаје непромењено ако посматрамо једну равн, али које се мења кад посматрамо разне делове једног рељефног предмета, јер су ти делови на разним даљинама од ока. Те несвесне промене акомодовања обавештавају нас о простирању гледаног предмета у простору.

Ограниченост видног поља надокнађена је лако покретљивошћу очију, тако да брзим инстинктивним померањем видне осовине имамо утисак да наш вид обухвата од једном широко поље јасног виђења. Покретање очне јабучице у очној јами врше неколики мишићи који су једним својим крајем причврш-

ћени за очну јабучицу а другим крајем за коштане зидове саме јаме. Шест мишића управљају очном јабучицом: I. прави спољашњи мишић, који скреће зеницу ка слепоочници; II. прави унутрашњи мишић, који је скреће ка носној страни; III. прави горњи мишић, који скреће зеницу у исто време на горе и ка носу; IV. прави доњи мишић, који је скреће на доле и такође у исто време ка носу; V. горњи коси мишић, или велики коси мишић, који зеницу спушта и преноси ка слепоочници; VI. доњи коси или мали коси мишић, који уздиже зеницу и преноси је такође ка слепоочници. На слици 89 видимо осовине око којих се врше кретања очне јабучице под утицајем поменутих очних мишића. Комбинованим дејством тих разних мишића можемо покретати очне јабучице у разним правцима.

Очни мишићи.

Очне мишиће инервишу ови живци: окуломоторни живац, III лобањски живац (стр. 322), инервише све поменуте очне мишиће изузев прави спољашњи и велики коси мишић; спољашњи моторни очни живац, VI лобањски, инервише прав спољашњи мишић, а патентични живац, IV лобањски, инервише велики коси мишић.

Кад гледамо предмете на ограниченој даљини тада се видне осовине стичу у тачци коју посматрамо, то значи да су обе очне јабучице, односно њихове зенице скренуте ка носној страни. У колико је предмет ближе у толико је то скретање веће, и њега производе истоимени мишићи оба ока. Кад гледамо у страну, на десно, на пример, тада је зеница деснога ока приближена слепоочници док је зеница левога ока приближена носу; значи да се у томе случају сложено контрактују спољашњи прави мишић деснога ока и унутрашњи прави мишић левога ока. И за друге покрете, разноимени мишићи једнога и другог ока морају истодобно деловати. Механизам тих удружених кретања оба ока почива у томе што су центри живаца очних мишића на разне начине међу собом повезани тако да могу истодобно функционисати.

ГЛАВА ТРЕЋА

Мишићна функција

Мишићи су органи који служе на производњу механичкога рада. Та производња рада оснива се на особини коју мишићи имају да се могу скупљати или контраговати. Дејством надражаја мишићи мењају своје дименције, т.ј. постају краћи и дебљи, а враћају се у првобитно стање кад надражај престане деловати. При своме скраћивању мишић је кадар повући за собом тег који је за њ везан и тиме производи извештан механички рад. На тај начин делују мишићи који покрећу костур. Мишићи шупљих органа као што су срце, желудац, црево, производе рад на тај начин што се њиховим грчењем умањују шупљине органа и тиме се потискује њихов садржај.

Особине
мишића.

Елементи који мишићу дају особину контраговања јесу мишићна влакна. Мишићи које можемо по вољи грчити, тј. вољни мишићи, састављени су из пругастих влакана, па се стога називају пругастим мишићима. То су мишићи који су везани за разне делове костура, који су црвени и који се у обичном говору називају месо. Пругаста мишићна влакна су вретенасте ћелије, дугачке 3—4 центиметра, са више једара и протопласмом уздуж и попречно пругастом.

Мимо мишиће које можемо по вољи покретати постоје и мишићи који не стоје под управом наше воље. Такви су мишићи они који се налазе у зидовима желудца, црева, у дужици итд. То су глатки мишићи, јер су састављени од глатких мишићних влакана, вретенастих ћелија са једним једром а без пруга. Та су влакна много краћа од пругастих (достигу 0,2мм.). Глатки мишићи имају беличаст, блед изглед према пругастим мишићима. Нису хитри као ови већ се спорије скупљају. Изузетак је срчани мишић,

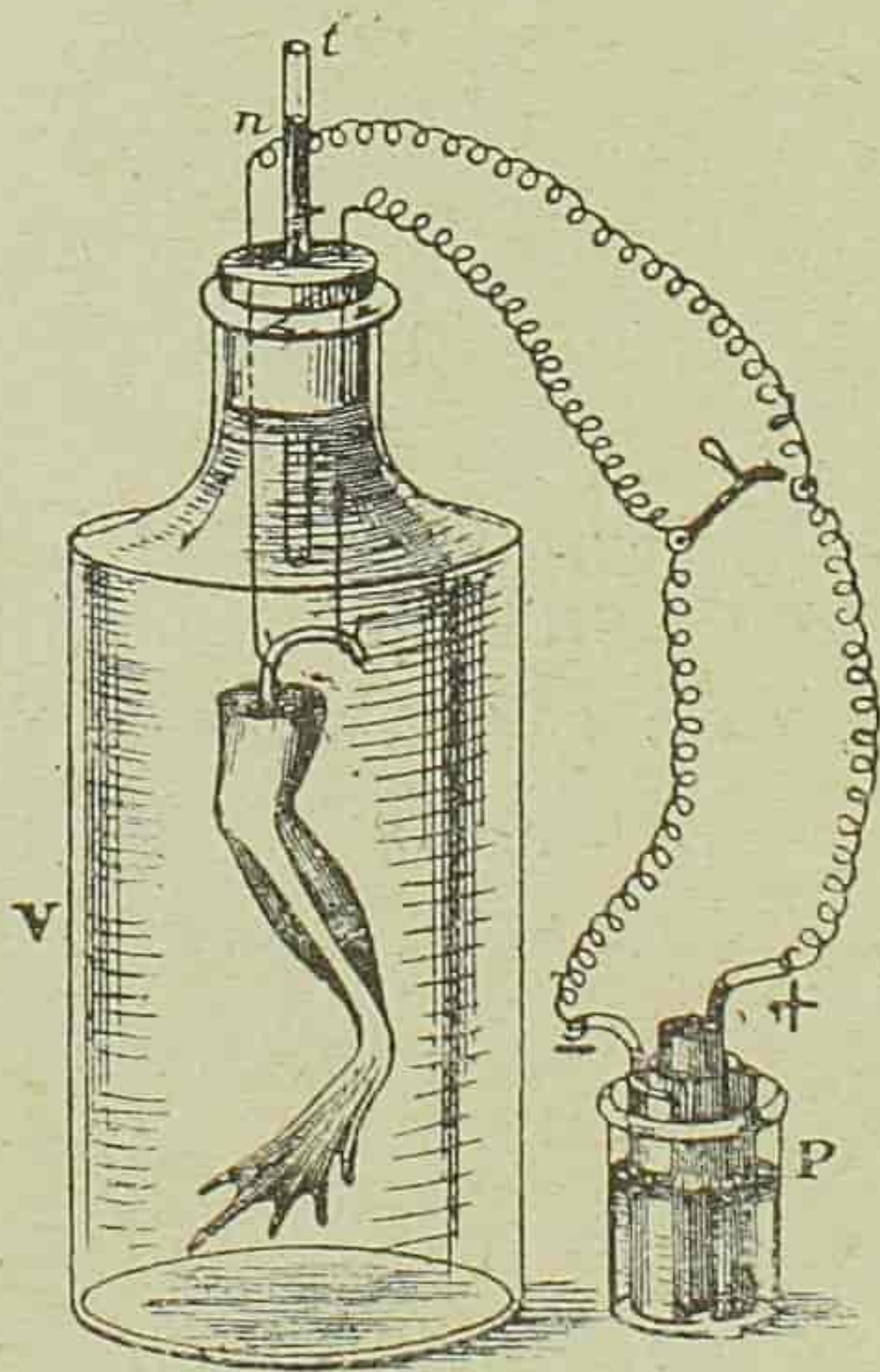
Глатки и
пругасти
мишићи.

који не спада у вољне мишиће а састављен је од пругастих влакана, као што смо раније видели (стр. 205).

Особине мишића. Мишићи су еластични. Ако какав мишић издвојен из тела обесимо једним својим крајем а за други крај причвршћујемо тегове разне тежине, видећемо да се мишић развлачи: кад се тег одстрани, мишић се враћа у свој првобитни положај. Развлачење није сразмерно тегу, већ све спорије расте кад тег постаје све тежи.

Запремина
мишића.

Грчећи се мишић постаје краћи и дебљи, тако да његова запремина остаје иста. То се може показати апаратом приказаним



Миограф.

Слика 90.

Апарат којим се показује да мишићи не мењају своју запремину када се грче.

V суд са физиолошким раствором; n висина течности у цеви t.

P електрични елемент за надраживање.

сликом 90. Боца V пуна је физиолошкога раствора у коме се налази задња жабља нога са својим живцем (ischiadiscus) положеним на електроде електричнога апарата за надраживање. Боца је зачепљена а кроз чеп пролази цевчица у којој се течност пење до извесне висине. Надражи ли се живац, разни се мишићи контрактују; али течност у цевчици остаје на истој висини, што значи да мишићи грчећи се нису променили своју запремину.

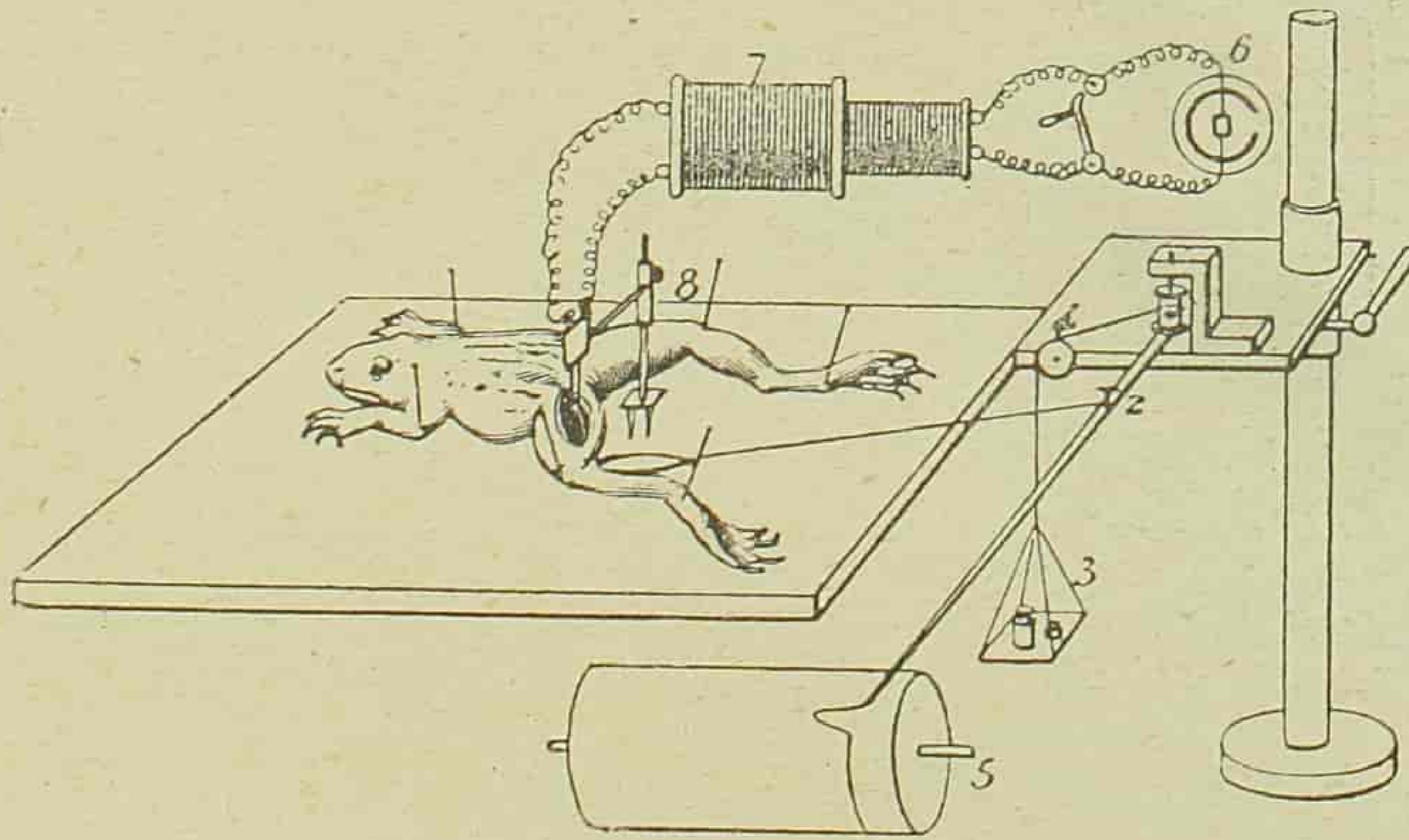
Мишићно контрактовање се може записивати графичном методом. Мишићи хладнокрвних животиња нарочито су згодан предмет изучавања, јер се могу контрактовати дуже времена и кад су издвојени из тела, ако се пази да се не осуше. Слика 91 приказује апарат миограф којим се може изучавати грчење жабљих мишића. Обично се употребљава мишић гастрокнемиус, који производи опружање стопала зад-

ње ноге. Тај је мишић инервисан живцем ишиадикусом, који се може лако открити на пролазу кроз бутину и по вољи надраживати. Као што се види на приложеној слици, жаба је потрбушке положена и чиодама причвршћена на једној дашчици која је обично од плута. Жаби се претходно разоре мозак и мождина увлачењем једне дугачке игле у лобањску и кичмену шупљину. Кад је мишић разголићен пресече се његова жила којом је везан за стопало („Ахилова пета“) па се за ту жилу веже комад конца. Други крај тога конца веже се за једну по-

кретну полугу (2) која затеже конач дејством тегова који се налазе на маломе тасу (3). Свака промена дужине везаног мишића покретаће полугу. Врх те полуге записиваће своја кретања на ваљку миографа (5), који се равномерно окреће. Добивени цртежи на нагарављеној хартији којом је ваљак превучен приказиваће нам промене дужине мишића у функцији времена у најмањим својим подробностима. Такав се цртеж зове миограм. Сlike 93 и 94 приказују нам неколике миограме.

У физиолошким погодбама надражаји доспевају моторним живцима до мишића. Али мишићи су и непосредно надражљиви. Живци им не дају особину да се могу грчити већ им само доносе надражаје; живци су само спроводници надражаја. У физиолошким огледима мишићи су махом надраживани, непосредно или посредно преко живаца, електричним надражајима.

Електрично надраживање.



Слика 91.

М и о г р а ф.

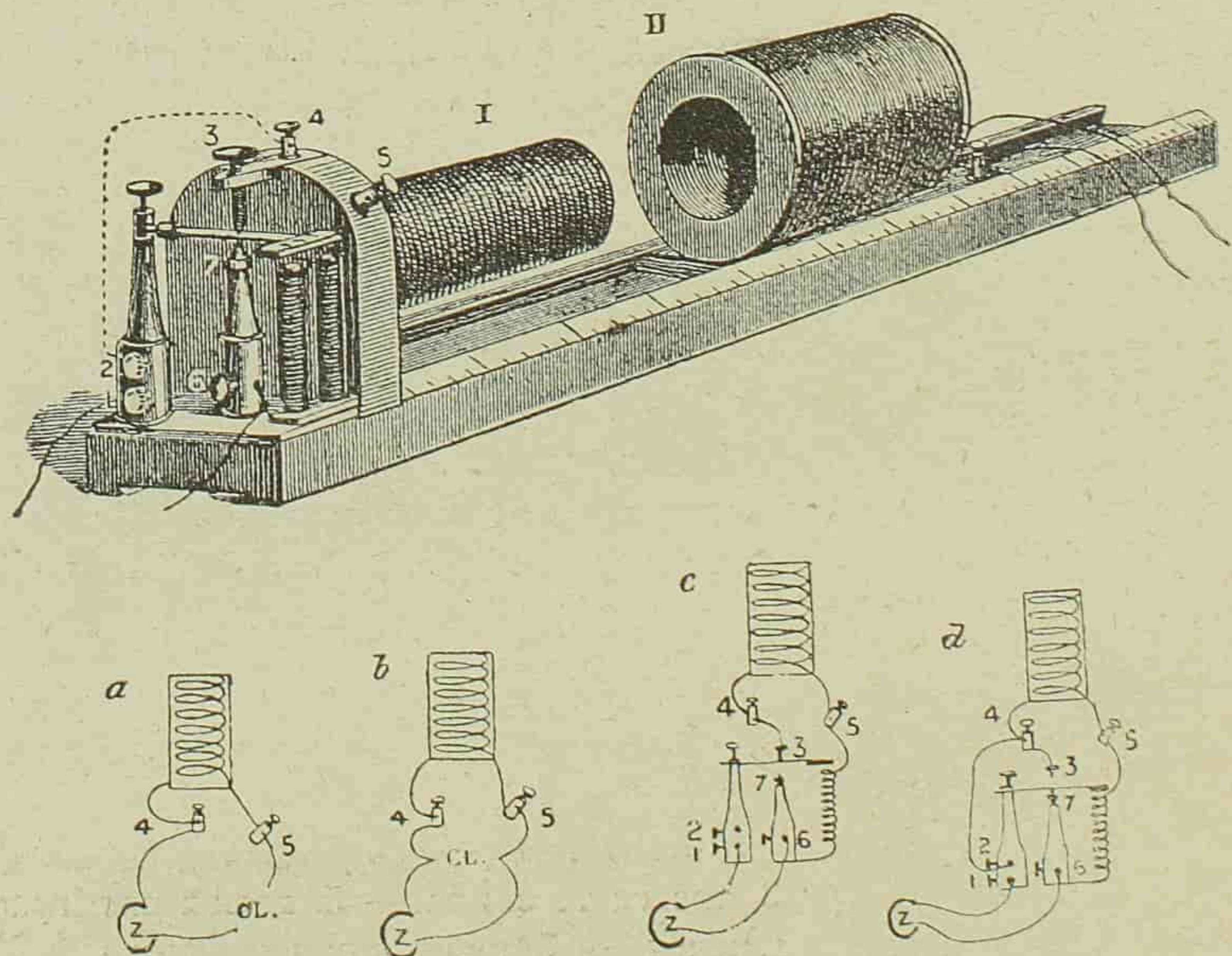
2. полуга која записује. — 3. тас са теговима. — 5. ваљак кимографа. — 6. електрични елемент. — 7. индукциони калемови.

Стална електрична струја какву дају галвански елементи делује као надражај само у ономе тренутку кад се пропусти кроз живац или мишић и у ономе тренутку кад се њено пролажење укине. Ако дакле пропустимо живцем такву струју, мишић се нагло контракује у томе тренутку и одмах враћа у своје опружено стање и мирује до онога тренутка када се струја прекине; у томе тренутку мишић се опет нагло контракује и одмах враћа у првобитно стање. Да би струја могла на тај начин деловати, мора имати извешан интензитет. Интензитет са којим се добива минимална контракција назива се праг надраживања. Стална струја делује као надражај не само својим успостављањем и прекидањем већ и онда ако се њен интензитет нагло мења, у једном или другоме правцу. Та промена интензитета мора бити

врло нагла, иначе не делује као надражај. Спорим повећавањем интензитета можемо доћи до тако јаке струје која ће живац разорити, али се мишић неће контраговати. Учестаним прекидима и успостављањима струје добивамо низ надражаја који могу, као што ћемо даље видети, изазвати грчење мишића које траје док трају и ти учестани надражаји.

Индукци-
они апа-
рат.

Много су погодније индуковане струје за надраживање живаца или мишића. Такве се струје добивају индукционим апаратом приказаним сликом 92, који се употребљава у физиологији. Апарат се састоји из два калема. На примарном је омотана дебља жица (I) чија су два краја везана за полове галванског елемента који је извор електрицитета. Други калем,



Слика 92.

Индукциони апарат.

I примарни калем. — II секундарни калем. — a, b, c, d, аутоматско прекидање примарнога кола.

секундарни (II), омотан је тањом и врло дугачком жицом чији су крајеви, преко електрода које се не поларизују¹⁾, у додиру живца или мишића што надражујемо. Та се два калема налазе један према другоме, могу се више или мање удаљавати један од другог, а први калем може и да уђе у шупљину другог калема, али иначе не постоји међу њима никаква веза. Кад се кроз први

¹⁾ т. ј. електрода које не дају никакву електричну појаву својим додиром са ткивом.

калем пропусти струја галванског елемента, у истоме се тренутку појави у другоме калему једна врло кратка струја која пројури у томе калему у супротном правцу него у примарном. Докле год струја протиче у примарном калему, ништа се не дешава у секундарном. Кад се прекине струја у примарном калему, у томе тренутку опет пројури кроз жицу секундарног калема врло кратка струја али у истоме правцу у коме је струја текла у примарном калему. Те врло кратке индуковане струје врло су погодне као надражаји. Према ономе што смо рекли о надраживању сталном струјом, свака индукована струја представља у ствари два надражаја, први својим појављивањем, други својим нестајањем. Али индуковане струје трају тако мало времена да се у погледу надраживања њихов почетак поклапа са њиховим завршетком, тако да на сваку индуковану струју мишић даје само једну контракцију. Да бисмо добили низ учестаних надражаја, довољно је прекидати и успостављати струју у примарном калему у врло кратким размацама времена (више пута у једном секунду). Један нарочити прекидач врши то аутоматски. Треба још поменути да су индуковане струје у толико јаче у колико је мања даљина на којој се примарни калем налази од секундарнога; према томе може се померањем једнога калема тражити праг надраживања и мењати по вољи јачина надражаја.

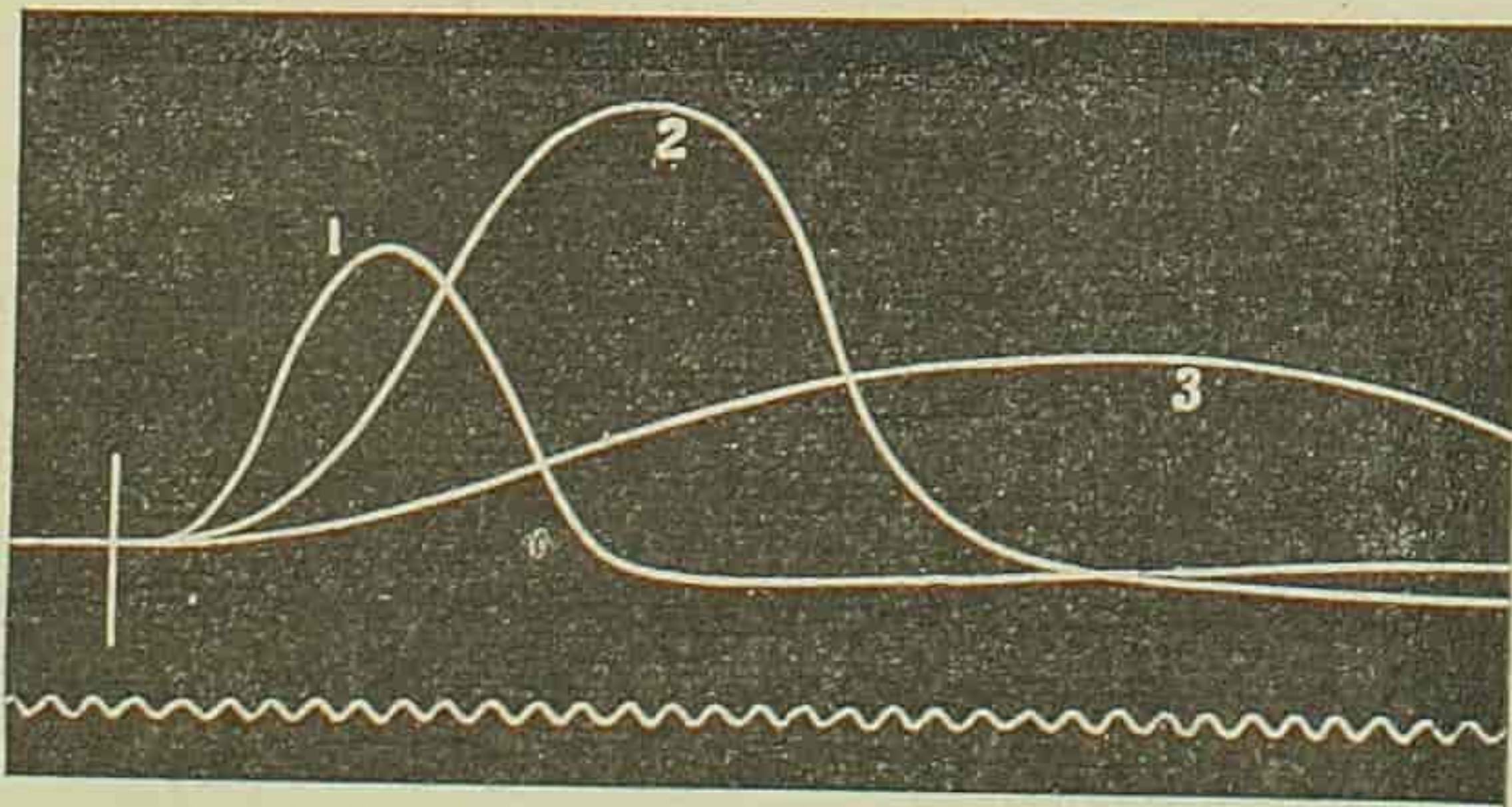
Деловање
индукова-
них струја.

Мишићни
трзај.

Надражујмо усамљеним индукованим струјама ишиадикус једне жабе и записујмо миографом контракције њенога гастрокнемиуса. Ако индуковане струје нису довољно јаче, оне неће деловати као надражај и мишић се неће грчити. Приближујући калеме индукционога апарата

доћи ћемо до интензитета који изазива најмање грчење: то је праг надражаја. Свака засебна индукована струја даће једно кратко грчење мишића коме одмах слеђује опружање, т. ј. враћање у првобитно стање. Једна таква кратка контракција,

произведена индукционом струјом, отварањем или затварањем сталне струје, зове се мишићни трзај. На слици 93 имамо миограме три таква трзаја. Пењање кривуље представља кон-



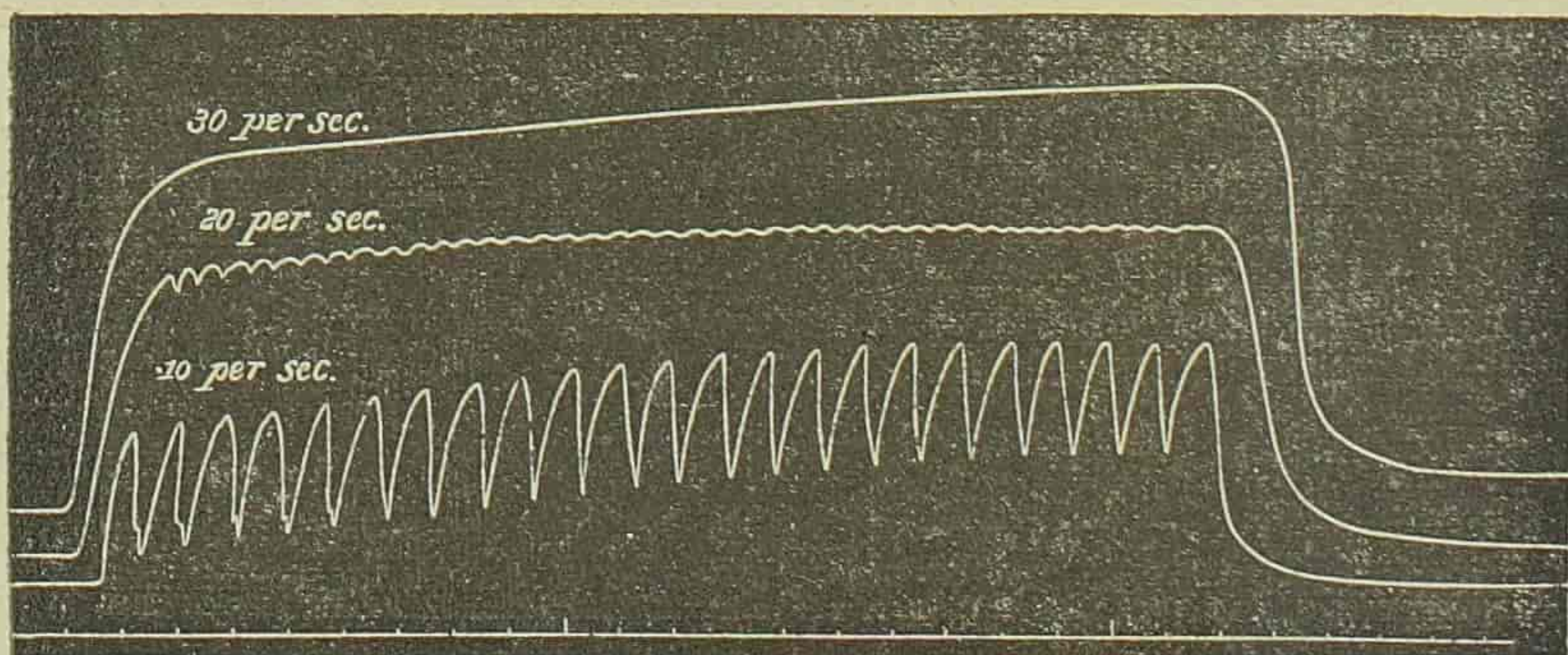
Слика 93.

Мишићни потреси на разним температурама: 1 на обичној, 2 на нижој, 3 на врло ниској.

Изгубљено
време.

тракцију мишића, силажење представља опружање. Доња таласаста линија даје треперење дијапазона којим се мери време; сваки талас представља једну десетину секунда. Вертикална цртица пред кривуљама назначује тренутак кад је живац надражен. Кривуљу 1 дао је мишић на обичној температури, кривуљу 2 кад је мало охлађен, а кривуљу 3 кад је много охлађен. Из тих миограма видимо да контрактовање не почиње у исто време кад је мишић, односно живац надражен, већ нешто доцније. Тај размак времена између тренутка кад је надражај пао и тренутка кад почиње контракција зове се изгубљено време. Затим видимо да је скупљање и опружање много успорено кад температура опада.

Ако се индуковане струје нижу у довољно кратким размацима, тада ће се десити да се мишић под утицајем новог надражаја контрактује пре него што је могао повратити се у опружено стање. У томе случају добивамо миограме приказане на



Слика 94.

Потпуни физиолошки тетанос (30 надражаја у секунду) и непотпуни физиолошки тетанос (20 и 10 надражаја у секунду).

Физиолош-
ки тетанос.

слици 94, кад је мишић надраживан 10 и 20 пута у секунду. Ако су надражаји још учестанији, тада се узастопне контракције стапају у једну те мишић остаје у згрченоме стању док траје надраживање, и миограм је у виду једне висоравни, као што се види на слици 94 кад пада 30 надражаја у једноме секунду. Такво згрчено стање мишића зове се физиолошки тетанос (од болести тетанос, која се одликује мишићним грчевима). Кад је стапање узастопних контракција непотпуно (као на слици са 10 и 20 надражаја), тада имамо непотпун физиолошки тетанос. Као што видимо, да бисмо добили мишићан потрес, довољан је један надражај, али је потребан низ довољно учестаних надражаја да бисмо добили трајну згрченост. Према томе

вероватно је да се грчење мишића нашега организма нашом вољом, врши утицајем једнога низа надражаја, непознате нам природе, који полазе од живчаних центара.

Ако је прекидање електричне струје одвише учестано (1500 до 2000 пута у секунду), тада она не делује више као надражај. Такве струје високе фреквенције и великог интенситета могу пролазити кроз организам и зажарити електричну лампу коју држимо у руци а не производе никакав осећај (Никола Тесла).

Срчани мишић. Сада се можемо запитати које је природе контракција срчаног мишића. Какве надражаје прима срчани мишић те се, као што знамо, ритмички контракује.

Контракција срчаног мишића има све особине мишићнога трзаја који се добива, као што видесмо, једним јединим надражајем. Срчани мишић се понаша на особен начин према надражајима. Одрубимо врх жабљег срца, т.ј. онај део срчаног мишића који не садржи живчаних ганглија и који се, према томе, не контракује спонтано. Надражимо тај део срчаног мишића сталном галванском струјом. Док други мишићи на такав надражај одговарају контракцијом само у тренутку када се струја успоставља и у тренутку када се ова прекида, срчани ће мишић одговарати низом контракција докле год стална струја буде њиме пролазила. Тако исто сталан притисак хранљиве течности у шупљини одрубљеног срчаног врха изазива ритмичне контракције тога дела срчаног. Као што се види, постоји у томе погледу битна разлика између срчаног и осталих мишића. И у другом погледу се срчани мишић понаша на особен начин. Надражујемо ли одрубљени врх срца индукованим струјама све већега интенситета, тада ћемо видети да се срчани мишић контракује тек кад је струја достигла извесну јачину (праг надражаја). Али се срчани мишић разликује од осталих мишића по томе што на самоме прагу надражаја даје контракцију која не постаје већа када се надражај и даље појачава. Срчани мишић даје дакле у томе погледу „све или ништа.“ Поменимо још да се срчани мишић не може потпуно тетанизовати струјама које иначе тетанизују потпуно друге мишиће.

Узрок периодичноме раду срчаног мишића не треба тражити у периодичности надражаја већ у периодичној наизменичној надражљивости и ненадражљивости срчаног мишића. Надражујући жабље срце погодним надражајима у разним тренуцима његове револуције, налазимо да је оно неосетљиво према надражају у почетку систоле а постаје све осетљивије у колико

Срчани
мишић.

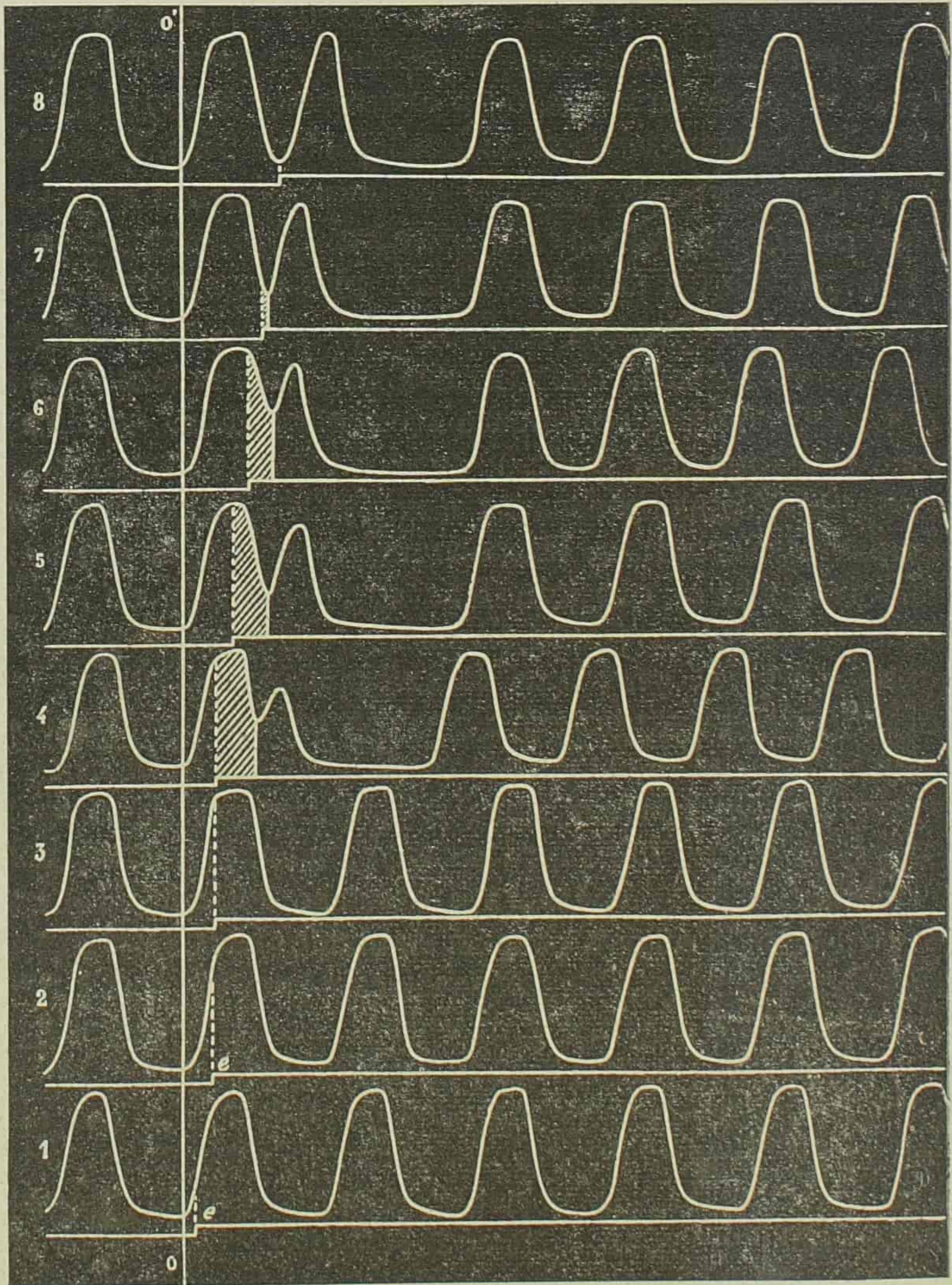
при свим
индукцијским
контракцијам

II на самом
- прагу даје
контракцију која
расте са
интензитетом

„Све или
ништа“.
III не може да
- се тетанизује
и ритмички даје

Периодич-
на надраж-
љивост ср-
чаног ми-
шића.

је револуција ближе крају диастоле. На слици 95 видимо да тек они надражаји који падају при крају систоле (ред 4.) изазивају једну ванредну контракцију, која је у толико потпунија у колико



Слика 95.

Надраживање жабљег срца у разним тренуцима његове револуције. Надражај је означен уздицањем e хоризонталне линије. Вертикала $00'$ пресеца кардиограм у почетку систоле.

је надражај ближи крају диастоле. Та наизменична осетљивост и неосетљивост срчаног мишића објашњава нам да они надражаји који на другим мишићима дају једну једину контракцију

дају на срчаноме мишићу низ контракција. Јер периодична осетљивост срчаног мишића пресеца један сталан надражај, на пример сталну струју или непрекидан притисак, у низ надражаја.

На кардиограму слике 95 видимо такође да после сваке ванредне систоле изазване надражајем имамо дужи срчани одмор, тако да следећа систола пада у истоме тренутку као да ванредне систоле није ни било. Другим речима, срце надокнађује дужим одмором ванредни рад који му је наметнут, тако да целокупна производња рада остаје стална.

Накнадни одмор.

Кад се какав мишић надражи непосредно у једној тачци тада се не контракује тренутно целом својом дужином већ најпре на надраженоме месту па се одатле контракција распростире у виду једнога таласа (контрактилни талас), који напредује брзином од 1—12 метара у секунду, према пореклу употребљенога мишића. Поменимо да су мишићна влакна срчаних преткомора независна од влакана комориних и једина мишићна веза између преткомора и комора јесте један мишићни сноп, His-ов сноп, који се налази у прегради која дели десну половину срчану од леве. Срчана систола се може сматрати једним контрактилним таласом који почиње у десној преткомори па се His-овим снопом преноси на коморе.

Контрактилни талас.

Говорећи о срцу (стр. 217) ми смо рекли да срчаноме мишићу долазе надражаји од живчаних елемената који се налазе у њему и који су узрок контрактовању његову (неурогена теорија). Морамо поменути да постоји и друга теорија, миогена теорија, која данас преовлађује у физиологији, по којој би узрок ритмичности срчаног рада почивао у самоме срчаноме мишићу а не у његовим живчаним елементима. Контракција срчаног мишића почињала би у десној преткомори у Keith-Flash-ову синусном чвору састављеном из елемената мишићнога порекла, па би се одатле нарочитим влакнима His-овим снопом контракција преносила на остале делове срчаног мишића. Експериментално се показује да се аутоматско контрактовање срчаног мишића, које се нормално појављује у поменутом чвору, може појављивати и у други деловима срчаног мишића.

Миогена срчана теорија.

Електричне појаве у мишића и живаца. — Мишићи, живци и други органи седишта су електричним појавама. Galvani (1790) је пронашао животињски електрицитет на следећи начин. Разори се жаби средишњи живчани систем па јој се огули кожа. Једним пресеком издвоји се задњи део тела са задњим ногама па се под живце ишиадикусе, онде где излазе из кичме, подвуче једна гвоздена кука која се окачи о гвоздени

Galvani-ев оглед.

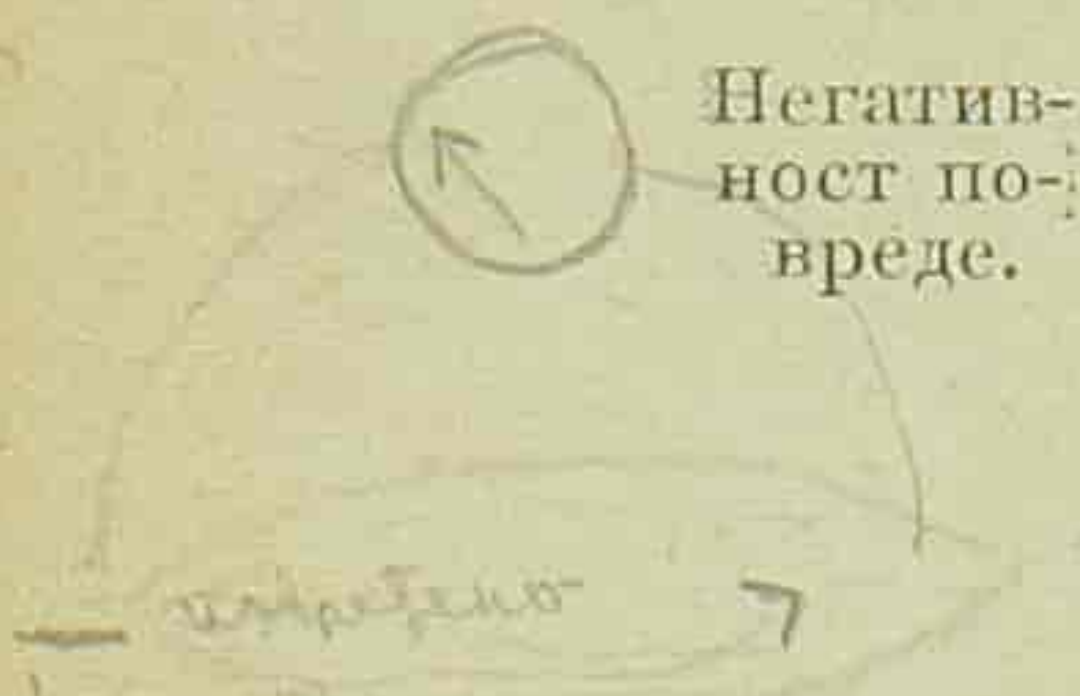
носач, на пример о гвоздену решетку на прозору. Заљуља ли се жаба која виси о куки, тако да ногама додирне гвоздени носач, тада се ноге трзају контракцијом својих мишића. Тој је контракцији узрок електрична струја која се рађа у мишићу и која надражује живац кад се коло затвори додиром ноге са гвозденим носачем. Volta је порицао да је тај оглед доказ да постоји животињски електрицитет, већ је тврдио да електрична струја постаје додиром куке и гвозденога носача. Данас знамо да је Galvani био у праву, кад су кука и носач од истога метала, и да се у томе случају контракција збива утицајем струје која се рађа у самоме мишићу; али када су кука и носач од разних метала, на пример бакар и гвожђе, тада Galvani-ев оглед није доказ да постоји животињски електрицитет, већ доказ онога што је Volta открио, на име да се додиром разнородних метала рађају електричне струје.

Надражај
мишића
сопстве-
ном стру-
јом.



Може се и без употребе метала доказати да се у жабљим мишићима рађа електрична струја која је довољно јака да би надражила живац и изазвала мишићну контракцију. Припреми се жабљи мишић гастрокнемиус са живцем ишиадикусом, па се стакленим прутићем пребаци живац тако да својим пресеченим крајем додирује мишић на супротном крају од онога од кога полази, и тиме затвара коло којим струја може протицати. У тренутку кад пресечени живац затвори коло, мишић се тренутно скупи и одмах затим опружи.

Негатив-
ност по-
вреде.



Мишић који је у одмору и који није повређен не даје никакву електричну струју кад се ма које његове две тачке вежу са галванометром. Повређено је место пак електрично негативно према неповређеноме месту, т.ј. струја се креће у мишићу од повређенога ка неповређеноме месту, а у колу изван мишића од овог последњег места ка првоме. У томе се састоји „негативност повреде“. Мишић који је у одмору изоелектричан (т.ј. који не даје никакву електричну струју), даје електричне појаве када се контракује, и то активни делови су електро-негативни према мање активним, тј. од њих тече у мишићу струја ка овим последњим (акциона струја). Правац струје од повређенога или активнога дела ка нормалном или неактивноме делу мишића последица је веће хемијске активности изазване повредом или контракцијом.

Негативна
вариација.

Ако имамо мишић који у одмору даје једну струју због тога што је повређен, па изазовемо контракцију тога мишића, тада ће се појавити струја у супротном правцу, која делимично потиरे струју одмора. У томе се састоји негативна вари-

ција, која се објашњава тиме што су при контрактовању повређене тачке активније од повређених, те постају негативне према овим последњим.

Ако мишић није нимало повређен, тада, као што рекосмо, не даје никакву електричну струју док је у одмору. Надражимо такав мишић у једној његовој тачци. Та тачка бива прва активна па затим и друге све удаљеније тачке. Стога је у почетку то надражено место негативно према осталим тачкама. Па кад је цео мишић контрактан тада су све његове тачке активне па према томе изоелектричне. Најзад надражено место престаје бити активно, док су удаљеније тачке још активне, тако да су сада оне негативне према надраженој тачци. Као што се види, у току мишићне контракције струја иде у мишићу од надражене тачке ка другим, затим све тачке постају изоелектричне и најзад струја добива супротан правац, тј. иде од разних тачака ка надраженој. У томе се састоји дифазична мишићна вариација.

Дифазична
вариација.



Електрична струја која се у мишићу јавља при његовој контракцији може се употребити да би се њоме надражио живац другог мишића. Справимо три жабље ноге са живцем као у поменутом Galvani-еву огледу. Нека је живац друге ноге положен уздуж на прву, а живац треће ноге на другу. Надражимо живац прве ноге, која се одмах контракује, при чему се у њеним мишићима рађа поменута акциона струја. Та струја надражује живац друге ноге, која се контракује, а ова надражује на исти начин живац треће ноге. На тај начин надражај једне ноге изазвао је контракцију трију употребљених ногу.

У срчаном мишићу се такође јављају електричне струје у вези са његовом активношћу. Те струје могу такође надраживати живце који су у вези са мишићем. Прислонимо ли на извесан начин живац једне жабље ноге на разголићено жабље срце које ради, тада ће се нога трзати при свакој срчаној систоли.

Извесне рибе (*Torpedo*, *Malopterurus*, *Gymnotus*) могу да производе доста јака електрична испражњавања која се непријатно осећају кад те рибе прстом додирнемо. Тим електричним испражњавањем служе се да би савладале свој плен. Електрични орган тих животиња може се сматрати једним мишићем који је изгубио особину да се контракује али који даје, кад се надражи, интензивну акциону струју. Док у мишића контракција има физиолошку важност а акциона струја је споредна појава, дотле је у електричном органу та струја, која је много интензивнија него у мишића, физиолошки искоришћена. Електрична

Електричне
рибе.

струја у електричних риба јавља се у виду електричних испражњавања која се нижу у великоме броју (до 200 у секунду). Та испражњавања врше се увек у истоме правцу: у *Gymnotus*-а врше се од репа ка глави, у *Malopterurus*-а од главе ка репу, у Торпедо од леђа ка трбушној страни.

Живци као спроводници. У физиолошкоме стању мишић не прима непосредно надражаје већ му их доноси живац из каквога живчаногa средишта. Природа тих физиолошких надражаја непозната нам је. Али они нису без икакве сличности са вештачким надражајима које употребљавамо у физиологији, судећи по томе што једни и други дају исте резултате: електрични надражај периферијскога дела пресеченога центрифугалнога живца даје мишићну контракцију или жлездано лучење, онако исто као кад ти органи примају од живчаних средишта природне надражаје.

Ти природни надражаји који се називају живчаним инфлуксом, преносе се извесном брзином дуж живаца. Та је брзина у човека од 30—40 метара у секунду. Живчани инфлукс се дакле простире много спорије од електрицитета (300.000 километара у секунду).

Неуморљивост живаца.

Кад дуго надражујемо живац каквога мишића, контракције постају све слабије док најзад не престану. То је последица мишићнога умора. Али живац није изгубио моћ да надражаје преноси; стога се вели да су живци неуморни, у томе смислу да не престају преносити надражаје ма колико времена трајало њихово надраживање.

У физиолошким погодбама живци преносе надражаје увек у једноме правцу: центрипетални од органа ка живчаним центрима, центрифугални од центара ка органима. Али се може огледима доказати да је живац подобан преносити надражаје и у супротноме правцу од онога у коме се преношење врши у нормалним погодбама.

Жулар.

Пренос надражаја са живца на мишић може се спречити дејством отрова кулар којим племена неких крајева у Јужној Америци трују своје стреле кад иду у лов. Кулар не делује ни на сам живац ни на сам мишић, већ, као што је показао Клод Бернар, само онде где се моторни живци завршавају у мишићу (моторне плоче), укидајући функциону везу између живца и мишића. Животиња отрована куларом није подобна извршити никакав покрет јер су јој сви мишићи са поменутога узрока парализани. Једино срчани мишић и даље функционише, али животиња умире због парализе мишића потребних плућноме проветравању,

у првome реду пречаге. Удеси ли се вештачко дисање, тада курарисана животиња живи иако није кадра учинити ни најмањи покрет. Осим тога изгледа да свест и осетљивост нису помућене у такве животиње.

Живац као и мишић има своју акциону струју. То је управо једини знак који нам сведочи о активитету живчаноме. Та струја почива, као што знамо, на негативности активног места према другим тачкама живца или мишића. Акционе струје су општа појава. Сваки надражај протопласме производи акциону струју. Део листа изложен сунцу негативан је, са своје хлорофилне активности, према делу који је у сенци.

Кад стална струја протиче живцем, дешавају се извесне промене у близини аноде и катоде, које сачињавају електротонус. Пре свега јављају се електричне струје које протичу изван онога дела живца који се налази између електрода (аноде и катоде). То су електротоничне струје. Оне трају док траје стална струја коју пропуштамо живцем и истогача су правца као и она. Електротонус производи промене надражљивости у близини катоде и аноде. У близини катоде надражљивост је повећана, док је у близини аноде умањена. У тренутку када се стална струја прекине дешава се за врло кратко време обрнуто: надражљивост је повећана у близини аноде а умањена у близини катоде. Осим тога електротонус смањује спроводљивост живца у близини аноде.

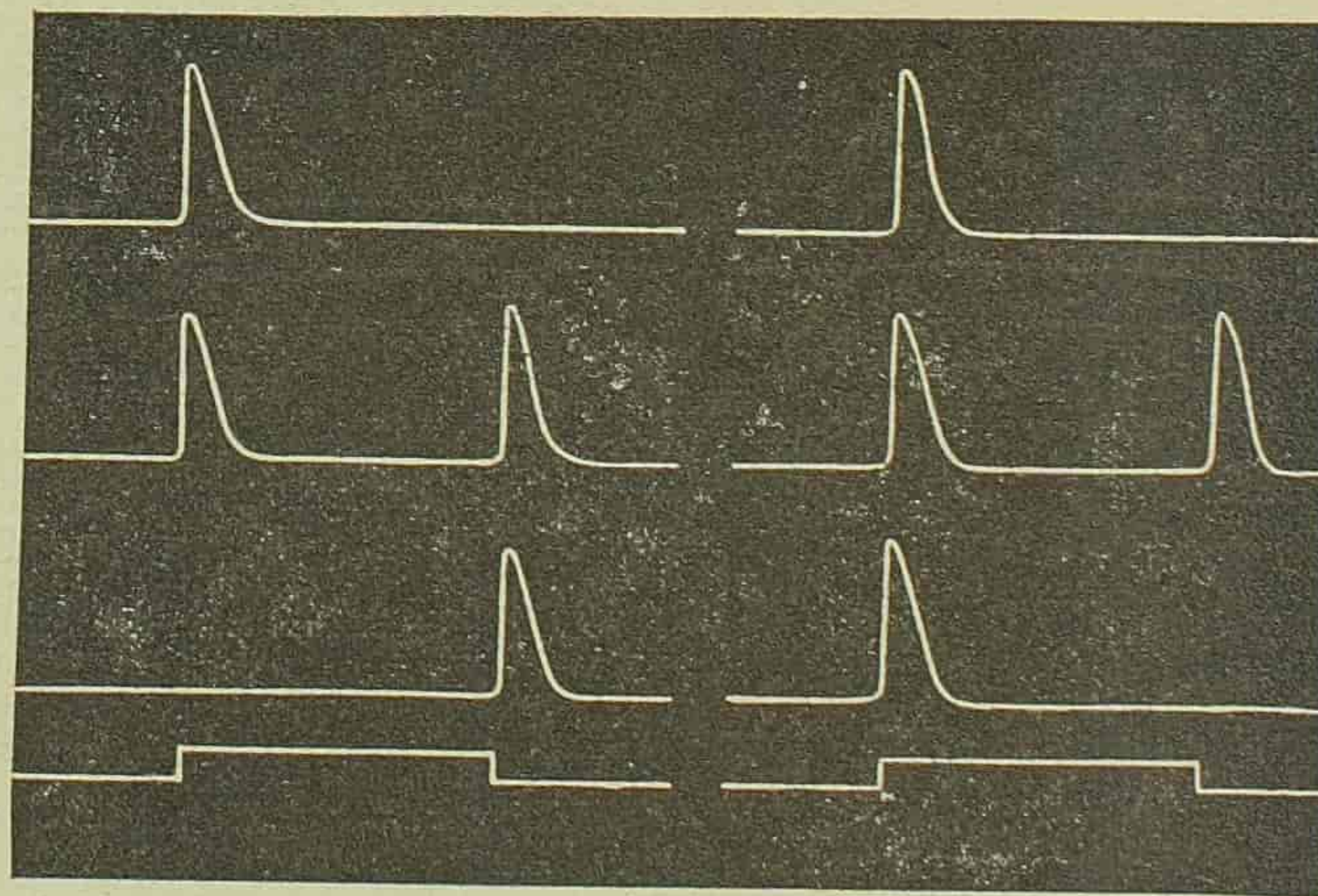
Закон надраживања. Рекли смо да стална струја надражује живац или мишић само у ономе тренутку кад се та струја успоставља и у ономе тренутку када се прекида. За све трајање протицања, мишић остаје опружен. Према томе да ли струја силази живцем т.ј. правцем од живчаног средишта ка мишићу („низводна струја“) или се пење живцем („узводна струја“), добива се мишићна контракција, према интензитету струје, час при затварању електричног кола, час при његовом отварању. Кад се затвара електрично коло, надраживање живца збива се на катоде, т.ј. на негативном полу, на који струја иступа из живца. На против, кад се отвара коло, надраживање се врши на позитивном полу, на аноди, т.ј. у оној тачци на коју струја улази у живац. Та се чињеница објашњава тиме што електротонус у тренутку затварања кола смањује надражљивост на аноди а повећава је на катоде. Обрнуто се дешава при отварању кола.

Ако је струја слабог интензитета добива се контракција само при затварању електричног кола, било да је струја низводна или узводна. Ако је струја средњег интензитета, добива се

Стална струја
Електротонус.
протиче
и чини
струје
+
Вод се чини
за стално
струје
нико и чини
струје

Pflüger-ов
закон.

контракција и при затварању и при отварању кола, за узводне струје као и за низводне. Ако је струја великог интенитета добива се контракција само при затварању кола, за низводне струје; а само при отварању, за узводне струје. У томе се састоји Pflüger-ов закон који је приказан миограмима на слици 96 а који се објашњава на овај начин. Рекли смо да се надраживање при затварању кола врши на катоди а при отварању на аноди. За струју слабога интенитета надраживање је јаче на катоди него на аноди. Отуда слаба струја може бити довољно јака да произведе надражај на катоди, т.ј. при затварању кола, а недовољна при



Слика 96.

Pflüger-ов закон.

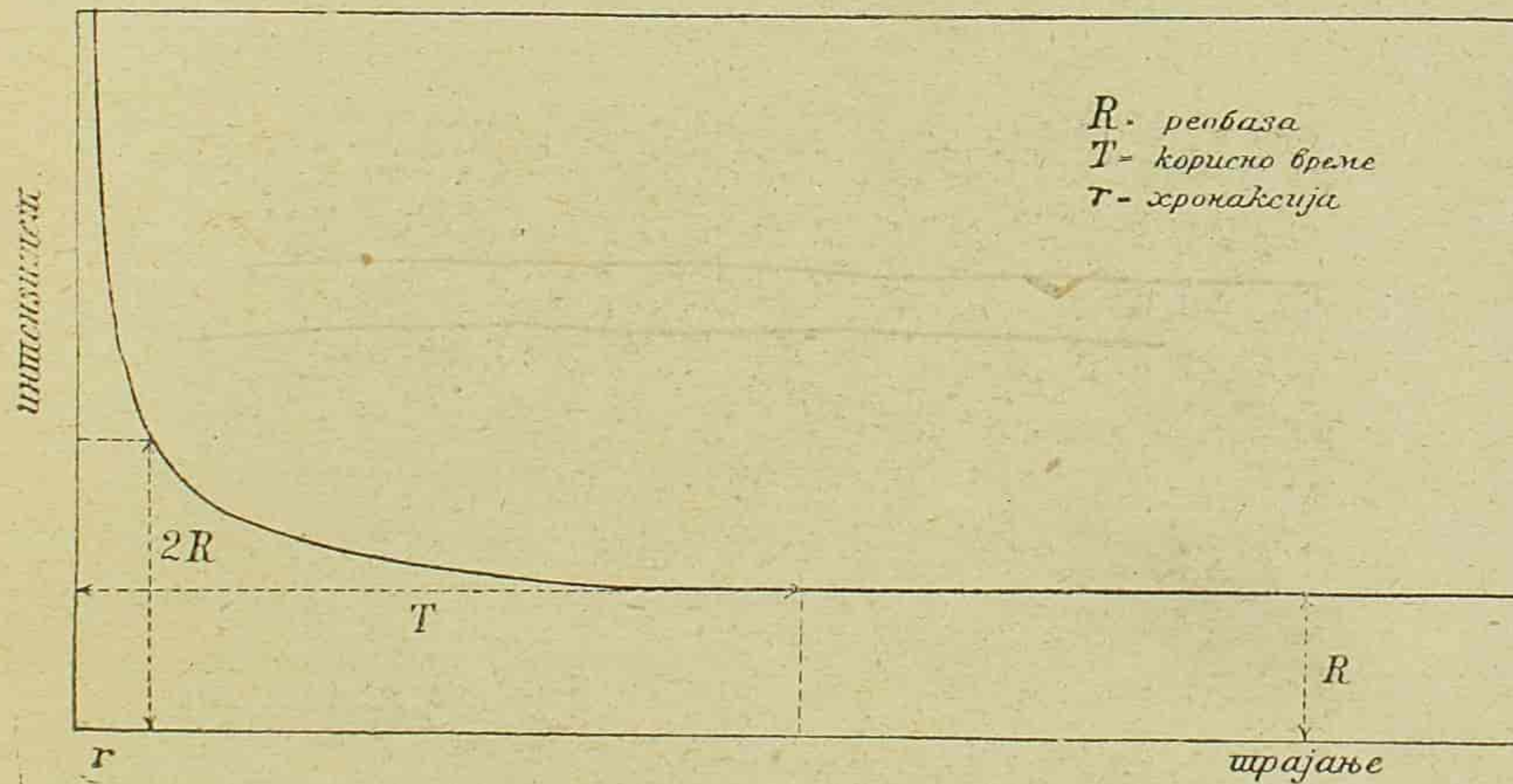
Горњи ред: утицај слабе струје. — Средњи ред: утицај умерене струје. — Доњи ред: утицај јаке струје. — Уздизање последње линије представља затварање, а спуштање, отварање електричнога кола.

отварању. Кад је струја средњег интенитета тада производи надражаје на аноди и на катоди, без обзира да ли је струја узводна или низводна. Кад је струја великог интенитета и низводна, даје надражај само при затварању кола а при отварању не даје стога што надражају препречује пут ка мишићу промена стања која се збива на катоди, а која се састоји у томе што на томе месту живац теже спроводи надражаје. Кад је струја великог интенитета узводна, контракција се производи само при отварању, јер при затварању надражају препречује пут смањена спроводљивост живца на аноди.

Некада се мислило да при надраживању сталном струјом делује промена интенитета а не сама струја која протиче надраженим живцем или мишићем. Данас је утврђено да се надражај

увек састоји у извесној количини електричне енергије (овде је говора о надраживању електричном струјом) која мора извесно време протичати надраженим елементом. Ако тражимо кој интензитет мора имати електрична струја кад је све дуже времена пропуштамо кроз један живац, да бисмо добили најмањи мишићни трзај (праг надраживања), налазимо да интензитет опада када трајање протичања струје расте (сл. 97). Али то се опадање врши само до извесне границе, испод које се не може смањити интензитет струје, јер се тада њоме не добива надражај па ма

Реобаза и
и хронак-
сија.



Слика 97.

колико дуго протичала живцем. Тај најмањи интензитет (R) којим се може произвести надражај зове се реобаза (Lapicque). Време T , колико најмање мора протичати интензитет реобазе зове се корисно време. Реобаза и корисно време имају врло различне вредности према томе на које се мишиће односе. Те су вредности карактеристика свакога мишића и његовог стања. Из практичних разлога узима се као карактеристика време r које одговара двострукој реобазе ($2R$). Та се карактеристика зове хронаксија.

ГЛАВА ЧЕТВРТА

Глас и говор

Међу функције којима жива бића одржавају међу собом односе долазе глас и говор.

Производња звукова врло је распрострањена појава у животињском царству, нарочито у виших организама. Али ни у којих не достиже ону сложеност и важност коју има говор у човека. Функција говора израз је високог ступња на коме се налазе психичке функције човекове. Али говор није само израз већ и један од битних услова развоју његове интелигенције.

У човека као и у животиња са плућним дисањем, апарат за дисање прилагођен је производњи звукова. Ваздух, потискиван из плућа изазива треперење мембранских набора који се налазе у гркљану, те на тај начин постају звуци, уз суделовање шупљина и разних делова који се налазе изнад гркљана (ждрело, уста, носна шупљина, језик, непце, зуби).

Апарат за дисање и апарат за говор.

Производња звукова у животиња може се сматрати да је готово увек, као и говор у човека, спољашњи израз појава које се збивају у вишим живчаним средиштима (психичке појаве). Производња звукова одјек је унутрашњих поменутих појава и тиме је, као што махом бива, у служби живе јединке, која на тај начин може другима саопштити субјективне појаве које се у њој збивају. Производећи разне звукове, животиње се дозивају, оглашују опасност која прети, изражавају бол, радост, мужјаци маме женке, женке дозивају младунце, итд. Говором човек може изразити најтананија осећања свога сложенога психичкога живота.

За испољавање свога психичкога живота, човек се не служи искључиво апаратом за говор већ и разним мишићним покретима, нарочито мишића лица, у чему се састоји мимика, која

у појединих особа може бити врло развијена. Лако је уверити се да не само лице, већ и други делови тела, руке, ноге, труп, узимају удела у испољавању осећаја. У животиња покрети такође изражавају психичке појаве (покрети репом, ушима, удовима, у пса на пример).

У циљу саопштавања осећања и споразумевања, звук је подеснији од других средстава, због природе самога звука и органа за слух. На тај начин се може објаснити да је звук одабрано средство за одржавање односа између живих бића. Апарат за дисање пак, био је из више узрока намењен производњи звука. Пре свега, тај је апарат у вези са средишњим живчаним системом, и појаве које се дешавају у психичким центрима изазивају промене у раду апарата за дисање. Може се рећи да тај апарат „говори“ и без производње гласа. Познате су свакоме промене дисања изазване психичким појавама: уздисање, јецање, хукање, промене брзине и дубине дисања, нагло удисање изазвано страхом итд. Сам начин дисања нас обавештава у неколико о психичком стању појединаца. И други органи, нарочито срце, подлежу утицају психичких појава, али не испољавају у тој мери те појаве као апарат за дисање, јер нису као овај у непосредној вези са спољашњом средином. Затим, апарат за дисање, осим горњих преимућстава има и то што располаже ваздушном масом коју може потискивати напоље из еластичних кеса (плућа) на узану цев (душник). То је управо најподеснија направа у физици за производњу звука.

Гласне
жице.

Најважнији део апарата за производњу гласа јесте гркљан. За унутрашњи предњи угао тироидне рскавице (чији је предњи део „Адамова јабука“), причвршћени су мембрански набори, гласне жице, две на броју, које су другим својим крајем привезане на задњем делу гркљана за две мале помичне рскавице, аритеноидне рскавице, које својим кретањем раскречују више или мање гласне жице, које према томе граде једно више или мање отворено V. Отвор између гласних жица зове се гласница. Приљубљивањем гласних жица једне уз друге гласница се затвара, то се збива при мишићноме напрезању или напору. Тада се врши дубоко удисање па се гласница затвори а мишићи трбушнога зида и други мишићи издисања контрахују се као при активноме издисању. На тај начин грудни кош постаје једрији и даје бољега ослоња мишићима који су на њему причвршћени.

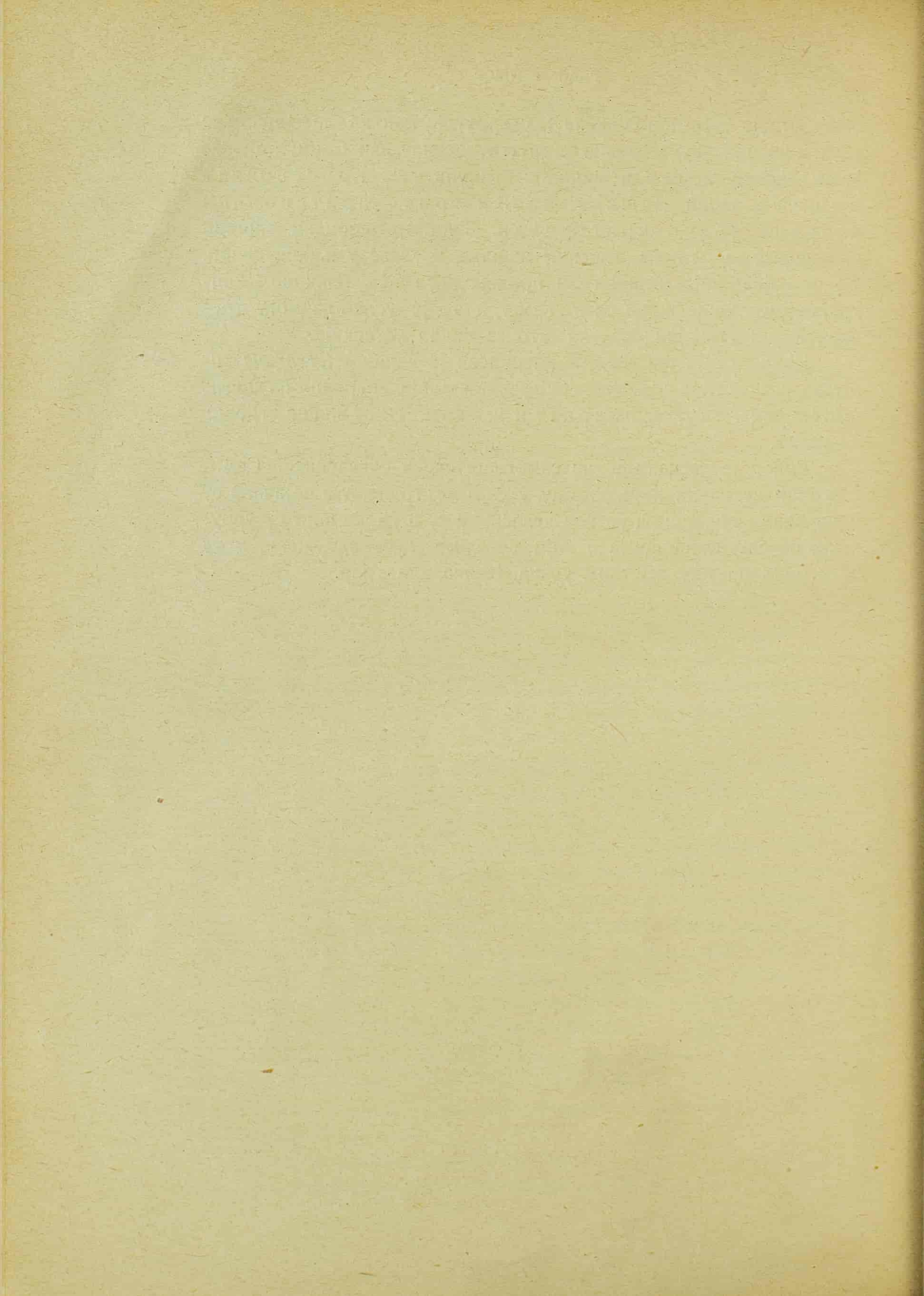
Дејством неколиких мишића, гласне жице се могу приближавати једна другој и затезати. Да би звук постао, гласне

жице морају бити приближене једна другој, тако да гласница буде уска, а висина звука зависи од затегнутости гласних жица. Сужавање гласнице врше ови мишићи: непарни ари-аритеноидни мишић и парни мишићи: задњи крико-аритеноидни и бочни крико-аритеноиди. Тиро-аритеноидни мишићи пак налазе се у самим гласним жицама и улазе у њихов склоп. То су најважнији мишићи за производњу гласа. Њиховом контракцијом гласне жице се затежу, а то је услов да могу треперити под утицајем ваздуха што га плућа истискују.

Крико-тироидни мишић инервисан је живцем *laryngeus superior*, а све остале поменуте гркљанске мишиће инервише *laryngeus inferior* или *recurrens*, повратни живац. Ти су живци огранци вагусови.

Живци.

Говор је састављен из самогласника и сугласника. Самогласници су звуци који постају у самоме гркљану а појачани су шупљинама гркљана и уста. Сугласници су шумови који су удружени са самогласницима и који се само тако удружени могу чути. Они постају дејством усана, језика или грла.



ЖИВОТНИ ТОК

Зачетак организма. Растење. Старост. Болест. Смрт.

Иако су жива бића саграђена искључиво од хемијскога градива неорганске природе, иако физиолошке механизме снабдева енергија физичких појава, ипак жива бића не постају из мртве природе, већ постају само од себи сличних организама. Пастерови радови су утврдили да до данас није познато да би и најпростији организми могли бити самоникли, већ да сви организми постају од себи сличних родитеља.

Сексуални елементи.

Жива бића постају на тај начин што се од одраслога организма издвоји већи или мањи делић, који се затим развија у потпун организам. Махом су то нарочите организмове ћелије, којих има две врсте, мушке и женске, које се одвајају од организма, па спајањем мушког елемента са женским добива се мешовити елемент, оплођено јаје, које је подобно у повољним погодбама развијати се и дати потпун организам сличан својим родитељима.

Мушке елементе, сперматозое или семеглавце, производе жлезде тестиса, које носе мужјаци. Женке имају жлезде јајника, који дају женске елементе: овула или неоплођена јаја.

Изучавање постанка сексуалних елемената, њихово стапање, — оплођавање, — развитак јајета у потпун организам, не припада физиологији већ цитологији и ембриологији.

Семена течност.

Семеглавци се налазе у семеној течности или сперми, у ономе соку што га излучују мушки полни органи. Сперма је беличаста, млечна, слузава течност, особенога мириса. Садржи мимо семеглавце беланчевина, лецитина, разних соли, нарочито фосфата, једну азотну органску базу спермин и др. Те

састојке производе разни делови полног апарата: тестикула, простата, семене кесице, *Cowper*-ове жлезде. Семеглавци су покретни, хитри и многобројни. У човека их има око 60.000 у једном кубном милиметру семене течности.

Парење.

У многих морских и водених организама уопште (ехинодерми, рибе...), сперма је непосредно излучивана у спољашњу течну средину у којој семеглавци својим кретањима долазе у додир неоплођених јаја што су их женке снеле, те их оплођавају.

Ерекција и ејакулација.

У сувоземних животиња мужјаци избацују семену течност непосредно у женски полни орган, односно у његов улазни део, вагину или усмину. За тај чин парења мужјаци имају нарочит орган, пенис. Дилатацијом својих крвних судова, пенис добива потребну округлост да би могао продрети у вагину. У томе се састоји физиолошка појава ерекције или надизања. У многих виших животиња надизању доприноси кост која се налази у пенису (у пса на пример). Надизање као и избацивање семене течности, ејакулација, врши се рефлексним механизмом чије је средиште у слабинској кичменој мождини. Полазна је тачка тих рефлекса надраживање сензитивних живчаних влакана пенисових. Али у томе рефлексноме механизму, нарочито у производњи ерекције, од највеће су важности психички надражаји. На пр., изазивање појудних слика може произвести ерекцију; у многих животиња делује на исти начин мирис што га женке одају у доба парења. Психички утицаји друге врсте могу спречити ерекцију и бити јачи од свих периферијских надражаја. Ерекција се може изазвати и непосредним надраживањем поменутога средишта у слабинској мождини. Тај је центар надраживан крвљу у асфиксији: стога у смрти вешањем наступа често ерекција.

Избацивање семене течности, ејакулација, пропраћено је осећањем насладе нарочите врсте. То је један од најважнијих чинилаца по одржавање врсте, јер та обећана наслада узрок је са кога јединке приступају чину који води оплођавању.

У биљака и многих животиња, приближавање сексуалних елемената зајемчено је искључиво механичким, физичко-хемијским чиниоцима: ветар случајем преноси полен на жиг, слободни сексуални елементи мушки привучени су женском елементу под утицајем хемиотактизма, итд. У других организама потребно је да носиоци полних елемената приступе чину парења да би се ти елементи могли сусрести. На то их гони чинилац психичкога реда: нагон. У колико је психизам организмa виши у толико тај нагон има сложе-

нији карактер. Док се у животиња тај нагон указује просто нео-дољивом физиолошком радњом, у људске врсте он буди често најплеменитија осећања љубави, пожртвовања, подстрек је умним, нарочито уметничким производима. На тај начин читав један сложен и утанчан психизам у служби је, у човека, функције множења, тако да се физиолошка функција, која је у ствари узрок свим тим психичким појавама, указује само као неизбежна последица нечега вишега.

Сексуални нагон.

Женски сексуални елемент јесте овулум или неоплођено јаје. Овула постају у женским полним жлездама, оваријама или јајницима. У жене, од прилике сваких 28 дана јајник истисне по једно јаје. То је мехураста ћелија, непокретна, много крупнија од семеглавца, тако да је видљива голим оком. Истискивање јајета подудара се са неким другим појавама које се збивају у женском сексуалном органу и које сачињавају менструацију. Услед активнијега крвотока у материци, попрскају ситни крвни судови њени, слузокожа се љушти, и крв се излива напоље (100—200 грама). Томе се придружују и општи поремећаји живчани. Менструација траје 3—6 дана.

Овулација и менструација.

Ослобођено јаје доспева у Фалопове спроводнике. Ако је на путу од јајника ка материци наишло на семеглавце и ако је једним од њих оплођено, оно се припија за материчину слузокожу и развија се у зачетак. Ако није оплођено, разорава се и бива избачено напоље.

Семеглавци који су парењем унети у усмину (вагину) доспевају својом покретљивошћу у материцу и одатле у Фалопове спроводнике. Слуз усмине, која је алкална, делује на семеглавце хемиотактички негативно, т. ј. семеглавци се удаљују од ње, док слуз материчиног грлића и спроводника делује на сперматозое хемиотактички позитивно, т. ј. семеглавци се к њој управљају. Тиме би се објаснио правац кретања семеглаваца од усмине ка материци. Осим тога семеглавци имају особину, кад се ставе у течност која тече, да се крећу узводно; вели се да имају негативан реотактизам. Том њиховом особином би се објаснило да се они крећу уз спроводнике, од материце ка јајницима, јер трепљасте епителиум спроводника производи струјање слузи од јајника ка материци, што би изазвало пењање семеглаваца уз ту струју.

Кретање семеглаваца.

При ејакулацији, семена течност је избацивана, — контракцијом неколиких мишића, семених одводних цевчица и семених кесица, — извесном снагом, тако да може продрети у материцу.

То је утврђено бар у кобиле. У овна је пенис шиљаст и продире у грлић материце.

Поједини делови женског полног органа, нарочито клиторис или дражица, ступају у ерекцију, т. ј. постају једрији, под истим утицајима као и мушки органи. Тако исто наступа обилније лучење слузи у усмини које се може сматрати неком ејакулацијом. Али у сваком случају те појаве нису потребне за обављање парења и оплођавања, које се може вршити и кад је женка потпуно пасивна.

Секундарне сексуалне одлике.

Као што је свакоме познато, у већине животиња мужјаци и женке не разликују се једно од других само тиме што имају различне сексуалне жлезде већ и другим одликама као што су природно рухо (длака, перје), облик извесних делова тела, глас, нагони итд. То су секундарне сексуалне одлике. Оне највећим делом зависе од једне функције самих сексуалних жлезда. У врло младих организама секундарне сексуалне одлике не постоје још: немогуће је разликовати спол врло мале деце друкчије до разликом њихових сполних органа; по спољашњем изгледу, мушки пилићи се не разликују од женских, итд. Тек сазревањем сексуалних жлезда, секундарне сексуалне одлике постају истакнуте; то сексуално сазревање, пубертет, које наступа у дечака између 14—16 године, у девојке између 12—15 године, подудар се са појављивањем истакнутих секундарних сексуалних одлика („мутирање“ гласа, појављивање мушког длакавог система у мушкараца, развитак млечних жлезда у девојака итд.).

Вађењем мушких сексуалних жлезда, ушкопљавањем, спречава се развитак секундарних мушких сексуалних одлика. Ушкопљеници имају висок глас, ћосави су, имају много масног подкожног ткива, удови су дужи него иначе, јер епифизе костију доцније окоштавају. Ушкопљавање одраслих изазива повлачење секундарних сексуалних одлика. Вађење женских сексуалних жлезда делује на исти начин на секундарне сексуалне одлике.

Унутрашње лучење сексуалне жлезде.

То особено дејство сексуалних жлезда на цео организам састоји се у једноме унутрашњем лучењу тих жлезда. То доказује пре свега активност екстракта сексуалних жлезда. Убризгавање екстракта тестикула старцима повећава физичку и психичку моћ њихову (Brown-Séguard, 1889). Накалемљавањем тестикула ушкопљеним животињама изазива се појављивање одсутних сексуалних секундарних одлика. Пресађивањем мушких жлезда у женски организам и обратно, женке добивају мушке одлике а мужјаци женске одлике. Као год што панкреасно унутрашње лучење не производе исти хистолошки елементи који

дају његово спољашње лучење, тако и у сексуалним жлездама производња сексуалних елемената, сперматозоа и овула, и унутрашњег лучења припада различним хистолошким елементима. То доказује чињеница да се може на разне начине спречити производња сексуалних елемената а да се тиме не укине унутрашње лучење. На пример, Рентгенови зраци укидају производњу сперматозоа али се не посматрају у исто доба појаве које су у вези са укидањем унутрашњег лучења тестикула.

Оплођено јаје, ако се налази у повољним приликама, развија се у ембрио или зачетак па од овога постаје временом потпун организам сличан родитељима. Развијајући се од оплођенога јајета до савршенога организма, живо биће повећава своју масу и димензије: оно расте. Растење је општа биолошка појава. Према врсти организма оно се врши у врло различним размацама времена и достиже тако исто врло различне границе у простору. У сваком случају растење је најјаче у самоме почетку организмовог развитка: оплођено јаје удвостручује своју тежину у врло кратком размаку времена, новорођенчету треба 6 месеци да то учини, а шестомесечноме детету много више. Јачина растења опада дакле од самог зачећа док се не сведе на нулу у извесно доба живота.

Растење.

Зачетак махом није кадар одмах живети самосталним животом, нарочито што се тиче примања хране из спољашње средине. Стога налазимо у јајету хранљиве резерве које ће служити исхрани зачетка нарочито ако се његов развитак врши изван мајчинога организма. У многих организама зачетак се развија у материнском организму који га снабдева храном и кисеоником а узима на себе излучивање производа зачеткова функционисања. Између мајчине и зачеткове крви врше се у материци обостране размене. Не постоји непосредна веза између мајчина и зачеткова крвотока, већ се размене врше дифузијом између њихових крвних капилара који се налазе у непосредној близини онде где је зачетак причвршћен за мајчин организам. На тај начин зачетак прима храну и кисеоник из мајчине крви, а ова прима из крви свога плода мокраћне састојке и угљен-диоксид, које избацује напоље на своје бубреге и плућа. Почем не постоји непрекидност између мајчина и зачеткова крвотока, то мајчино срце није кадро одржавати крвоток у зачеткову организму већ то он сам чини функционисањем свога срца које почиње радити већ у почетку зачеткова развитка. Апарат за дисање пак, не ради док је год зачетак у мајчиноме организму, који, као што рекосмо, узима на себе обнављање његове крви у погледу гасова. Тек кад се

Односи мајке и зачетка.

млади организам одвоји од мајчиног, апарат за дисање почне радити. Прво удисање збива се одмах по рођењу.

Док се многи организми, чим дођу на свет, могу хранити храном своје средине, сисари то не могу учинити. Њима још неко доба матерински организам прибавља храну. То је м л е к о, хранљива течност коју луче нарочите жлезде: млечне жлезде.

Млеко је састављено из једне течности, лактопласме, у којој лебде микроскопске масне капљице у виду емулсије. Кад оставимо неко време млеко на миру, те се масне капљице сакупе на површини и дају с к о р у п. Стапањем масних млечних капљица добива се м а с л о. Масло је састављено поглавито од триолеина, тристеарина и трипалмитина, као и друга масна тела животињског порекла.

Млечна течност, лактопласма, јесте воден раствор минералних соли, беланчевина и млечнога шећера. Почем је млеко једина храна младога сисара, то у њему морају бити сви састојци потребни организму развоју. Млечне су соли: хлориди, фосфати и цитрати (калиумови, натриумови, калциумови и магнезиумови).

Млеко.

Млечне су беланчевине: лакталбумин, лактоглобулин и казеин. Ова је последња беланчевина најважнија: ње има у крављем млеку око 4% док првих двеју беланчевина скупа око 0,5%. Лакталбумин и лактоглоблин згрушавају се топлотом, док се казеин не згрушава. Казеин припада групи сложених беланчевина, псеудонуклеопротеида, (стр. 63). Дејством лаб-фермента казеиноген се цепа у две беланчевине, у параказеин и лактосерумпротеозу. Параказеин се згрушава и даје сир, док лактосерумпротеоза остаје растворена у сурутци. Једини угљени хидрат млека јесте млечни шећер или лактоза.

Лучење млека успоставља се тек по порођају. Функција млечних жлезда у вези је са функцијом сексуалних жлезда. Та веза није живчане природе, јер се у кучке млечно лучење успоставља и кад је леђна кичмена мождина разорена. Нема сумње да се и у овоме случају тиче хуморалне везе одржаване унутрашњим лучењем јајника. У вези с тим поменимо да аблација јајника у младих женки зауставља даљи развој млечних жлезда, и да се менструација не појављује док год траје дојење.

У току свога живота организам пролази кроз разне менае које се поред осталог одликују физиолошким стањем његовим. Већина физиолошких функција постепено се развијају, достижу

свој врхунац па почну опадати. Старост се одликује тим опадањем физиолошких функција.

Старост.

Организми живе ограничено време. Престанак живота јесте смрт. Узроци смрти различни су и многобројни: болести, механичке повреде, дејство отрова органских и минералних, итд. Међутим узроци смрти нису само такви чиниоци који јој дају карактер „несрећнога случаја“, па према томе и нечега теоријски избежнога; јер знамо да би смрт ипак наступила кад би се избегли сви чиниоци који нису неизбежно скопчани за живот. Физиолошка смрт је последица самога живота; самим тим што живи, организам припрема своју физиолошку смрт: живети значи умирати (Клод Бернар).

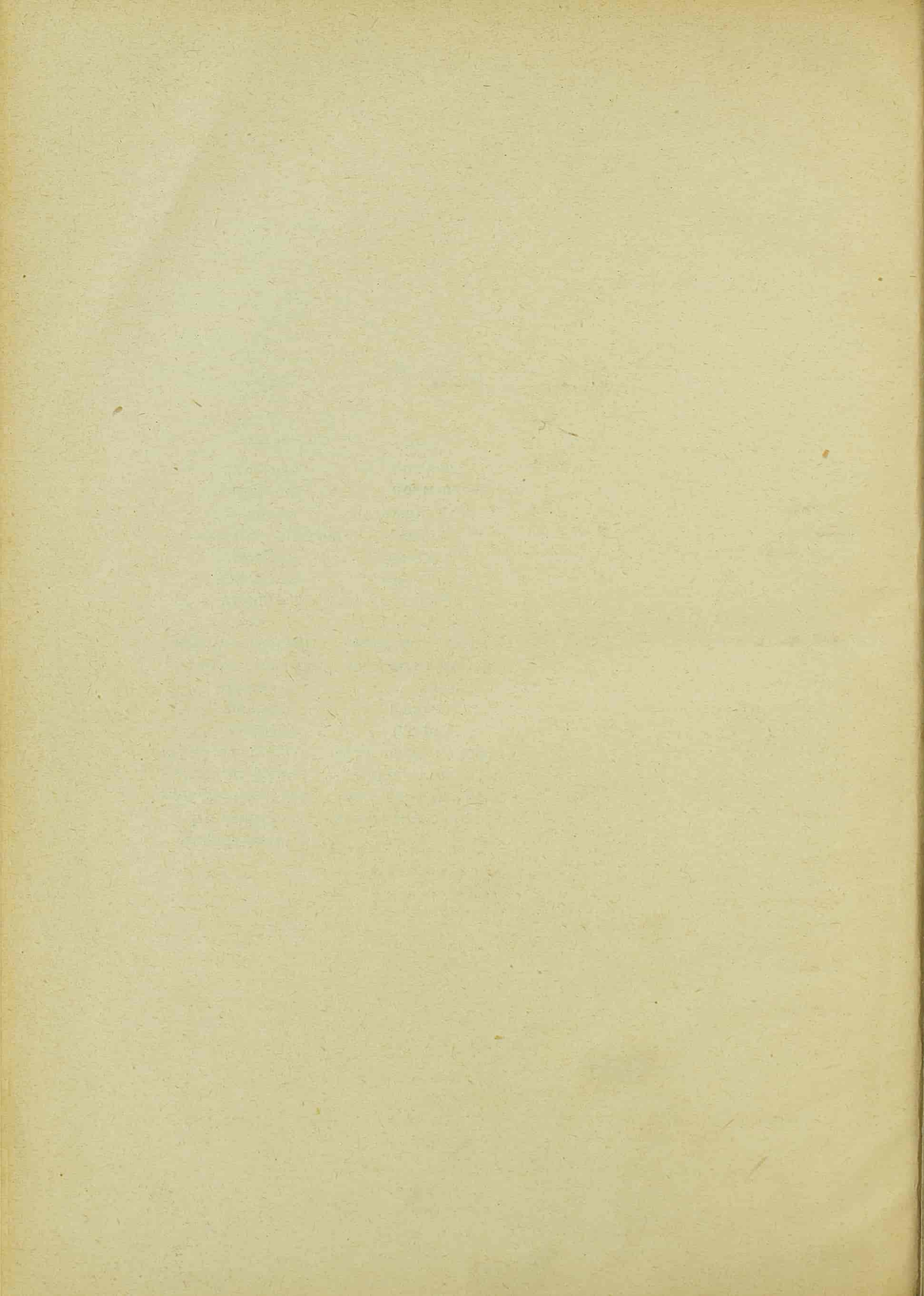
Смрт.

Престанком живота сматра се тренутак кад срце коначно престане радити. Али смрт самих ткива и органа наступа тек доцније, ткива дишу још неко време након престанка срчаног куцања, мишићи одговарају на надражаје, па и само срце, издвојено од организма, може се подстаћи на нова ритмична контрактовања. Организам не умре дакле тренутно већ изумире постепено. Престанак срчаног функционисања није права смрт, већ само укидање једне органске функције, — најважније, истина је, — које повлачи за собом и друге функције и изумирање органа и ткива.

Организми постају и развијају се утврђеним током за сваку врсту. Смрт, међутим, нема утврђен карактер и наступа у различним тренуцима живота. Ако се томе дода да је смрт, у човека и виших животиња бар, готово увек последица спољашњих теоријски избежних чинилаца, онда је разумљиво зашто се смрт, престанак живота, обично не сматра нечим природним и биолошким као зачетак живота.

И С П Р А В К Е

Страна	Ред	Стоји	Треба
29.	3. одоздо	навених	наведених
41.	3. „	сумпор	фосфор
65.	14. „	не садржи	садржи
80.	3. одозго	црева	апарата за варење
89.	20. одоздо	лактоза	лактаза
90.	17. „	сложено	сложенога
108.	8. „	важности	светлости
128.	6. „	C	S
206.	13. „	Први се зову артерије, други се зову вене.	Први се зову вене, други се зову артерије.
214.	20. „	питања	пићања
265.	2. „	сафеин	кафеин
336.	4. „	атропин укида утицај симпатичних живаца а не укида утицај парасимпатичних.	атропин не укида утицај симпатичних живаца а укида утицај парасимпатичних.



АЗБУЧНИ САДРЖАЈ

	Стр.		Стр.
А.			
Аграфија	328	Апсорбовање хране	281, 282
Аденин	60, 78, 121	Арабане	31, 36, 38
Адисонова бронзана болест	290	Арабиноза	31, 37
Адреналин	237, 289	Арахноида	301
Азот	6, 7, 75, 130, 188	Аргиназа	52, 92, 120
Азотна потреба	141	Аргинин	52, 77, 92, 120
Азотна равнотежа	134 и даље, 142	Аристотелов оглед	345
Азотни минимум	142	Арсен	7
Акомодовање	358, 359	Артерија пулмонална, в. плућна артерија	
Акролеин	40	Артерије	206, 207, 223, 225 и даље,
Акромегалија	290	Артериосклероза	226
Аланин	51	Асфиксија	237, 251
Албумин	47	Аспарагинска киселина	52
Албумозе	57, 92, 114	Астенија	290
Алвеоларни ваздух	246	Атропин	222, 279, 336
Алвеоле плућа	96, 241	Аутофагија в. аутолиза.	
Алдеҳиди	23	Аутолиза	117, 276
Алкохол	10, 68 – 69, 124 – 125	Афазија	328
Алкохолно врење	19		
Алкохолова моћ калорификовања	163	Б.	
Алуминиум	7	Бакар	7
Амандин	48	Бактерије жељезне	185
Амбларова наруквица	229	Бактерије које нитрификују	184
Амигдалин	37, 93	Бактерије сумпорне	184
Амилаза	88, 107, 268, 277	Бариум	7
Амино киселине	42, 49, 50 – 57, 91, 115, 117, 120, 141	Бела крвна зрнца, в. леукоцити	
Амониак	75, 78, 81, 120, 123	Бела маса	302
Анаеробни организми	186	Беланчевине	10, 42, ид. 114, 169
Анестезија	310	Белинијева цев	260
Антиподе оптичке	27	Бел-Мажандијев закон	315
Аорта	206	Бензалдеҳид	93
Апнеа	251	Бензоева киселина	77, 78, 281



	Стр.		Стр.
Беоњача	354	Винска киселина	27
Бери-бери	144	Виршунгов канал	277, 278, 287
Бертлотова бомба	154	Витамини	143 и даље
Бертранова реакција	54	Вителин	63
Бидерова ганглија	217	Вода	10—11, 71, 72, 102—104, 130
Биуретска реакција	46	Водоник	6, 7, 81
Билирубин	286	Водоников пероксид	94
Бјло	232	Врпчане ћелије	307
— вена	235		
Биљке без хлорофила	182	Г.	
Биљке са хлорофилом, в. хлоро- филна функција.		Галактаназа	89
Бинокуларни вид	366, 367	Галактане	31, 38, 89
Бовманова чаура	260	Галактоза	29, 31, 35, 37
Боје	363 и даље	Галванијев оглед	379, 380
Боје комплементарне	364	Гвожђе	7, 66
Бор	7	Гладовање	114, 129, 131, 132, 158
Браунова кретања	44	Glandulae sebaceae	73
Брдска болест	252	Глас	388
Бром	7	Глиадин	49
Бубна дупља	348	Гликоген	35, 38, 89, 108, 277, 287
Бубна опна	349, 351, 353	Гликогенска функција јетре	108, 287
Бубрег	259—265	Гликоза	28, 29, 30, 37, 93
Булбус, в. продужена мождина		Гликозамин	64
Бурдахов сноп	308 и даље	Гликозиди	37
		Гликокол	50, 51, 77, 78, 123, 124, 141, 286.
В.		Гликолиза	109, 200
Вагус, в. живац		Гликопротеиди	63 и даље 117
Вазодилататори	236, 237, 335	Гликохолат	124
Вазодилатација	221, 235	Гликохолска киселина	285
Вазоконстриктори	235, 236, 335	Глицемија	108, 286
Вазоконстрикција	235	Глицерин	38, 41
Вазомоторне појаве	175, 235, 335	Глицерофосфорна киселина	41
Валвуле срца	205	Глицил-глицил	56
Валвуле судова	207	Глобин	65, 117
Valvulae sigmoideae, в. сигмоидни залисци		Глобулин	47
Валерова дегенерација	297, 303	Глутаминска киселина	52
Валин	51	Глутен	49
Ванадиум	7	Глутеин	49
Веберов закон	338	Гмелинова реакција	286
Веберов компас	344	Гној	199
Vena cava, в. шупља вена		Гњурачко звоно	253
Вене	206, 207, 223 и даље	Говерсов сноп	306, 311
Вербална глухоћа	328	Говор	328, 387—389
Вербално слепило	328	Голов сноп	308 и даље
Вештачко дисање	250	Голцов рефлекс	222
Видно поље	257	Грудно дисање	250
Villi intestinales	281	Гуанилска киселина	62
		Гуанин	60, 121
		Густативни осећаји	345

	Стр.		Стр.
Д.			
Даятонизам	365	Енергија чисто физиолошка	161, 165 175.
Деградовање енергије	152	Ензими, в. ферменти.	
Декстрини	38, 88	Ентерокиназа	91
Дендрити	297	Енцефал	322, 325 и даље
Дефибринисана крв	203	Епендим	302
Диабетес	114	Ерекција	392
Диамино-киселине	52—53	Ерепсин	92, 114, 277
Диапедеза	199, 207	Еритропсин	362
Диастазе, в. ферменти		Еритроцити	194
Диастола	208	Естери	38
Диафрагма, в. пречага		Етилалкохол	124
Диглицериди фосфорни	41	Етилформиат	90
Дигитал	265	Ж.	
Дезаминазе	118	Жеђ	140
Дисање, в. плућно проветравање		Желатин	67, 91, 117
— кожно	74	Желудачни сок	270
Дисахариди	22, 32 и даље 37	Жлезде	283
Диспнеа	246, 251, 254	Живац абдуценс	322, 323
Дистеаролецитини	41	— акустични	320, 322, 323, 348
Диуретична тела	265	— вагус 220, 222, 275, 322, 323, 335, 389.	
Дифазична мишићна вариација .	381	— глософарингеус 320, 322, 324, 346	
Дихротизам	233	— ишијадикус	372
Допунска топлота	166 175	— лингуалис	346
Доушне жлезде в. паротидне жлезде		— олфактивни	323
Ductus choledocus	277	— окуломоторни	322, 323
Дужица	355	— оптички	322, 323
Дура матер	301	— патетични	322, 323
Е.		— спинални	322, 323
Евстахијева труба	348, 349	— тригеминус	320, 322, 323
Едестин	48	— фациални	322, 323
Ејакулација	392	— хипоглосус	322, 328
Екова фистула	119	Живот	1, 2
Екскрета	71 и даље	„Животни чвор“, в. центар дисања	
Еластин	67	Живци	298, 299, 382
Електротонус	382	— акцелераторни	220
Емболија	204	— депресорни	221
Емулсија	40	— кичмени	315 и даље
Емулсин	37, 93	— лобањски	322 и даље
Ендолимфа	349, 350, 353	— спланхници	221
Енергетска потрошња	157	Живчани инфлукс	382
Енергетски оброци	159—160	— систем	295, 296
Енергија	149 и даље, 189, 190	Жута мрља	357
Енергија више врсте	151 и даље	Жуч	111, 277, 278, 285
Енергија ниже врсте	151 и даље	З.	
Енергија основна биолошка . . .	165	Зачини	10, 69
Енергија мишићног рада	165	Залисци срца, в. валвуле срца.	
Енергија хемијска	153 и даље		

	Стр.		Стр.
Звуци срчани	214—215	Кардиограф	208, 215
Звука, осећаји	347 и даље	Кардиограм	210
Згрушавање крви, в. коагулација.		Карно-Клаузиусов принцип	151, 166
Зеин	49, 141	Каталаза	94
Зеница	355	Кафеин	10, 61, 69, 265
Зимаза	93	Квас	276
Зној	73, 174	Кератиди	67, 117
Зрачење топлоте	175	Кесица овална	350
И.			
„Изгубљено време“	376	Кесица округла	350
Издисање	242, 243	Кетони	23
Излучивања, в. екскрета.		Кефир	69
Измеци	80 и даље	Кимограф	210
Изогликозија	161, 162, 170	Кинематограф	364
Изодинамија	161, 162	Кинична киселина	78
Изолеуцин	52	Кисеоник	6, 7, 10, 94
Изомери оптички	27	Кичмена мождина	301 и даље.
Изотонични раствор	15	Кларкеов стуб	306
Инверсија	32	Кластазе	88, 93—94
Инвертин	32, 89, 107, 277	Клупеин	58
Инвертован шећер	32	Коагулазе	88, 94
Индол	79, 82, 281	Коагулација	45, 202—204
Индоксилсумпорна киселина	79	Кобалт	7
Индуковане струје	374	Колаген	67
Индукциони апарат	374	Количник дисања	72
Инозинска киселина	63	Колоиди	13, 44
Интелигенција	327	Коморе срца	205
Инулаза	89	Коначнога стања принцип	155
Инулин	35, 38, 89	Конглутин	48
Ихтулин	63	Константа лучења урее	264
Ј.			
Јетра	35, 108, 119, 123, 285—288	Контракција срца	207, 212
Јод	7	Конуси	356, 362
Јодотирин	289	Конхиолин	67
Јунг-Хелмхолцова теорија	365	Корени кичмених живаца	302
К.			
Казеин	48, 92, 396	Корилин	48
Калиум-миронат	37, 93	Коронарне артерије	217
Калориметрија непосредна	156, 157	Кортијев орган	352, 353
Калориметрија посредна	156	Ко-ферменти	87
Калорификовање	163, 176	Коштице слушне	349, 353
Калциум	6, 7	Крв	101, 194—204
Калциумове соли	203	Крвне плочице, в. хематобласти.	
Капилари	207, 223, 225	Крвоток велики	214
Капсицин	69	Крвоток мали	214
Карбамид	74	Креатин	77, 123
Карбоксихемоглобин	198	Креатинин	77, 78, 123
		Кретинизам	289
		Криоскопија	16
		Кристаллоиди	13
		Ксантин	61, 78, 121
		Ксантопротеинска реакција	46

	Стр.		Стр.
Ксилане	89	Маногалактане	35
Ксилаза	31, 37	Маноза	29, 31, 35, 37
Ксилозане	36	Марејев добош	210, 211
Ксиланаза	89	Мариотов оглед	357
Курар	382	Масло	396
		Масне киселине	38
		Масне резерве	112, 132
		Маст 10, 38 42, 109, 110 и даље, 133	137, 169
		Медула облонгата, в. продужена	
		мождина	
		Мекониум	81, 280
		Менструација	393
		Метаболизам	83 и даље
		Метан	81
		Меркаптан	79
		Метилксантин	78
		Механичка теорија вида	363
		Миелин	297
		Мијонова реакција	54, 46
		Миелоцити	199
		Микроби	280
		Мимика	329
		Минерална тела као храна	10
		Миогена срчана теорија	379
		Миограм	373
		Миограф	372
		Миозин	48
		Миопиа	360
		Мириса, осећаји	347
		Мирозин	37, 93
		Митрална валвула	206
		Мишићи	371 о даље
		Мишићи ока	369
		Мишићна влакна	371
		Мишићна осетљивост	344
		Мишићни рад	166, 176
		Мишићни трзај	375
		Мишић срчани	371, 377
		Млеко	396
		Млеко женско	142
		Млечна киселина	109
		Мокраћа	74, 261
		Мокраћевина, в. уреа.	
		Мокрење	260
		Молибден	7
		Моноамино киселине	50—52
		Монобутирин	90
		Монобутириназа	90

Стр.

Стр.

Л.

М.

	Стр.		Стр.
Монокуларни вид	366	Оркана тинктура	40
Моносахариди 22, 23—31, 37, 107, 108		Орнитин	52, 92
Морфин	279	Осећаји	293
Моторни снопови, в. укрштени и неукрштени пирамидални сноп	325	Осмијска киселина	40
Моторни центри	326	Осмометар	13
Мрежњача	354, 355, 364	Основни снопови	307
Мукоиди	63	Очна течност	354
Мултиротација	27	Очне коморе	355, 357
Мускарин	279	Очно сочиво	354, 357, 358
Муцини	63, 268		
Н.			
Надбубрежне жлезде	289	Палмитинска киселина	39
Надражаји	293, 340, 341, 383	Панкреас	287—288
Надражљивост срчаног мишића	219	Панкреасни сок	111, 277, 278, 287
Накнадне слике	365	Парализа	310
Натриум	6, 7	Параказеин	396
Натриумгликохолат	285	Парануклеин	117
Натриумоксалат	203	Парануклеини, в. фосфопротеиди.	
Натриумтаурохолат	285	Парасимпатични живчани систем	
Натриумхлорид	80, 105, 261	335 и даље	
Негативан притисак 217, 247, 248, 249		Парење	392
Негативна вариација код мишића	381	Паротидне жлезде	268
Негативност повреде мишића	380	Пашонов осцилометар	230
Неукрштени пирамидални сноп	304	Пентозане	31, 36, 38
Неукрштени сноп малог мозга	306	Пентозе	23, 31, 37
Неурогена срчана теорија	379	Пепео	12
Неурон	296, 297	Пепсин	87, 90, 114, 270
Неуронска теорија	298	Пептони	57, 90, 92, 114, 115, 117
Неурофибрили	297	Перисталтична кретања	36, 279
Никотин	279, 334	Пероксидазе	94
Нуклеаза	117	Perspiratio insensibilis	73, 104
Нуклеиназа	116	Петенкоферова реакција	285
Нуклеинска киселина	59, 60	Пиа матер	301
Нуклеозиди	117	Пилокарпин	222
Нуклеопротеиди 59 и даље, 76, 116, 200		Пилорус	276
Нуклеотиди	116	Пирамиде	304
О.			
Овалбумин	48	Пиримидин	61
Овоглобулин	48	Пиримидинске базе	60, 61
Овомукоид	64	Пиролско једро	66
Озасони	24	Писање	328
Олеинска киселина	39	Пласма	200
Олово	7	Пласмолиза	15
Оксидазе	88, 93	Плеура, в. плућна марамица.	
Оксипротеинска киселина	78	Плеурални вакум, в. негативан при-	
Оксихемоглобин	65	тисак.	
Оптички слојеви	320, 325, 329	Плућна артерија	207
		Плућна марамица	242, 247
		Плућне вене	206
		Плућно испаравање	174
		Плућно проветравање	242

	Стр.
Пљувачка мешовита	268
Пљувачка подвиличне жлезде	236
Пљувачне жлезде	268
Пихумограф	250
Подагра	76
Подвиличне жлезде, в. субмаксил- не жлезде	
Подјезичне жлезде, в. сублингу- алне жлезде.	
Под четврте коморе	236, 287, 318
Поиклотерми	172
Поларизована светлост	24, 25
Полариметар	26
Полипептиди	56, 92
Полисахариди	22, 38
Полукружни канали	350, 353
Портни систем	261
Потенов апарат	196, 229
Праг лучења	263
Праг надраживања	373, 375
Презимари	177
Пресбиопија	360
Преткоморе срца	205
Пречага	243
Продужена мождина 317 и даље.	
Прозор, округли	349, 351
Прозор, овални	349, 851
Пролин	54, 141
Простетична група	59
Протамини	58, 92
Протеиди	59 и даље.
Протеини	43—59
Протеиди	66—66, 81, 91, 117
Протеозе	115
Протони	58
Профибринферменат	203
Пругаста тела	325, 330
Псеудонуклеопротеиди в. фосфо- протеиди.	
Психичко лучење	268, 274
Птиалин	107, 268
Пубертет	394
Пуж ушни	349, 350, 351, 352, 353
Пулс, в. било	
Punctum remotum	359
Punctum proximum	360
Пурин	122
Пуринске базе	78, 121, 123

	Стр.
Пурпур ретински	362
Пфлигеров закон	384

Р.

Рајлове траке	309
Rami communicantes	333
Рафиноза	37
Революција срчана	208, 212
Рен-Рајнетов апарат	127
Ремакова ганглија	217
Реобаза	385
Ретина, в. мрежњача.	
Рефлекс	295, 312—315
Рибе електричне	381
Рингеров раствор	16
Рогови кичмене мождине	302
Рожњача	355
Ротациона моћ	25
Рубидиум	7

С.

Sacculus, в. кесица округла.	
Сагоревање 99 и даље, 113, 158, 186	
Саке	69
Салицин	37, 93
Салмин	58
Сан	298
Сапонификовање	39, 111
Сапун	39
Сахароза	32, 37, 89, 277
Светлосни осећаји	354 и даље.
Себум	73
Секретин	278
Секреторни живци	268
Сексуалне секундарне одлике	394
Сексуални елементи	391
Сексуални нагон	393
Семипермеабилне мембране	14
Сенситивни снопови	325, 326
Сенситивни центри	326
Сенситивно-моторно поље мож- дане коре	329
Серин	52
Серум	200, 201, 202
Серумалбумин	200, 48
Серумглобулин	200, 48
Сива маса	302
Сигмоидни залисци	206
Силициум	7
Симпатични систем	219, 333 и даље

	Стр.		Стр.
Синкопа	222	Таурохолска киселина	285, 286
Сирење крви, в. коагулација.		Температура	171 и даље
Сирингомиелитис	311	— крви	179
Систола	208	— ректума	179
Скатола	79, 82, 281	Теобромин	10, 61, 69
Скроб	38, 88, 89, 277	Теофилин	69
Скомбрин	58	Термоелектричне игле	179
Скоруп	396	Терморегулација	173
Слезина	290	Тетанос физиолошки	376
Слепа тачка	357	Тетрасахариди	22, 37
Слузна киселина	31	Тимин	62
Соли минералне	104—107, 140	Тирков сноп, в. неукрштени пи- рамидални.	
Смрт	397	Тирозин	54, 91
Сонде срчане	210	Тирозиназа	54, 93
Спиналне ганглије	308	Тироидне жлезде	288
Специфична моћ обртања	26	Топлокрвне животиње, в. хомео- терми.	
Спермин	381	Топлота	171
Спланхникус	275	Топлотна топографија	178
Спонгин	67	Топлотни осећаји	344
Стурин	58	Трбушно дисање	250
Сребро	7	Триглицериди	39
Средишња јамица	357	Трикуспидна валвула	206
Срце	205—223	Трипсин	91, 114, 277
Срчани одмор	379	Триптаза	276
Срчано тело	354, 357	Триптофан	54, 79, 91
Стахиоза	37	Трисахариди	22, 37
Станиусове везе	218	Тројна храна	38, 42
Старост	397	Тургор	15
Стеаринска киселина	39		
Стереоскоп	368	У.	
Строма	194	Удар срчани	215
Стронциум	7	Удисање	242 243
Сублингуалне жлезде	268	Угљендиоксид	71, 72, 202
Субмаксиларне жлезде	268	Угљени хидрати 10, 22—38, 60, 62, 107, 109, 110, 124, 133, 139, 167, 168, 169	
Судовњача	355	Угљеник	6, 7
Сулфоцијаниди	79	Угљенмоноксид	198
Сумпор	6, 7, 78—80	Ухо спољашње	348
— естерски	79	Ухо средње	348, 349
— неоргански	79	Ухо унутрашње	349 и даље
— неутрални	73	Укрштени крвоток	256
Сумпор-водоник	81	Урацил	62
Суспензије	44	Урати	75
Сферна аберација	362	Уреа 52, 74—75, 78, 92, 119, 120, 122, 130, 261	
Сфигмограф	233	Уреаза	92
Т.			
Табес	311		
Тактилни осећаји	343—345		
Таурин	80, 286		

	Стр.
Уретера	260
Уретра	260
Уриказа	122
Урска киселина 61, 75, 78, 121 и даље	
Ушна шкољка	348
Utriculus в. кесица овална.	

Ф.

Фагоцитоза	200
Фазеолин	48
Фелингова течност	24
Фенилаланин	53, 78
Фенилпропионска киселина	78
Фенилхидразин	78
Фенол	82
Ферајнова цевчица	260—261
Ферменти 84 и даље	102, 200
Фехнеров закон	338
Фибрин	202
Фибрин-ферменат	94, 203
Фибриноген	48, 200, 202
Фиброин	67
Физиолошки раствор	16
Фиктиван обед	271, 273
Фистула желудачна	271
Фистула једњака	271
Фишерава метода естерификова- ња	50
Флехсигова метода	303
Флуор	7
Фосфати	80, 396
Фосфатиди	41
Фосфопротеиди 63, и даље	117
Фосфор	6, 7, 80
Фосфорна киселина	41, 60
Френикус	255
Фруктоза	29, 30, 35, 37

Х.

Хексозане	38
Хексозе	23, 29—31, 37
Хелмхолцова теорија акомодо- вања	358
Хематиметар	196
Хематин	65, 117
Хематобласти	200
Хематопорфирин	66
Хематоза	97, 98

	Стр.
Хемијско лучење	274
Хемин	66
Хемиплегија	310, 327
Хемоцианин	64
Хемодромометар	224
Хемоглобин 64 и даље	99, 117, 194, 286
Хемохромоген	65
Хемофилија	204
Хемолитични серум	195
Хемолиза	15, 195
Хемопирол	66, 286
Хндразон	24
Хидроциметна киселина	78
Хидролазе	88
Хидролиза	49
Хилифери	110, 111, 239, 281
Хилус	281
Химус	275
Хиперглицемија	287
Хиперметропија	361
Хипертоничан растор	15
Хипофиза	290
Хипоксантин	61, 121
Хипотоничан раствор	15
Хипурска киселина	77, 78, 123, 261
Хисов снап	379
Хистидин	54, 91
Хистони	58
Хистопептони	59
Хладнокрвне животиње в. поики- лотерми.	
Хлор	7, 80
Хлориди	80, 105, 261, 396
Хлорофил	66
Хлорофилна функција	5, 152
Хлороводонична киселина	89, 270, 271
Холалска киселина	286
Холестерин	42, 286
Холин	41
Хомеотерми	172, 177
Хордеин	49
Храна	9—10, 71, 150, 181
—, кретање у цреву	279
Хром	7
Хроматин	62
Хронаксија	385

	Стр.		Стр.
		Ц.	
Целулоза	36, 38, 81	Цревни сок	277, 278
Центар вида	327	Chorda tympani	268
Центар дусања	254		
Центар слуха	327	Ч.	
Цереброспинална течност	301	Чернингова теорија акомодовања	359
Цезиум	7	Четворна храна	42
Цериум	7	Чула	295, 337 и даље
Цијанводоник	93	Чулни органи	337, 338
Цилиарно тело	359	Чуло вида	354—369
Цилиндер-аксис	297	Чуло обоњања	347
Циметна киселина	78	Чуло слуха	347—354
Цинк	7	Чуло такнућа	343—345
Ционовни живци, в. <i>nervi depressorii</i> .		Чуло укуса	345—346
Цистеин	53		
Цистин	53	Ш.	
Цитазе	89	Швајцеров раствор	36
Цитозин	62	Шванова опна	297
Цитрати	396	Шећерна болест, в. диабетес.	
<i>Corypha quadrigemina</i>	330	Штапићи	356, 362
Црвена крвна зрна, в. еритроцити.		Шупље вене	206, 223

