

FIZYOLOGIA
WIERZĄT SSĄCYCH
DOMOWYCH

NAPISAŁ

GUSTAW PIOTROWSKI, Dr. Med.

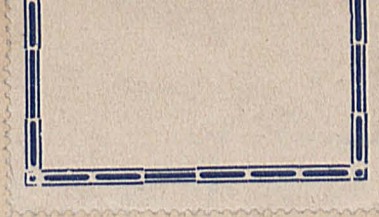
DOCENT FIZYOLOGII CZŁOWIEKA W UNIWERSYTECIE WE LWOWIE

ORAZ

DOCENT FIZYOLOGII ZWIERZĄT SSĄCYCH DOMOWYCH W KRAJOWEJ WYŻSZEJ
SZKOLE ROLNICZEJ W DUBLANACH



LWÓW
GUBRYNOWICZ I SCHMIDT
1895



FIZYOLOGIA
ZWIERZĄT SSĄCYCH DOMOWYCH.



DR

Nowsze wydawnictwa Księgarni Gubrynowicza i Schmidta

WE LWOWIE.

Zlr. ct.

Barański dr. Antoni. Chów koni, poprzedzony wykładem ogólnych zasad hodowli zwierząt gospodarskich. Z 21 rycinami najcenniejszych ras koni mianowicie krajowych, przez Juliusza Kossaka. 1883. (VIII, 360 str.) w Sec.	6 80
Biliński dr. L. System ekonomii społecznej. I. tom 1894 (V, 436 str.) II. tom opracował dr. Stanisław Głabiński, wydanie trzecie 1894, w Sec. (str. 695 i I—IV). Cena za dwa tomy	10 —
Feigel dr. Longin. Otrucie gazem tlenku węgla, a w szczególności gazem świetlnym.	1 20
— Podręcznik medycyny sądowej na podstawie dzieł prof. E. Hofmanna, Maschki i własnego doświadczenia, dla użytku uczniów Wydziału lekarski. i prawn., lekarzy i prawników, (z 7 drzeworytami). Lwów 1883, w Sec. IV.	4 —
Kadyj dr. Henr. O potrzebie zasadniczej reformy studyów weteryn. — Organizacya komórki. Krytyczny pogląd na nowsze badania o składnikach komórek i ostat. morfolog. składnikach ustrojów. 1892.	— 60
— Über die Blutgefässe des menschl. Rückenmarks. Nach e. im XV Bde der Denkschriften der math.-naturw. Classe der Akademie der Wissenschaften in Krakau ersch. Monographie. (Mit 10 chromolithogr. Taf.) gr. 4 ^o	10 60
— O naczyniach krwionośnych rdzenia pacierzowego ludzkiego, na podstawie własnych badań, wykonanych w instytucie anatomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego. (Odbitka z tomu XV Pamiętnika Wydziału matem.-przyrodn. Akademii Umiej.) z tablicami chromolitografowanymi.	8 —
Kalendarz lekarski 1887—91. (à ca. 270 str. i kilka arkuszy do notow.) w 16ce.	1 60
Kretowicz Paweł. Kucie koni, opracował *** lekarz weterynaryi, nauczyciel teoretycznego i praktycznego kucia w c. k. szkole weterynaryi i szkole kucia. Z 40 rycin w tekście.	1 50
Królikowski prof. Stan. Bibliografia polska weterynaryi i hodowli zwierząt.	1 20
— Nauka o zachowaniu zdrowia zwierząt domowych, z 50 rycinami w tekście (w druku).	
— Kilka słów o polskich zakładach weterynar. naukowych w pierwszej połowie bieżącego stulecia.	— 45
— Obecny stan wiedzy naszej o tuberkulinie, jako środka rozpoznawczym dla gruźlicy bydła rogatego.	— 30
Madeyski prof. Edw. Dyetyka dzieci, oparta na wskazówkach przyrody. Przewodnik w zdrowem pielęgnowaniu dzieci od przyjścia na świat aż do dojrzenia. 1893.	2 —
Patzig G. C. Prakt. rządca ekonom., według wymagań tegoczesnych, podręcznik prakt. pouczający dla właścicieli dóbr, dzierżawców, rządców i t. d. podług 10. niem. wyd. do potrzeb krajowych zastosował A Świeżawski 2 tomy.	4 60
Przewodnik dla leśniczych. Zbiór wiadomości z gospodarstwa lasowego i odnośnych nauk pomocniczych, dla użytku właścicieli lasów i poświęcających się zawodowi leśnemu. 2 tomy. Wyd. II. znacznie pomn. i przerobione. 1886. w Sec.	6 40
Szpilmann dr. J. Wady mleka. Odbitka z Przeglądu weterynar. r. 1888, T. III. Lwów 1889. (45 str.) w Sec.	— 50
— Pierwsza pomoc przy otruciach.	— 40
Żuliński dr. Tad. Kilka słów w sprawie higienicznej reformy szkół. Kraków.	— 50
— O higienicznym znaczeniu nauki śpiewu.	— 30

FIZYOLOGIA
ZWIERZĄT SSĄCYCH
DOMOWYCH

NAPISAŁ

GUSTAW PIOTROWSKI, Dr. Med.

DOCENT FIZYOLOGII CZŁOWIEKA W UNIWERSYTECIE WE LWOWIE

ORAZ

DOCENT FIZYOLOGII ZWIERZĄT SSĄCYCH DOMOWYCH W KRAJOWEJ WYŻSZEJ
SZKOLE ROLNICZEJ W DUBLANACH

LWÓW
GUBRYNOWICZ I SCHMIDT
1895



60084



Do napisania niniejszej książeczki skłonił mnie zupełny brak podręcznika fizyologii zwierząt domowych. Podręczniki w obcych językach napisane są bądź to za obszerne, bądź też już przestarzałe i dla uczniów nie władających dostatecznie tymi językami niedostępne, cenne zaś dzieło prof. Cybulskiego p. t. »Fizyologia człowieka« również jest za obszerne a nadto, jak sam tytuł wskazuje, odnosi się wyłącznie do człowieka. Książeczkę moją napisałem głównie dla uczniów Wyższej Szkoły Rolniczej w Dublanach a jest ona rozszerzeniem mego artykułu pod tym samym tytułem, wydrukowanego w warszawskiej Encyklopedyi Rolniczej; sądzę jednak, że przydatną być może i dla uczniów weterynaryi, którzy mogą sobie podług wykładów uzupełnić działy pobieżniej traktowane. Szczupły, z góry zaznaczony rozmiar, skłonił mnie do opuszczenia zupełnego podstawowych kwestyj z dziedziny anatomii, fizyki i ogólnej chemii, które w wykładach moich

obszernie dosyć uwzględniam. Z tego samego powodu opuściłem w zupełności historię rozwoju zarodka, czyli embryologię, tworzącą zresztą odrębny dział. Z poszczególnych działów fizjologii opracowałem najobszerniej czynności odżywcze, jako najważniejsze dla hodowcy. Oczywiście, że chcąc się utrzymać w odpowiednim poziomie, musiałem zaniechać roztrząsania rozmaitych zapatrywań i teoryj, wyrzec się swych indywidualnych poglądów, a podawać tylko najogólniej przyjęte i uznane fakty. Miałem więc do czynienia z wieloma trudnościami. O wiele łatwiej przychodzi pisać odpowiednią rzecz dla uczniów posiadających wykształcenie uniwersyteckie, aniżeli w tym razie, gdzie się trzeba liczyć z niższym wykształceniem w naukach przygotowawczych dla fizjologii. Wielką trudność sprawia też szczupły rozmiar książeczki. Trafnie to ocenił jeden z publicystów francuskich, od którego żądano w rychłym terminie, krótkiego artykułu: »Dłuższy mogę napisać, na krótki za mało czasu.« Proszę więc o uwzględnienie tych trudności, pobłażliwość i wyrozumiałość dla usterek, jakie się mogą znaleźć w niniejszej książeczce.

Wydanie dzieła niniejszego, uskutecznione kosztem Wysokiego Wydziału Krajowego.

Lwów, w marcu 1895.

Autor.

WAŻNIEJSZE BŁĘDY.

Str.	Wiersz	zamiast	powinno być.
6	7 od góry	warstwa	czerwona warstwa.
8	4 od dołu	widmie	w widmie.
9	4 » »	hematyna	hematyną.
10	7 » »	hemotoidyną	hematoidyną.
28	1 od góry	intnicia	intima.
28	14 » »	przeważna	przeważa.
28	4 od dołu	pokładzie	podkładzie.
29	8 » »	ulepiając	wlepiając.
29	8 » »	urze	urę.
31	9 od góry	manomatrem	manometrem.
36	7 » »	rurkach włosowatych	rurkach.
37	10 od dołu	wynosił	wynosi.
39	1 od góry	ruchomym	ruchowym.
40	11 o.d. dołu	którem	którym.
62	9 » »	własoości	własności.
93	17 od góry	cholestryna	cholesteryna.
96	14 » »	nie	nic.
104	1 » »	trawienia	odżywiania.
109	9 » »	troigrainem	trójgranicem.
120	5 » »	ciałka	białe ciała.
126	3 od dołu	wstrzymują	utrzymują.
127	15 » »	włosowatych	drobniejszych t. zw. <i>rete mirabile</i> .
128	15 » »	kanalikach	klębkach.
134	4 » »	w	u
173	5 » »	przepnące	krzepnące.
205	14 od góry	plamek	pałeczek.

ZADANIE I PODZIAŁ FIZYOLOGII.

Zadaniem fizjologii jest badanie i opisywanie objawów życia istot zdrowych, oraz wyszukiwanie przyczyn tychże objawów i zależności ich od siebie na drodze doświadczalnego badania i obserwacji.

Podział. Stosownie do podziału istot żyjących rozróżnia się fizjologię roślin i zwierząt. Ze względów praktycznych nadto opisuje się odrębnie fizjologię człowieka. Zadaniem naszym jest przedstawienie fizjologii wyższych zwierząt domowych ssących.

Rośliny wytwarzają z pojedynczych związków nieorganicznych organiczne, wysoko złożone jak np. białka, węglowodany, tłuszcze itd., dokonywują więc syntezy. Odbywa się to za pośrednictwem pewnych sił, a mianowicie czerpanych z promieni słonecznych, które, mówiąc językiem fizyków, zostają w wymienionych związkach uwięzione jako energia napięcia czyli potencjalna. Wprost przeciwne sprawy zachodzą w zwierzętach. Te przyjmują pokarmy z powyższymi związkami, a przerabiają je na znacznie niżej złożone, jak bezwodnik węglowy, wodę, amoniak (mocznik), przyczem energia napięcia zmienia się w energię ruchu, tj. kinetyczną, objawiającą się jako ciepło, praca mięśni itd. — Na zewnątrz objawiają się te różnice w ten sposób, że rośliny przyj-

mują bezwodnik węglowy, a wydzielają tlen, zwierzęta zaś przeciwnie, oddychają tlen a wydają bezwodnik węglowy.

Nowsze jednak badania wykazały, że jakkolwiek czynności opisane przeważają jedne u roślin, drugie u zwierząt, to jednak syntezę napotyka się też u zwierząt, podobnie jak rozkład u roślin, które więc także zdolne są do przemiany energii napięcia w energię ruchu, jakkolwiek w nieporównanie mniejszym stopniu aniżeli zwierzęta.

Podział szczegółowej fizjologii zwierząt. Z powyżej opisanych przyczyn zarzucono dawniejszy podział objawów życia zwierzęcego na czynności roślinne (wegetatywne) tj. takie, które i rośliny objawiają, i zwierzęce, właściwe tylko zwierzętom. Podział fizjologii nie jest ustalony i rozmaite podręczniki omawiają zjawiska życia w różnym porządku. My przyjmujemy podział na czynności służące do zachowania życia jednostki i czynności zachowujące przy życiu rodzaj.

Naukę o pierwszych dzielimy na: 1) fizjologię czynności odżywczych, czyli przemiany materii w najobszerniejszym znaczeniu; 2) fizjologię ciepła zwierzęcego; 3) fizjologię mięśni; 4) fizjologię układu nerwowego.

Nauka o drugich obejmuje fizjologię czynności rozrodczych.

CZYNNOŚCI ODŻYWCZE.

Ustrój zwierzęcy zużywa się ustawicznie w ciągu swego istnienia. Zwierzę zużywa rogi i kopyta, wypadają mu włosy, złuszcza się przyskórek, zużywają się gruczoły podczas czynności itd. Tkaniny te zużyte zostają wciąż odnawiane, tak, że ciało zachowuje swą równowagę. Nadto zwierzę młode, z początku małe, wzrasta, czyli przybywa mu tkanek do pewnego wieku. Tak w jednym jak i w drugim wypadku wytwarzają się tkanki z pokarmów przyjmowanych przez ustrój i przerabianych, a więc wskutek przemiany materii. Nie tylko jednak to zadanie spełnia przemiana materii. Zwierze wytwarza pewną ilość ciepła, porusza się, a więc wykonywa pracę mięśniową. W obu razach czerpie ono potrzebne do tego zasoby z pokarmów. Pokarmy przyjęte, czyli zjedzone nie wchodzą jako takie bezpośrednio w skład tkanin, ani też wytwarzają siły. Ulegają poprzednio w przewodzie pokarmowym pewnym zmianom pod wpływem trawienia, które stanowi pierwszą część przemiany materii. Pokarmy strawione zostają następnie wchłaniane i krążą wraz z krwią i limfą w tkaninach ustroju. W tkaninach zachodzą znów ważne zmiany przeważnie pod wpływem tlenu czerpanego przez oddychanie. Zmiany te noszą nazwę przemiany materii w ścisłym tego słowa znaczeniu. Część produktów przemiany materii

krażąc w ciele wytwarza pewne soki potrzebne ustrojowi, jak np. soki trawiące, część zaś zostaje jako bezużyteczna wydalona jak np. mocz. Tak jedna jak i druga czynność nazywa się wydzieleniem.

Odnośnie do powyższych stosunków dzieli się też i nauka o czynnościach odżywczych, lecz jakkolwiek ten podział zachowamy to jednak nie w tym porządku. Ze względów praktycznych omawiać je będziemy w następującym porządku:

- 1) Krew i limfa.
- 2) Krążenie krwi i limfy.
- 3) Oddychanie.
- 4) Trawienie.
- 5) Chłonicie.
- 6) Wydzielenie.
- 7) Przemiana materji.

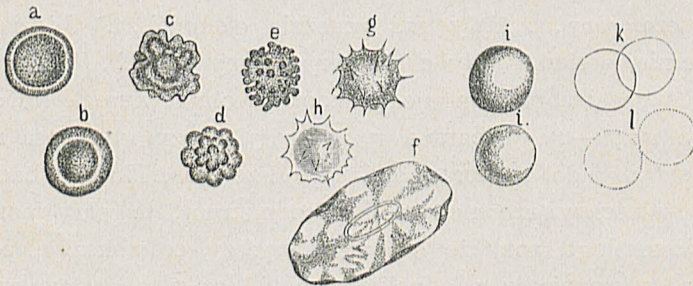
KREW.

Krew wypuszczona z ustroju zwierzęcego przedstawia się jako ciecz nieprzeźroczysta, czerwona, otrzymana z tętnicy jest żywo czerwona, z żyły zaś znacznie ciemniejsza. Oddziaływa alkalicznie, posiada mdły charakterystyczny zapach. Ciężar właściwy wynosi u cielęcia 1'043, konia, wołu i wieprza 1'060, jagnięcia 1'046—1'053, barana 1'050—1'058, kozy 1'042, psa 1'050, Jeśli się ma do rozporządzenia większe ilości krwi i bada jej ciężar właściwy areometrem i piknometrem, to przy pomocy tego ostatniego znajdzie się nieco wyższy, co wskazuje, że nie ma się do czymienia z jednolitą cieczą, lecz z zawiesiną, cząstki bowiem zawieszane nie wpływają na areometer, jedynie tylko ciecz, podczas gdy w piknometrze zostają równocześnie ważone. Zawiesiną nazywa się mieszanina cieczy z ciałami o jednakim lub prawie jednakim ciężarze właściwym. Jeśli ciężar właściwy cieczy równy jest ciężarowi ciał zawieszonych, wtedy te ostatnie utrzymują się w każdym miejscu cieczy w równowadze. Tego rodzaju zawiesiny nazywają się doskonałymi. Jeśli zaś cząstki zawieszane mają ciężar właściwy trochę niższy lub wyższy od cieczy, wtedy po dłuższym czasie podpływają ku górze, lub opadają na spód. Taka zawiesina nazywa się niedoskonałą. Oznaczanie ciężaru właściwego krwi wnioskować pozwala, nietylko

że krew jest zawiesiną, ale nadto, że niedokładną i to taką, której cząstki zawieszono mają ciężar właściwy nieco wyższy aniżeli ciecz. Stwierdza to również inne doświadczenie. Jeśli upuścimy z konia krwi do wysokiego cylindra szklanego i pozostawimy ją w zimnie w pokoju, to po pewnym czasie spostrzemy, że na spodzie cylindra utworzyła się szeroka warstwa, nad nią wąska biała, a po nad tem znajduje się płyn przezroczysty, żółtawo zabarwiony. Badanie mikroskopowe zapoznaje nas z ciałkami zawieszonymi w płynie we krwi. Ciałek tych rozróżniamy trzy rodzaje, mianowicie: ciałka czerwone, białe i płytki Bizzozera.

Ciałka czerwone zwierząt ssących (fig. 1.) przedstawiają się pod mikroskopem jako krążki, których środek jest nieco jaśniejszy.

Fig. 1.



Ciałka czerwone *a, b* prawidłowe, *c, d, e* kształtu morwy, *g, h* gwiazdkowate, *i, i* kuliste, *k* pozbawione barwika, *l* rusztowanie, *f* ciałko czerwone żaby pokurczone przez odciągnięcie wody.

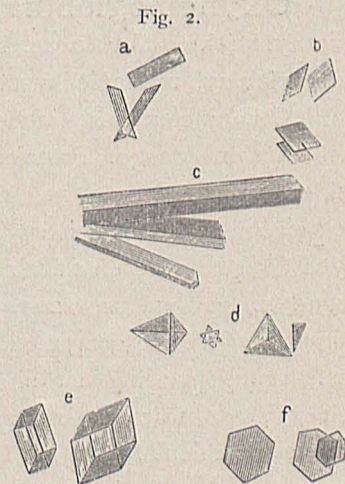
szy. W pewnym znów położeniu mają kształt biszkoptów, w środku są cieńsze, z obu końców grubsze. W pierwszym przypadku widziane są z góry na płask, w drugim zaś z boku. Są to więc krążki w środku zakłębnięte i stąd pod mikroskopem jaśniejsze. Jeśli ich jest więcej, np. jeżeli rozglądamy pod mikroskopem kropelkę krwi nierozcieńczonej, to układają się obok siebie płaskimi powierzchniami i wyglądają wtedy jakby rulony monet. Posiadają barwę zielonawo-żółtą, w grubszych zaś warstwach

czerwoną. Wielkość ich, tj. średnica krążka wynosi u konia 0'0058, bydła rogatego 0'0056, psa 0'0073, owcy 0'005, kozy 0'0046, świni 0'0060 milimetra. U zwierząt zimnokrwistych ciała czerwone posiadają kształt eliptyczny, największe zaś znajdują się u odmieńca (*proteus anguineus*), długość ich bowiem wynosi 0'0589, szerokość 0'0357 mm. Z pomiędzy zwierząt ssących, posiadają eliptyczne ciała czerwone wielbłąd, lama i alpaka, z zimnokrwistych zaś mają ciała okrągłe karpiorate (*cyprineae*).

Ilość czerwonych ciałek wynosi u wołu 5'073000, cielęcia 5'123000, kozy 9'00000—10'000000, świni 5'441000, psa 4'092000—5'644000, konia 6'500000—8'000000 wjednym milimetrze sześciennym. Jeżeli obliczymy wymiary i uwzględnimy sumę ciałek krwi w ustroju, to przekonamy się, że powierzchnia ich wynosi u konia pokaźną liczbę 17'350 metrów kwadratowych!

Ciała czerwone krwi zwierząt ssących nie posiadają ani jądra, ani osłonki, ptaków zaś i zwierząt zimnokrwistych mają jądro z jąderkami. Pod wpływem pewnych czynników, jak np. wysokiej ciepłoty, kwasów, soli zgęszczonych itd. zmieniają swe kształty, kurczą się, stają się nierówne, jakby ząbkowane. Można też doprowadzić do tego, że z ciała pozostanie masa bezbarwna, a osobno znajduje się barwik. Tę protoplasmatyczną bezbarwną pozostałość nazywa się rusztowaniem ciała (stroma).

Można otrzymać barwik odosobniony od rusztowania krwi w większej ilości i badać jego własności. Tak np. zamrażając i odmrażając krew kilkakrotnie wyłączymy z ciałek ten barwik czerwony, zwany hemoglobina (fig. 2). Można go otrzymać z łatwością, szczególnie



Kryształy hemoglobiny krwi *a*, *b* człowieka, *c* kota. *d* świnki morskiej, *e* homika, *f* wiewiórki.

z krwi niektórych zwierząt, jak konia, psa i morskiej świnki, w dużych rombicznych kryształach. Kryształy te nie rozpuszczają się ani w alkoholu, ani w eterze, bardzo zaś tylko trudno w wodzie. Skład ich chemiczny jest następujący :

Hemoglobina	C.	H.	N.	S.	Fe.	O.
Psa	53'85	7'32	16'17	0'39	0'43	21'84
Psa	54'57	7'22	16'38	0'568	0'336	20'93
Konia	54'87	6'97	17'31	0'650	0'470	19'73
Konia	51'15	6'76	17'94	0'390	0'335	23'43
Wolu	54'66	7'27	17'70	0'477	0'400	19'543
Świni	54'17	7'38	16'23	0'660	0'430	21'360
Świni	54'71	7'38	17'43	0'479	0'399	19'602

Hemoglobina jest to związek należący do rzędu białek, a mianowicie proteidów. Składa się z białka (globulina) i barwika czerwonego t. zw. hemochromogenu Hoppe-Seylera, zawierającego w swym składzie żelazo. Hemoglobina łączy się nadzwyczaj chciwie z tlenem w oxyhemoglobinę.

Oxyhemoglobina przedstawia się pod względem chemicznym jako słaby kwas. Rozpuszczalność jej podobna jest jak hemoglobiny, w stanie krystalicznym zaś łatwiej ją otrzymać.

Cechującym jest zachowanie się oxyhemoglobiny wobec widma słonecznego. Promień światła przechodząc przez pryzmat szklany rozkłada się na szereg barw tęczy, zwany widmem, w którym można widzieć wielką ilość smug ciemnych, tak zwanych linii Fraunhoffer'a. Pewne z nich, główniejsze, oznaczone są raz na zawsze w fizyce literami. Do badań takiego widma używa się przyrządów widmowych, czyli spektralnych. Jeśli promienie światła, nim się rozszczepią na widmo, przepuścimy przez warstwę roztworu hemoglobiny, to pochłonie ona pewne promienie, a w ich miejsce otrzymamy widmie zamiast barw ciemne smugi. Przy pewnem zgęszczeniu, mianowicie 0'8%, oxyhemoglobiny widzieć można tylko barwę pomarańczową i żółtą, oraz zieloną. W miarę rozcieńczenia zaś wyjaśniają się i inne

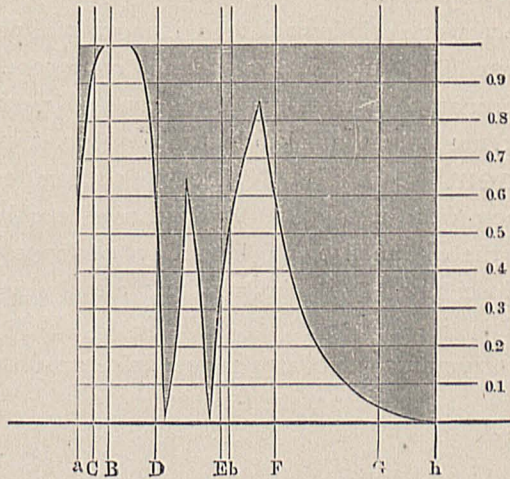
poła, tak że przy 0,18% oxyhemoglobiny widzieć można dokładnie całe widmo, tylko w polu żółtem i zielonym znajdują się dwie ciemne smugi, odpowiadające liniom

Fraunhoffora, nazwanym literami D. i E. Jeśli do roztworu takiego dodamy jakiegoś ciała odtleniającego, np. siarkanu żelazowego, to oxyhemoglobina utraci tlen, zamieni się w hemoglobinę, a zamiast dwóch smug otrzymamy jeszcze szeroką pomiędzy poprzednimi (fig. 3 i 4).

Tak pochłanianie tlenu, jak i smugi absorbcyjne hemoglobiny zależą od obecności barwika (*haemochromogen*), który się udało Hoppe-Seylerowi otrzymać w stanie krystalicznym. Barwik ten zmienia się nadzwyczaj łatwo, wobec tlenu w ciało zwane hematyna.

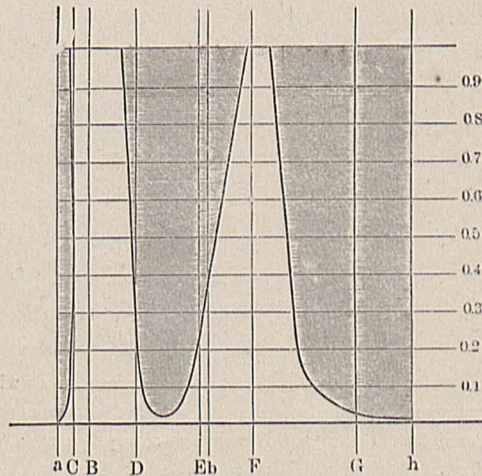
Hematyna $C_{32}H_{32}N_4FeO_4$ jest bezpostaciowa, brun-

Fig. 3.



Widma hemoglobiny w rozmaitem zagęszczeniu; procent jej wyrażają liczby umieszczone z boku.

Fig. 4.



Widma hemoglobiny.

tna, we wodzie, alkoholu, eterze i chloroformie nierozpuszczalna, nieco zaś tylko w kwasie octowym zlodowaciałym.

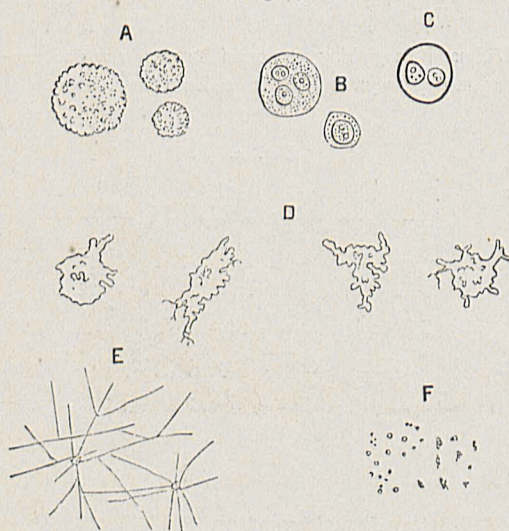
Jeżeli się do kropli krwi wysuszonej na szkiełku przedmiotowym doda trochę chlorku sodowego lub barowego i kwasu octowego zlodowaciałego i nagrzewa nad lampką spirytusową, wtedy można widzieć pod mikroskopem wytryskujące kryształki brunatne, przeważnie rombiczne. Kryształki te powstają z rozkładu hematyny, która utracą wodę, a pozostaje związek zwany **hemina** $C_{32} H_{30} N_4 Fe O_3$ poczem też łączy się z kwasem octowym i solnym, wydzielonym z chlorku sodowego. Nencki i Sieber analizowali kryształki podobne otrzymane w większej ilości przy działaniu alkoholu amyłowego i kwasu solnego. Nadają im wzór $(C_{32} H_{30} N_4 Fe O_3 HCl) C_5 H_{12} O$. Kryształki otrzymane w podany poprzednio sposób pod mikroskopem noszą

nazwę kryształków heminy lub Teichmanna. Można je otrzymać łatwo z nader małych śladów krwi, co ma doniosłe znaczenie przy wykrywaniu jej.

Wskutek dalszego rozkładu barwika krwi, np. w wybroczynach w ciele, utracą barwik żelazo i zmienia się w tak zwaną **hemotoidynę** identyczną, barwikiem żółci.

Oprócz tych składników zawierają czerwone ciała jeszcze inne rodzaje białek,

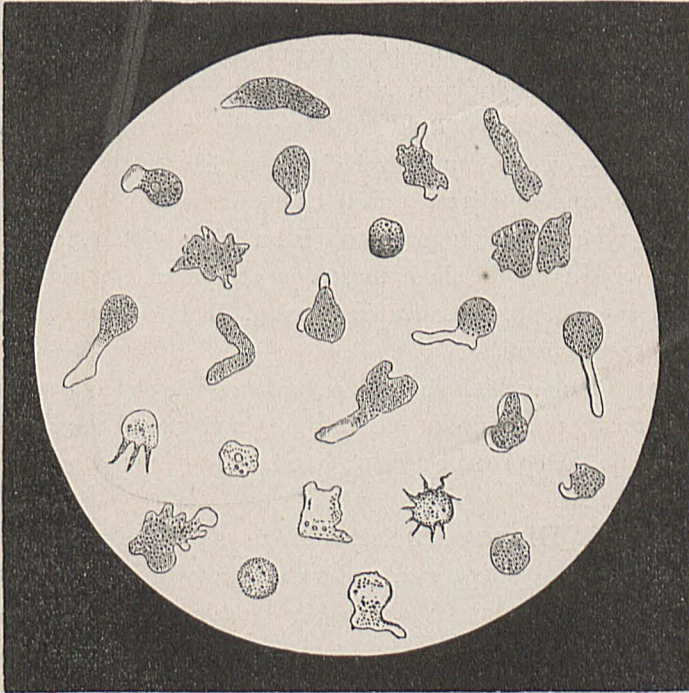
Fig. 5.



Białe ciała krwi. *A* człowieka, *B* ostro zarysowane z widocznymi jądrami po dodaniu wody, *C* to samo po dodaniu kw. octowego. *D* żaby w równych okresach ruchu amebowatego. *E* nitki włóknika, *F* ciała elementarne.

nadto lecytynę, cholesterynę, tłuszcz i sole nieorganiczne, przeważnie zaś sole potasowe, — sodowych jest albo mało tylko, albo nic zgoła, jak np. u świni i konia. Wyjątek stanowi bydło rogate, którego ciała krwi zawierają więcej sodu. W ciałkach czerwonych krwi psa znalazł Hoppe-Seyler hemoglobiny 865, białka 126, lecytyny 6'o, cholesteryny 4'o.

Fig. 6.



Białe ciała krwi człowieka w różnych okresach ruchu amebowatego.

Białe ciała krwi są okrągłe, bezbarwne, za dodaniem kwasu octowego wyjaśniają się i można w nich widzieć 1—4 jąder. Osłonki nie posiadają. Ciała te można utrzymać przy życiu w preparacie mikroskopowym jeśli się go nagrzewa do ciepłoty, jaką krew posiada w ustroju. Można wtedy widzieć jak zmieniają swój kształt (fig. 6), wydają z siebie wypustki, obejmują

i przyswajają sobie niemi drobne ciała napotymane po drodze np. karmin, pył węgla itd. Są to ruchy amebowate, podobne do tych, jakie okazują najniższe żyjące ustroje, zwane amebami. Ruchy te pozwalają im przenosić się z miejsca na miejsce i rzeczywiście można te ciała napotykać wśród rozmaitych tkanin ustroju, jako tak zwane komórki wędrujące. Ciała białe rozmnażają się przez podział. Jądro wydłuża się w nich, w środku tworzy się wysnurowanie, które się coraz więcej zacieśnia i w końcu przecina jądro, z którego dwa powstają. Także sama protoplazma ciałek zaczyna się zasnurowywać i całe ciało rozpada się na dwa, z których każde posiada jądro.

Białe ciała są większe aniżeli czerwone, u konia np. wynoszą 0'0054—0'0087 mm. Ilość ciałek tych w prawidłowym stanie jest znacznie mniejsza, aniżeli ciałek czerwonych, bowiem na 350—500 tych ostatnich przypada jedno ciało białe.

W większych ilościach można je otrzymać z krwi końskiej, w której tworzą przy osadzaniu wąską, białą warstwę po nad ciałkami czerwonymi.

Znaleziono w nich białko, mianowicie białko surowicze, następnie podobne do myozyny, nadto lecytynę, glikogen, cholesterynę, nukleinę, w końcu sole nieorganiczne.

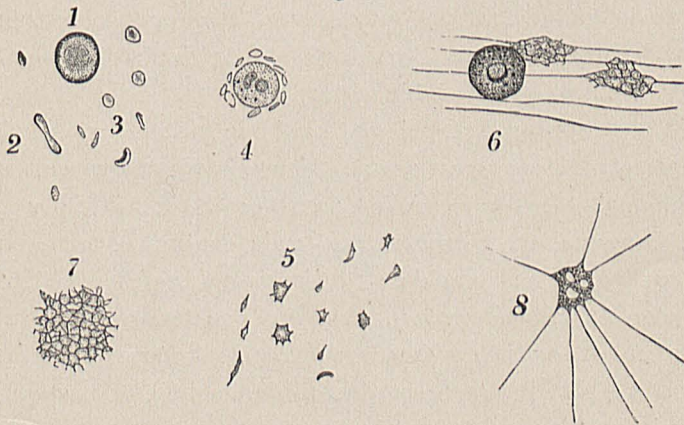
Płytki Bizzozera czyli hematoblasty Hayema (fig. 7) są to ciała eliptyczne, nader wrażliwe na wszelkie czynniki, ginące natychmiast, skoro się znajdą wśród nieprawidłowych stosunków. Są 2—3 razy mniejsze od czerwonych ciałek krwi. Ilość ich wynosi 180000—250000 w jednym milimetrze sześciennym. Niektórzy badacze przypisują im główną rolę w tworzeniu skrzepów, jednakże ani ta własność, ani też inne w ogóle nie zostały jeszcze dokładnie poznane.

Osocze krwi. Jeśli się krew końska oziębiona do 0° pozostawi w spokoju, wtedy ciała osadzają się na spodzie, a w górze pozostaje płyn, zwany osoczem krwi (*plasma*). Jestto ciecz jasno żółta, oddziaływująca alkalicznie, ciężar jej właściwy wy-

nosi u konia 1023. Zawiera ona składniki, które powodują krzepnięcie krwi.

Krzepnięcie krwi. Krew wypuszczona z ustroju krzepnie dość szybko, tj. zamienia się w galaretowatą masę, czerwono zabarwioną. Jeśli krew krzepnie powolniej nieco, jak np. końska i cięższe ciała czerwone krwi mają czas opaść, wtedy w skrzepie widzieć można dwie warstwy, mianowicie u spodu czerwoną, po nad nią zaś białawo żółtą, wskutek tego, że zawarte w niej są tylko białe ciała. Krzepnięciu można zapobiec, jeżeli się krew oziębia do 0° lub doda poczwórną ilość 25% roztworu siarkanu magnezowego. U konia krzepnie krew w 15—18 minut po wypuszczeniu, bydła rogatego 25—30, owcy i psa 5—8, królika 1—2.

Fig. 7.



Płytki krwi. 1 ciałko czerwone na płask, 2 także na kant, 3 płytki niezmienione, 4 ciałko białe otoczone płytkami, 5 płytki o różnych kształtach, 6 białe ciałko wraz z kupkami zbitych płytek i nitkami włóknika, 7 kupka zbitych płytek, 8 to samo z nitkami włóknika.

Krzepnięcie polega na wytwarzaniu się **włóknika**. Jeśli kroplę krwi umieścimy na szkiełku przedmiotowym, następnie przyłożymy cienkim szkiełkiem przykrywkowym i trzymamy czas pewien, np. 24 godzin w miejscu wilgotnym, a następnie przemywamy ostrożnie, wpuszczając po kropli wody destylowa-

nej pod szkiełko, to możemy w ten sposób wydalić wszystkie ciała krwi, a pod mikroskopem zobaczymy tylko delikatną siatkę, utworzoną jakby z cieniutkich nitek poplątanych ze sobą. Jestto siatka włóknika. Otrzymać go można w większej ilości bijąc świeżo wypuszczoną krew trzepaczką z drutów. Osadza się wtedy na niej włóknik, czerwono zabarwiony, który następnie przemywaniem wodą oswobodzić można z ciałek krwi, poczem jest on biały. Wytwarzanie się tego ciała sprawia krzepnięcie krwi.

Krzeptwienie przyspiesza zetknięcie się krwi z ciałami obcymi i ogrzanie do 50°C ., opóźnia zaś dodanie alkaliów, pewnych soli obojętnych, np. siarkanu magnezowego, chlorku sodowego, znaczniejsze ilości bezwodnika węglowego, wreszcie silniejsze oziębianie.

Ilość włóknika jest niewielka, wynosi zaledwie $0.17-0.40\%$, mimo to jednak wytwarza duży skrzep, ponieważ obejmuje swą siecią wszystkie składniki krwi, po pewnym dopiero czasie skrzep się kurczy i wyciska z siebie ciecz krwi.

Ważna sprawa krzepnięcia krwi nie została właściwie dotychczas stanowczo rozwiązana. Stosunkowo najwięcej rozpowszechnioną jest teoria Aleksandra Schmidta z Dorpatu. Otrzymał on z osocza trzy ciała białkowe, a mianowicie białko włóknikorodne (*fibrinogeniczne*), włóknikotwórcze (*fibrinoplastyczne*), czyli paraglobulinę, lub też gałczeń surowiczy (*sermuglobulin*), w końcu zaś ferment włóknikowy. Ciała te rozpuszczone osobno, a następnie razem zmieszane tworzą włóknik.

Białko włóknikorodne i włóknikotwórcze mają bardzo zbliżone do siebie własności chemiczne. Różnią się tylko nieco pod względem rozpuszczalności.

Ferment włóknikowy należy do rzędu enzymów, krzepnięcie więc krwi jest sprawą enzymową.

Wszystkie te trzy ciała znajdują się w osoczu krwi wypuszczonej z ustroju, a pochodzą według jednych badaczy z rozpadu białych ciałek, który występuje nader szybko, skoro one

opuszczą ustroj, według innych zaś główny udział w tem biorą płytki Bizzozera, niektórzy wreszcie przypisują także uczestnictwo czerwonom ciałkom krwi.

Hammarsten wykazał, że do wytworzenia się włóknika nie potrzeba tych wszystkich trzech ciał, — wystarcza białko włóknikoroadne i ferment.

Dlaczego krew nie krzepnie w ustroju, a dopiero po wypuszczeniu? Krew w ustroju znajduje się w ciągłym ruchu i posiada pewną dość wysoką ciepłotę. Otóż naśladowano te warunki po za ustrojem i przekonano się, że krew nie tylko krzepła, ale nawet wcześniej, gdy była utrzymywana w ruchu, oraz ogrzewana. Spostrzeżono jednak, że jeśli się podwiąże tętnicę z krwią i wytnie z ustroju, to krew pozostaje w niej długi czas płynną. Również nie krzepnie w wyciętem sercu żółwia. Jeśli jednak czy to w ustroju żywym, czy też po za nim nadwyręży się śródbłonek naczynia, wtedy od miejsca tego rozpoczyna się natychmiast krzepnienie krwi. Żywy więc śródbłonek ma własność zapobiegania krzepnieniu krwi, w jaki jednak sposób nie wiadomo.

Surowica krwi. Po wyłączeniu włóknika z osocza krwi powstaje płyn nie krzepnący, zwany surowicą. Jest to ciecz prawie bezbarwna, alkaliczna, ciężar jej właściwy wynosi u konia 1.025. W płynie tym znajdują się ciała białek, a mianowicie 3—5% białka surowiczego (*serum albumin*) krzepnącego przy 73°C., 2—4% gałczenia surowiczego, czyli paraglobuliny, krzepnącej przy 75°C., następnie małe ilości tłuszczów, cholesteryny, cukru gronowego, glikogenu, kreatyny, mocznika, wreszcie sole nieorganiczne, w których przeważa ilość chlorku sodowego.

Stosunek składników, badany w całości krwi, a więc w osoczu wraz z ciałkami krwi okazał się następujący.

S k ł a d	Pies	Koń	Wół	Ciele	Koza	Owca	Świnia
Woda	790'50	804'75	799'50	826'44	839'44	827'765	768'945
Ciepła	123'95	117'13	121'865	102'803	85'998	92'425	145'532
Białko	65'19	67'58	66'901	56'414	62'705	62'705	72'875
Włóknik	1'93	2'41	3'62	5'757	3'92	2'97	3'95
Tłuszcze	2'25	1'31	2'045	1'610	0'91	1'161	1'950
Fosforany alkal. .	0'730	0'844	0'468	0'957	0'402	0'395	1'362
Siarkany sodowy .	0'197	0'213	0'181	0'269	0'265	0'348	0'089
Węglany alkal. .	0'789	1'104	1'071	1'263	1'202	1'498	1'198
Chlorek sodu . .	4'490	4'659	4'321	4'864	5'186	4'895	4'287
Tlenek żelaza . .	0'714	0'786	0'731	0'631	0'641	0'589	0'782
Tlenek wapnia . .	0'07	0'107	0'098	0'130	0'110	0'107	0'085
Kw. fosforowy . .	0'208	0'123	0'123	0'109	0'129	0'113	0'206
Kw. siarkowy . .	0'013	0'026	0'018	0'018	0'023	0'044	0'041

Gazy krwi. Płyny pochłaniają pewną ilość gazów. Ilość ta co do ciężaru jest zależna od ciśnienia i od ciepłoty. Im większe ciśnienie, tem większa ilość gazów zostaje pochłonięta, odwrotnie zaś rzecz się ma z ciepłotą, w miarę bowiem wzrastania teje płyny przyjmują coraz to mniej gazów. Gazy zostają pochłaniane niezależnie jeden od drugiego, każdy odpowiednio

do ciśnienia pod jakim zostaje. Z tego wszystkiego można wyprowadzić wniosek, że jeżeli się ciśnienie zmniejszy do 0, wtedy wszystkie gazy zostaną z płynu usunięte. Tak też jest w istocie i tym właśnie sposobem, tj. umieszczaniem krwi w próżni, czyli wypompowywaniem otrzymano gazy zawarte w krwi. Do tego celu służą pompy rtęciowe, które można stworzyć najdoskonalszą próżnię. Krew wprowadza się do zbiornika szklanego, z którego wypompowano powietrze, a przy dalszem pompowaniu przechodzą gazy pod rtęcią do rurki szklanej kalibrowanej, tj. takiej, której objętość znamy i która jest dokładnie podzielona. W tej rurze następnie rozbiera się je za pomocą znanych metod gazometrycznych.

Tym sposobem znaleziono w krwi tętniczej:

Psa	57·9%	gazów,	tj.	19·8%	O,	1·9%	U,	37%	CO ₂
Kota	44·2 »	»	»	13·1 »	»	1·3 »	»	28·8 »	»
Barana	57·6 »	»	»	10·7 »	»	1·8 »	»	45·1 »	»
Królika	49·3 »	»	»	13·2 »	»	2·1 »	»	34·0 »	»

Krew żylna zawiera o 8·15% tlenu mniej, zaś 9·2% CO₂ więcej aniżeli tętnicza.

Przekonano się, że nie tylko gazy pochłonięte, lecz i słabo chemicznie związane zostają wydalone przez wypompowanie, a więc trzeba sobie zdać sprawę, w jakim stanie gazy te zawarte są w krwi.

Tlenu minimalne tylko ilości są pochłonięte przez osocze, prawie cała zaś ilość przypada na hemoglobinę, z którą jest słabo chemicznie połączony. Można go z krwi najdokładniej wypompować.

Bezwodnik węglowy można w zupełności wypompować z krwi, jakkolwiek jest w niej także chemicznie połączony. Z samego osocza nie można go w ten sposób otrzymać, dopiero za dodaniem kwasów, albo też czerwonych ciałek krwi. Ciałka więc czerwone mają wskutek zawartości hemoglobiny własność słabych kwasów i one to przyczyniają się do wyłączenia CO₂ z chemicznych związków krwi. Odnosi się to szczególnie do po-

łączonego jako węglan sodowy w osoczu. Druga część znajduje się tamże w dwuwęglanie sodowym, z którego można wprost przez wypompowanie otrzymać część CO_2 . Także i w ciałkach krwi czerwonych i białych znajduje się w związku chemicznym.

Azot jest w krwi tylko pochłonięty.

Ilość krwi. Ilości krwi nie można oznaczyć bezpośrednio przez wypuszczenie jej, gdyż zawsze pozostanie jej dużo w naczyniach włosowatych. Trzeba się uciekać do różnych złożonych sposobów. Ilość ta jest zmienna nawet u jednego i tego samego rodzaju zwierząt. Przeciętnie wynosi ona u konia $\frac{1}{18}$ ciężaru całego ciała, bydła rogatego $\frac{1}{30}$, małych przeżuwaczy $\frac{1}{25}$, psa $\frac{1}{15}$, kota $\frac{1}{28}$, królika $\frac{1}{32}$.

L I M F A.

Zadaniem krwi jest rozprowadzanie po wszystkich zakątkach ustroju materiałów odżywczych, a w pierwszym rzędzie tlenu. Krew dostaje się do naczyń włosowatych o cieniuichnych ściankach, w których znajduje się pod pewnem ciśnieniem, wskutek czego więc pewne składniki przechodzą do tkanek otaczających. Tutaj także odbywa się, jak to już z rozbiórów gazów krwi tętnicznej i żylniej wnosić można wymiana tlenu. Krew żylna mniej go znacznie zawiera, natomiast znacznie więcej bezwodnika węglowego. Tlen więc połączył się z węglem ciał organicznych, czyli utlenił je (spalił). To utlenienie odbywa się w samych tkalinach, a nie, jak dawniej sądzono, we krwi. Składniki krwi, które występują do tkanek, przenikają je i ułatwiają odżywianie, dostają się następnie do początków naczyń limfatycznych, jako to przestworów między tkaninowych, otwartych rurek, które są zakończeniami najdrobniejszych naczyń itd., stąd zaś do większych naczyń i całego układu chłoniczego czyli limfatycznego, wytwarzając ciecz, zwaną limfą. Limfę można otrzymać w większej ilości z przewodu piersiowego, wprowadzając weń rurkę i zbierając wypływającą zawartość. U zwierzęcia głodzonego wypływa czysta limfa, u nakarmionego zaś tłuszczem skład zmienia się, przybywa bowiem wielka ilość tłuszczu. Płyn nosi wtedy nazwę mlecz a (*chylus*).

Limfa jest przezroczysta, lekko opalizująca, oddziaływa alkalicznie. Ciężar jej właściwy wynosi 1'020—1'040. Krzepnie podobnie jak krew, lecz znacznie powolniej przyczem wytwarza się włóknik mniej zbity. Pod mikroskopem można w niej widzieć ciała z jądrami, identyczne z białymi ciałkami krwi. Ilość ich jest nader zmienna. Wynosi 8000—9000 w mm. sześć. Jeśli się bada limfę odpływającą ze śledziony, z gruczołu limfatycznego i w ogóle z narządów o budowie gruczołowej (*adenoidalnej*), to znajduje się w niej o wiele więcej ciałek białych, aniżeli w limfie dopływającej. Stąd się wnosi, że w narządach tych wytwarzają się białe ciała. W mleczu nadto znajdują się nader liczne kulki tłuszczu.

Limfa zawiera podobnie jak osocze krwi białkan surowiczny, gałczeń surowiczny, czyli paraglobulinę, białko włóknikoro-dne i ferment włóknikowy, następnie małe ilości cukru i mocznika, wreszcie sole nieorganiczne, takie same jak w osoczu.

Mlecz zawiera oprócz tych składników znaczną ilość tłuszczów.

Gazy. Limfa zawiera w 100 kubicznych ctm. 30—42 cm. sz. gazów. Z tego prawie wszystko przypada na CO₂, na O zaś tylko około 0'16, na N 0'93—1.63.

Podane tablice zawierają skład ilościowy limfy i mlecza podług Colina.

Skład limfy.

W 1000 częściach	Pies	Osiół	K o Ń		B y k		K r o w a	
woda	926'40	965'36	925'00	913'52	961'00	938'97	967'10	955'38
włóknik	4'20	1'20	3'30	0'08	2'50	2'05	1'40	2'20
białko i	61'00	27'59	58'36	77'26	27'50	50'90	22'29	34'76
ciała wy-								
ciągowe								
tłuszcz	—	śląd	—	0'68	—	0'40	0'61	0'24
sole	8'40	5'85	14'34	8'45	9'00	7'64	8'87	7'41

Skład mlecza z przewodu piersiowego.

W 1000 częściach	Koń żywny sianem	Byk przed przeżuwaniem	Byk ten sam po przeżuwaniu	Krowa żywna na lucerną i słomą	Krowa żywna na sianem i słomą	Byk żywny zwykłą paszą	Byk. Mlecz z kreski	Krowa. Mlecz z przewodu piersiowego
woda	963'51	950'89	929'71	962'21	951'24	968'29	996'51	964'00
włóknik	0'89	1'76	1'96	0'93	2'82	0'93	0'16	0'90
białko	26'84	39'74	59'64	26'48	38'84	20'57	3'04	28'00
tłuszcze	0'20	0'81	2'55	0'49	0'72	1'27	0'14	0'40
WSP BOL sole rozpuszczalne w alkoholu	3'90	2'47	2'50	1'92	2'77	8'94	—	6'70
sole rozpuszczalne w wodzie	4'64	4'33	3'61	7'97	3'59	—	—	—
mocznik	—	—	—	—	—	—	0'12	—

Skład limfy i mlecza zbieranych z tego samego zwierzęcia.

W 1000 częściach	O s i o ł		B y k		K r o w a		K r o w a	
	mlecz	limfa	mlecz	limfa	mlecz	limfa	mlecz	limfa
woda	902'37	965'36	929'71	938'97	962'21	967'10	951'24	955'38
włóknik	3'70	1'20	1'96	2'05	0'93	1'10	2'82	2'20
białko	50'81	27'50	59'64	50'90	26'48	22'29	38'84	34'76
tłuszcze	36'01	śląd	2'55	0'42	0'49	0'61	0'72	0'24
sole	7'11	5'85	6'12	7'63	9'89	8'87	6'36	7'41

KRAŻENIE.

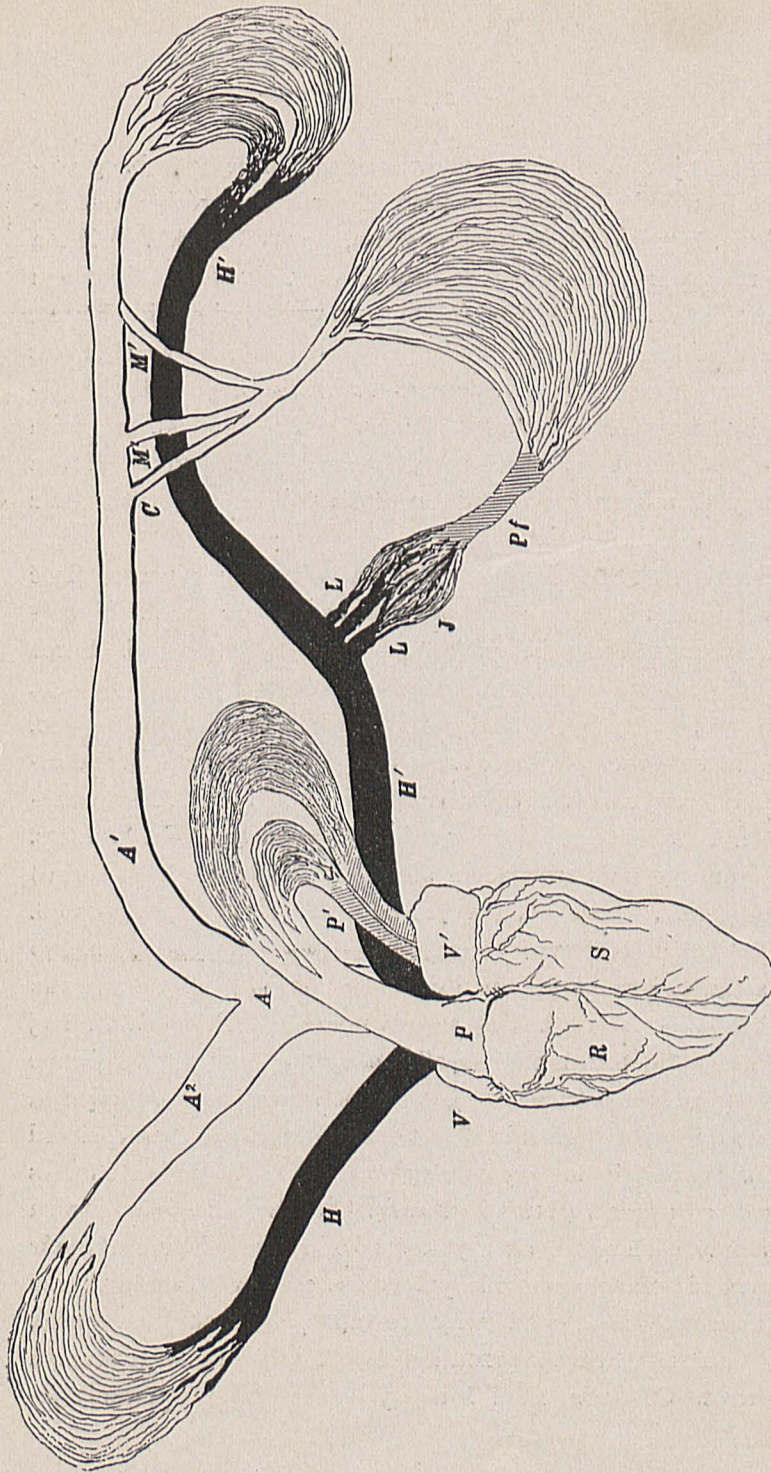
Obieg krwi. Krew krąży w zamkniętym układzie, w którego skład wchodzi serce, tętnice, naczynia włosowate i żyły. Krażenie to przedstawia się w ogólnych zarysach w następujący sposób: Serce dzieli się na dwie połowy, czyli jak się zazwyczaj nazywa na serce lewe i prawe. Każda z tych połów jest podzieloną na dwie części, mianowicie na komorę i przedsionek.

Krew wychodząc z lewej komory dostaje się do tętnicy głównej, stąd rozchodzi się po wszystkich tętnicach, a następnie przez naczynia włosowate przechodzi do żył, które zbiegają się w dwa pnie, zwane żyłami głównymi (*vena cava anterior et posterior*). Temi żyłami wlewa się do prawego przedsionka. Jestto krażenie wielkie.

Z prawego przedsionka dostaje się krew do prawej komory, stąd zaś tętnicą płucną do płuc, gdzie się rozgałęzia na najdrobniejsze naczynka, które się łączą w żyły płucne (*venae pulmonales*) i odprowadzają krew do lewego przedsionka. Ten obieg nazywa się krażeniem małym, czyli płucnym (fig. 8).

Oprócz tego rozróżnia się jeszcze krażenie żyły wrotnej, która zbiera krew żylną z trzewiów i doprowadza do wątroby, krew zaś po przejściu tejże żyłą wątrobową wlewa się do żyły głównej tylnej.

Fig. 8.



Szemat narządu do krążenia. *V'* przedsionek prawy, *V'* lewy. *R* komora prawa, *S* lewa. *A* wspólny pień tętnicy głównej. *A'* tętnica główna przednia, *A*² tętnica główna tylna. *C* *M* *M'* tętnice trzewiowe. *H* żyła główna przednia, *H'* tylna. *P**f* żyła wrotna, *I* jej naczynia włosowate w wątrobie, *L* *L'* żyły wątrobowe, *P* *P'* żyły płucne.

Serce jest to mięsień zbudowany przeważnie z odrębnego rodzaju włókien aniżeli wszystkie inne. Tworzą go krótkie a szerokie włókna, łączące się ze sobą w gęstą, powikłaną sieć. Włókna te są prążkowane, nie posiadają osłonki (*sarcolemma*). W środku leży duże jądro. Mięśnie rozwinięte są nader silnie w komorach, o wiele zaś słabiej w przedsionkach. Wewnątrz wyścielone jest serce błoną, zwaną śródsierdziem (*endocardium*), posiadającą podobną budowę jak i początki naczyń, tj. śródbłonek, pod nim warstwa włókien sprężystych, wreszcie mięśnie gładkie. Błona ta tworzy w miejscu połączenia przedsionków z komorami oraz początki tętnic, zastawki.

Bicie serca. Mięsień sercowy kurczy się pewną ilość razy w minucie. Kurczenie to nazywa się biciem serca. U większych zwierząt serce bije rzadziej, u mniejszych częściej. Serce ogiera bije 24—36 razy w minucie, wałacha lub klaczy 35—40, osła 40—50, bydła rogatego 40—60, kozy, owcy i świnii 60—80, psa i kota 80—100, królika 120—150. Ilość uderzeń serca zależy też od wieku i płci. U zwierząt młodych i samic serce częściej bije. Praca mięśni wzmagą liczbę uderzeń serca, tak np. u konia przy 5 min. trwającym stepie wynosiła (podług Colina) 55, przy 5 min. kłusie 88, przy galopie zaś 5 min. wzrosła do 98.

Obnażając serce zwierzęcia i badając je wprost okiem, lub też stosując pewne przyrządy graficzne, możemy widzieć, że nie wszystkie części serca kurczą się równocześnie. Najpierw i mniej silnie kurczą się przedsionki (*systole atriorum*), potem energicznie komory (*systole ventriculorum*), w końcu następuje spoczynek, podczas którego rozkurczają się tak komory, jak i przedsionki (*diastole*). Wszystkie te trzy okresy składają się na jeden okres czynności serca (*revolutio cordis*). Czas trwania tego okresu jest zmienny. Zależy on od szybkości bicia serca. Skurcz komór rozpoczyna się prawdopodobnie już wtedy, gdy przedsionki skurcz swój jeszcze kończą, oba więc te okresy zachodzą na siebie, zresztą podczas skurczu przedsionków komory są w rozkurczu i na odwrót. Chauveau i Marey oznaczali czas trwania je-

dnego okresu czynności serca na 1'1", z czego przypadało na skurcz przedsionków 0'15—0'20", na skurcz komór 0'44", zaś na pauzę 0'35—0'40".

Działanie serca. Serce jest jakby pompa ssąco tłocząca, która wprowadza krew do naczyń. Podczas skurczu komory lewej dostaje się krew wypchnięta z serca do tętnicy głównej, roztwierając sobie zastawki półksiężycowe, a przeciwnie zamykając zastawki żagłowe, jak to z anatomicznego ich ustawienia wypada. W skutek tego nie może się krew cofnąć do przedsionka lewego. Równocześnie prawa komora kurcząc się wprowadza krew do tętnicy płucnej. Zastawki odpowiednie działają tak samo jak w lewej połowie serca. Potem następuje rozkurcz komór, gdzie w skutek powracania sprężystego mięśnia do pierwotnego kształtu wytwarza się próżnia, a więc parcie ujemne, popierające czynność przedsionków. Pomiedzy przedsionkami a żyłami niema zastawek, któreby zamykały ich ujścia i zapobiegały cofaniu się krwi w czasie skurczu przedsionków, istnieją jednakże silne mięśnie okrężne przy początkach żył, które zewężają ich światło, kurcząc się razem z przedsionkami. Nie zamykają ich jednak całkowicie i krew żylna cofa się w części do głównych pni żylnych. Podczas rozkurczu przedsionków krew znowu zostaje niejako wessana do nich.

Mięśnie przedsionków są bezporównania słabsze aniżeli mięśnie komór a co za tem idzie i działanie ich. Przesionki zaś muszą wykonać pracę dość znaczną, bo wciągać duży słup krwi żylniej. Istnieją jednak okoliczności, które dopomagają przesionkom w tej czynności. Przedewszystkiem krew w żyłach zostaje pod pewnem ciśnieniem, które jest większe aniżeli ciśnienie w przesionkach, więc krew wskutek tego ma do tych ostatnich ułatwiony przyływ. Następnie oddychanie popiera krążenie żyłne.

Wpływ oddychania na krążenie. Klatka piersiowa stanowi przestrzeń szczelnie zamkniętą, a więc jeśli zmieni swą objętość, dajmy na to rozszerza się, wtedy powstałaby w niej próżnia, czyli parcie ujemne. Przy oddychaniu, gdy się

klatka piersiowa rozszerza, płuca sprężyste również rozduwiają się w skutek tego, przy wydechu zaś powracają do pierwotnego stanu na mocy swej sprężystości. Lecz i serce jako worek sprężysty nie może pozostać bez udziału w tej sprawie. Nawet skoro klatka piersiowa pozostaje w spoczynku, a co za tem idzie i płuca, to posiadają one wskutek swej sprężystości wpływ na serce, mianowicie usiłują je rozszerzyć. Oczywiście, że siła ta wzrasta bardzo, gdy się klatka piersiowa rozszerza a z nią i płuca, — czyli przy wdechu (*inspiration*). Równa się ona przy nasilonym wdechu ujemnemu ciśnieniu 30 mm. rtęci. Siła ta maleje nadzwyczaj przy wydechu, a przy średnim ustawieniu klatki piersiowej wynosi około — 7.5 mm. rtęci. Stosunki te wpływają przedewszystkiem na czynność przedsionków i głównych pni żylnych, gdzie jest muskulatura słabsza, a co za tem idzie podatniejsza, łatwo więc zrozumieć, że wdech popiera znacznie rozkurcz przedsionków i pni żylnych, wywierając na nie siłę ujemną, gdy przeciwnie upośledza skurcz.

Uderzenie serca. Jeśli się uważnie przypatruje klatce piersiowej zwierzęcia w okolicy piątego lub szóstego przestworu międzyżebrowego, można widzieć jakby wstrząśnienie i wypuklanie się tych przestworów równocześnie z biciem serca. Serce kurcząc się zmienia swój kształt ze stożkowatego na więcej kulisty, zmienia też nadto i położenie swoje, mianowicie skręca się od strony lewej ku prawej, przylega silnie do klatki piersiowej i wstrząsa nią. Wstrząśnienie to nazywa się uderzeniem serca. Uderzenie to wywołane jest u pewnych zwierząt dolną trzecią częścią serca przy małym współudziale samego końca, u innych zaś przeważnie samym końcem.

Tony serca. Przykładając słuchawkę w okolicy uderzenia serca zwierzęcia, można słyszeć wyraźnie dwa tony, następujące po sobie w krótkich odstępach czasu. Pierwszy z nich jest głuchy i dłuższy, drugi dźwięczny, krótki i wyraźny. Po obu tonach następuje dłuższa przerwa. Pierwszy ton można słyszeć na sercu obnażonem, nie pochodzi więc z uderzenia serca. Jeśli

się wprowadzi palec do wnętrza serca przez ujście żyłne i nie dopuszcza zamykania zastawek żagłowych, to i wtedy jeszcze powstaje ten ton jakkolwiek zmieniony, również nawet skoro serce jest zupełnie puste. A więc nie powstaje on wyłącznie ani wskutek zamykania zastawek żagłowych, ani wskutek tarcia krwi, lecz przez skurcz mięśnia sercowego, co w ogóle następuje podczas skurczów mięśni. Najprawdopodobniej jednak kombinuje się z nim działanie zastawek.

Drugi ton znika zupełnie skoro się krew wypuści. Spowodowany jest przez nagłe zamykanie zastawek półksiężycowych czy to w tętnicy głównej, czy też w płucnej przez krew, usiłującą wracać do serca.

Krażenie krwi w mięśniu sercowym. Każdy narząd aby mógł działać potrzebuje skądś czerpać odpowiednie zasoby, czyli musi się odżywiać. To samo odnosi się oczywiście i do serca. Materiał odżywczy dowozi mu krew. Mięsień sercowy zaopatrują tętnice wieńcowe, (*arteriae coronariae*), odchodzące od tętnicy głównej, przy samym prawie początku. Twierdzono poprzednio, że tętnice te napełniają się krwią dopiero podczas rozkurczu, podczas skurczu bowiem zamykają ich otwory zastawki półksiężycowe. Nie zawsze jednak sięgają te zastawki tak daleko. Czasem nie zakrywają zupełnie tych otworów, czasem zaś tylko w części. Badania zapomocą kimografu udowodniły, że tętnice wieńcowe tętnią równocześnie z dogłowem, a więc równocześnie też musi krew do nich wpływać.

Serce bije czas jakiś jeszcze po śmierci zwierzęcia. U zimnokrwistych, jak żaby, a przedewszystkiem żółwia, serce wycięte i umieszczone w miejscu dostatecznie wilgotnem i chłodnem bije dni kilka. Na ostatku przestaje bić uszko prawego przedsionka, stąd też nazwano je *ultimum moriens*.

Krażenie krwi w naczyniach. Krew wypchnięta z serca do naczyń tętnicznych, następnie włosowatych, w końcu żylnych.

Tętnice składają się z trzech warstw, mianowicie we-

wewnętrznej (intuicia), środkowej (media) i zewnętrznej (adventitia). Warstwę wewnętrzną tworzy śródbłonek, ułożony na błonie z tkanki włóknistej, która w dużych naczyniach jest przeważnie sprężysta. W mniejszych naczyniach błona ta jest jednolita, bez szczególnej budowy. Warstwę środkową stanowią mięśnie gładkie okrężne, oraz pewna ilość tkanki łącznej. Ta ostatnia, mianowicie jako sprężysta, rozwinięta jest silnie w dużych naczyniach, podczas gdy w średnich przeważają mięśnie. Warstwę zewnętrzną tworzy tkanka łączna wraz z włóknami sprężystymi.

Naczynia włosowate utworzone są z jednej warstwy śródbłoneka z jądrami.

Żyły posiadają podobną budowę jak tętnice, lecz ściany ich są słabsze. Warstwa mięśni jest znacznie mniej rozwinięta, przeważna zaś warstwa zewnętrzna.

Sprężystość tętnic, szczególnie średniego wymiaru odgrywa nader ważną rolę w rozprowadzaniu krwi, jak to przekonywa następujące doświadczenie. Jeśli się łączy zapomocą widelkowatej rurki dwie długie rurki zakończone cienkimi otworami, jedną szklaną, drugą kauczukową i wprowadza w nie wodę zapomocą tłoku miarowo naśladowując działanie serca, to spostrzeże się, że woda z naczynia szklanego wypływa urywanie, za każdym pociśnięciem tłoka pompy, podczas gdy z rurki kauczukowej tryska jednostajnym strumieniem. Pochodzi to stąd, że skoro płyn zostaje do niej wtłaczany, rozpycha ją najpierw, potem jednak, skoro tłok cisnąć przestanie, rurka sprężysta kurczy się i znów ze swej strony wywiera ciśnienie na wodę. Otóż to samo zjawisko mamy w naczyniach tętnicznych, wskutek czego krew krąży w naczyniach włosowatych zupełnie jednostajnym strumieniem, a nie urywanie tylko za każdym skurczem serca.

Tętno. Przykładając palec na tętnicę, opierającą się na twardszym pokładzie np. na kości, czuć można, jak tenże zostaje podnoszony wskutek rozszerzania się tętnicy. Zjawisko to nazywa się tętnem, czyli pulsem. Tętno idzie oczywiście w parze z biciem serca. Zapomocą pewnych przyrządów, a nawet w niektó-

rych razach bezpośrednio palcem przyłożonym do tętnicy można stwierdzić oprócz pierwszego uderzenia, czyli pierwszej fali drugie znacznie słabsze, następujące po niem. Pochodzi ono stąd, że skoro tętnice rozszerzone poczynają wskutek sprężystości ciśnąć na krew, gdy komory przestały się kurczyć, to krew rozchodzi się w dwóch kierunkach, tj. ku sercu i ku naczyniom włosowatym. Przy sercu zamyka zastawki półksiężycowe i sama odbija się od nich, tworząc drugą falę, tak zwaną odbitą przez ponowne rozszerzanie tętnicy.

Chyżość rozchodzenia się fali tętna wynosi około 9 metrów w sekundzie.

Ciśnienie krwi. Jeżeli się łączy rurę niesprężystą ze zbiornikiem, w którym się znajduje słup wody, to woda wypływa przez tę rurę z pewną chyżością, a doświadczenia wykazały, że ilość wody wypływającej z rury jest tem większą, im większe jest światło tejże, a mianowicie, jest w stosunku czwartej potęgi do średnicy rury, oczywiście przy równem ciśnieniu w zbiorniku. Jest to prawo Poiseuille'a. Ilość ta zależna jest również od długości rury, tu jednak jest stosunek odwrotny. Tem mniej wody wypływa, im dłuższa jest rura. Pochodzi to stąd, że cząstki wody przepływając trą się o siebie, a przedewszystkiem o ściany naczyń, co uwalnia bieg wody. Cząstki dalsze otworu mają wskutek tego do przewyciężenia opór cząstek bliższych, który oczywiście jest tem większy im więcej tych cząstek. Wytwarza się wskutek tego w rurze pewien ucisk cieczy na ścianę, czyli ciśnienie. Nazywamy je **ciśnieniem ościennem**. Można je badać, ulepiając w rurze, z której woda wypływa szereg rur prostopadłych. Jest to tak zwany piezometer. W rurach tych będzie się woda utrzymywała, na pewnej wysokości, mianowicie tem większej, im bliżej zbiornika. Najniżej zaś w rurze ostatniej, przy końcu. Ciśnienie więc staje się coraz mniejsze im bliżej końca rury, a więc gdzie woda ma do przewyciężenia coraz to mniejszy opór cząstek wody przed nią się znajdujących. Stosunki te zmieniają się odpowiednio, jeżeli woda przepływa pod



pewnem ciśnieniem przez szereg rur o rozmaitym przekroju. Jeśli np. przepływa z rury cieńszej do grubszej, to ciśnienie powoli opada w rurze cienkiej, nagle zaś w miejscu połączenia, potem znów powoli aż do otworu grubszej. Przeciwnie zaś, jeżeli rura gruba przechodzi w cienką, to ciśnienie w niej jest znaczne i mało tylko będzie się zmniejszać, bo dopiero po przebyciu zapory, tj. miejsca połączenia opadnie w rurze cienkiej i będzie jednostajnie ubywać.

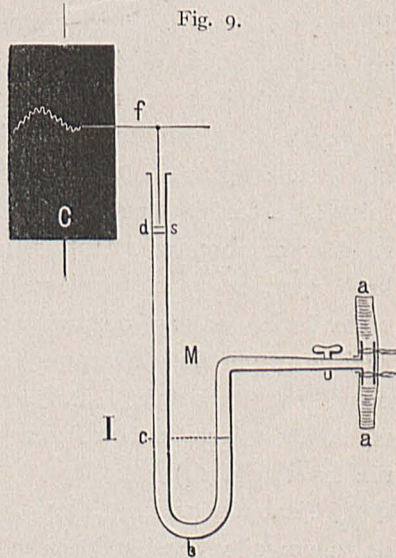
Podobne stosunki przedstawia układ naczyńiowy. Zbiornikiem, z którego płyn dostaje się pod pewnem ciśnieniem do rur, jest serce. Tętnica główna jest rurą cienką, z której płyn przechodzi do rury grubszej, musimy bowiem uwzględnić nie każde naczynie z osobna cieńsze od tętnicy głównej, lecz sumę ich przekrojów, przenoszącą znacznie przekrój tejże. Stąd dostaje się krew do najszerszej rury, mianowicie do sumy przekrojów naczyń włosowatych. Przy przejściu w żyły zmieniają się stosunki w ten sposób, że mamy znów przekrój mniejszy średnich naczyń żylnych, w końcu zaś jeszcze nieco mniejszy głównych pni żylnych. Ten ostatni jest jednakże znacznie jeszcze większy od przekroju tętnicy głównej.

Gdybyśmy znali dokładnie siłę serca, przekroje naczyń, ilość krwi, gdyby wreszcie naczynia były niesprężyste i nie zmieniały światła pod wpływem układu nerwowego, możnaby teoretycznie oznaczyć ciśnienie pod jakim krew zostaje i jakie ze swej strony na ściany naczyń wypiera. Ponieważ jednak istnieją te stosunki, wikłające zadanie, przeto prawa hydrostatyczne obowiązują tylko w najgrubszych zarysach, a ciśnienie ościenne krwi musimy doświadczalnie oznaczać w różnych naczyniach.

W piezometrze oznaczamy ciśnienie płynu, wprowadzając rurę prostopadle do rury, w której chcemy poznać ciśnienie. W naczyniach nie potrzebujemy się do tego uciekać, mamy bowiem gałązki, odchodzące od główniejszych pni pod kątem prostym, lub też do niego zbliżonym. Wystarcza nam więc wprowadzić do takiej gałązki rurkę szklaną i połączyć z manome-

trem rtęciowym, takim, jakiego się często w fizyce używa do oznaczania parcia. Gdyby się jednak złączyło naczynie z manometrem, w którym oprócz rtęci tylko powietrze się znajduje, to krew skrzeplaby nader szybko i nie możnaby dłużej parcia jej oznaczać. Wypełnia się więc poprzednio tak rurkę wprowadzoną do tętnicy, jak i ramię manometru, które się z nią łączy płynem zapobiegającym dłuższy czas krzepnięciu krwi, a mianowicie roztynem węglanu sodowego. Łącząc w ten sposób tętnicę dogłową z manometrem, mierzymy właściwie ciśnienie w tętnicy głównej, jakkolwiek mówimy o parciu w tętnicy dogłowej. Można przytem widzieć, że rtęć stoi znacznie wyżej w rurce otwartej manometru, aniżeli w ramieniu połączonym z tętnicą, czyli że krew w tętnicy utrzymuje słup rtęci pewnej wysokości. Poziom tego słupa, czyli meniscus górny nie pozostaje na jednym miejscu, lecz wciąż to się podwyższa, to opada na dół. Fizyologowie wprowadzili do otwartego ramienia pływak, sporządzonego z lekkiego drutu, osadzonego na waleczku kauczukowym lub fiszbinowym. Pływak taki unosi się nad rtęcią nie tonąc w niej zupełnie. Na końcu tego pływaka umieszcza się lek-

kie piórko z drutu. Przytykając to piórko do walca, na którym naciągnięty jest papier nakopcony, obracającego się z pewną chyżością, można oznaczać ciśnienie w tętnicy w każdej chwili, gdyż piórko przesuwające się po papierze ściera zeń kopeć, znacząc białą linię krzywą. Przyrząd taki nazywa się od wy-



Szemat kimografu Ludwiga. *M* manometr rtęciowy, *d, s* pływak, *f* piórko, *C* walec, *d* słup rtęci odpowiadający ciśnieniu krwi, *a, a* tętnica.

nalazcy Kimografem Ludwiga (fig. 9). Z czasem wydoskonalił on go znacznie. Walec taki nakopcony, przedstawia tę niedogodność, że krótko tylko można pisać przy jednym ustawieniu. Trzeba go podwyższać lub obniżać, w końcu zastępywać drugim, przerywając doświadczenie. W jego też miejsce zaprowadził Ludwig dwa walce o małych średnicach, na jednym z nich nawinięty jest duży rulon papieru. W czasie obrotu odwija się papier z jednego walca i nawija na drugi. Oczywiście, że odpowiednio do tego trzeba było zmienić pióro; zastępuje je mała bańka szklana, wyciągnięta w cieniuchną zakrzywioną rurkę. Bańkę wypełnia się atramentem, a koniec zakrzywiony przytyka się do papieru, na którym rysuje podczas przesuwania się tegoż czerwoną linię krzywą. Obok umieszczony przyrząd elektryczny znaczy na papierze sekundy. Skoro więc przed połączeniem manometru z tętnicą naznaczy się za pomocą piórka pływaka wysokość na której on stoi odpowiadającą równowadze poziomów rtęci w manometrze, czyli o , ma się każdorazowy stan ciśnienia krwi naznaczony na papierze zapomocą odległości tej krzywej od o , którą należy oczywiście przez 2 pomnożyć, bo nietylko rtęć w ramieniu otwartem podskakuje wyżej o , lecz zarazem opada poniżej o taką samą odległość w rurce połączonej z tętnicą, a dopiero cała różnica poziomów daje nam miarę ciśnienia krwi (fig. 10).

Ciśnienie ościenne krwi, mierzone w ten sposób w tętnicy dogłowej wynosi u konia 110—321 mm. rtęci, owcy 98—260, kozy 118—135, psa 130—190, kota 71—150, królika 90—110. Ciśnienie to stosunkowo nie wiele się różni w mniejszych i większych tętnicach, zależy ono od nader wielu czynników. Odgrywa tu wielką rolę siła popędowa samego serca. Im ona jest większą, tem większe jest ciśnienie krwi. Można to dostrzegać przy każdorazowym okresie czynności serca. Na szczycie skurczu parcie jest największe, najmniejsze zaś podczas rozkurczu, wskutek czego na papierze kimografu rysują się na krzywej większe lub mniejsze ząbki, będące wyrazem bicia serca. Ciśnienie to zależy na-

stępnie od ilości krwi w układzie naczyniowym. U zwierząt posiadających mało krwi w stosunku do wagi ciała jest ono mniej-

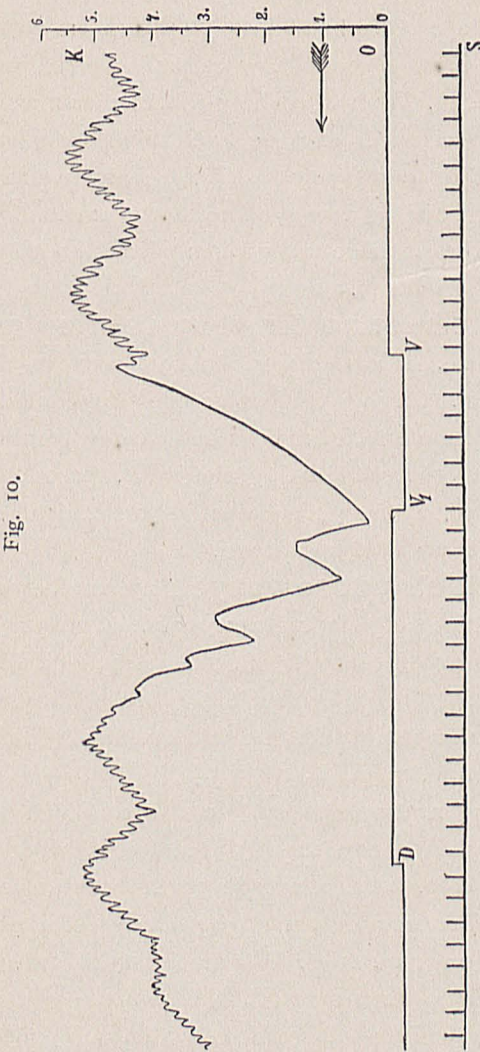


Fig. 10.

K Krzywa ciśnienia ościennego krwi w tętnicy dogłowej królika. *O* linia oznaczająca równowagę poziomów rtęci w manometrze a zarazem znacząca początek i koniec drażnienia, od *V—V'* drażniono prądem indukcyjnym nerw błędny, w *D* rozpoczęło drażnienie nerwu obniżającego ciśnienie. *S* sekundy znaczone sygnałem elektrycznym.

sze aniżeli u bogatych w krew. Zależy ono wreszcie od światła naczyń, zawisłego od układu nerwowego.

Oprócz drobnych ząbków zaznaczonych przez bicie serca można też widzieć na krzywej znacznie większe fale, spowodowane miarowem wzrastaniem i opadaniem tętna. Przypadają one prawie równocześnie z oddechami i są wyrazem zmian oddechowych w krążeniu. Ciśnienie opada w czasie wdechu, wznosi się zaś w czasie wydechu. Wpływ ruchów klatki piersiowej na krążenie objaśnia w części na drodze mechanicznej powstawanie tych fal. Jednakże nie tylko te wpływy działają. Fale te nazwane falami Traubego Heringa wywołane są też zmianami w świetle naczyń, spowodowanymi podrażnieniem ośrodka naczyniowego w czasie wdechu i wydechu.

Ciśnienie ościenne krwi w tętnicy płucnej jest znacznie mniejsze. U psa znaleziono 29·6 mm. rtęci, u kota 17·6, królika 12 mm. Liczby te jednak nie są dokładne, cały bowiem zabieg jest nader ciężki i zmieniający warunki fizjologiczne, gdyż trzeba otwierać klatkę piersiową, przez co ubywa siła sprężystości płuc, a następnie musi się też zmienić krążenie małe całkowicie lub po większej części.

W naczyniach włosowatych nie można oczywiście mierzyć ciśnienia krwi za pomocą kimografu. Czyni się to, kładąc na pewien obszar dostępnych dla oka naczyń cienką płytkę szklaną i obciążając ją dopóki naczynia nie zbledną, a więc dopóki ciśnienie w nich nie zostanie zniesione. Na działle królika wynosi ciśnienie około 32 mm. rtęci.

W żyłach panuje różne ciśnienie w rozmaitych okolicach. Im bliżej przedsionków tem staje się mniejsze, a w wielkich pniach w poplżu serca, jak np. w żyłę bezimiennej (*v. anonyma*), podobojczykowej (*subclavia*) i szyjnej (*jugularis*) jest ujemne i wynosi przeciętnie — 0·1 mm. rtęci. W odleglejszych gałęziach jest dodatnie i dochodzi do 12 mm. rtęci. Na ciśnienie w żyłach ma nadzwyczaj wielki wpływ oddychanie, w sposób opisany już poprzednio.

Krążenie jako wynik różnic ciśnienia ościennego krwi. Ze stosunków parcia ościennego krwi można

bardzo dobrze zrozumieć krążenie. Jest ono wynikiem różnic w ciśnieniu, w tętnicy głównej i płucnej a żyłach głównych i płucnych, co oczywiście spowodowuje przepływ krwi z miejsca większego ciśnienia do miejsca, gdzie ono jest mniejsze.

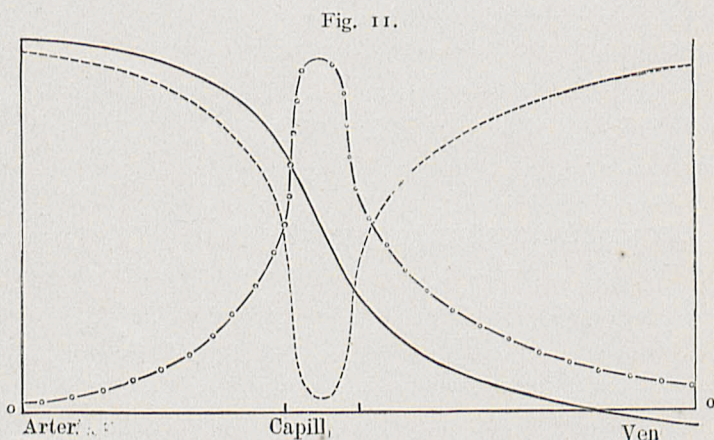
Ciśnienie ujemne w przedsionkach i żyłach w pobliżu nich jest głównym czynnikiem w krążeniu żylnem. Jest ono znakomicie popierane przez siłę ujemną, wywołaną sprężystością płuc w czasie wdechu, a następnie i innymi jeszcze stosunkami. Podczas gdy parcie ujemne w przedsionkach maleje w miarę skurczu tychże, a hydrostatyczne ciśnienie słupa krwi, przynajmniej w żyłach mających położenie prostopadłe mogłoby cofać krew z serca, przychodzą w pomoc zastawki, znajdujące się w żyłach i zamykające się pod działaniem powracającej krwi. Także położenie żył bezpośrednio przy tętnicach sprzyja krążeniu, za każdym razem bowiem, gdy tętnica rozszerza się pod działaniem napierającej fali krwi uciska na żyłę, posuwając w niej krew w kierunku do serca.

Chyżość krążenia krwi. Według Volkmana wynosi chyżość krwi w tętnicy dogłowej psa 205—357 mm. w sek., w tętnicy dogłowej konia 306 mm., w tętnicy szczykowej zaś konia 232. Ponieważ przez każdy przekrój narządu krążenia musi w jednostce czasu taka sama ilość krwi przepłynąć, a przekrój ten jest największym w naczyniach włosowatych, przeto chyżość, z jaką krew w nich krąży musi być najmniejsza. Tak jest w istocie. Wynosi ona około 0·8 mm. w sekundzie u zwierząt ssących. Na miejscach przeświecających można dokładnie śledzić przesuwanie się czerwonych ciałek krwi. Jeśli się pod mikroskopem rozpatruje krążenie w łapce lub kresce żaby, można widzieć, jak środkiem przebiega żywo prąd czerwonych ciałek krwi, im bliżej zaś ścian, tem prąd coraz to więcej wolniej, aż ustaje zupełnie przy nich samych. Wskazują nam to białe ciała krwi, które można widzieć przesuwające się od czasu do czasu leniwo przy ścianie i zatrzymujące przy niej. W rurkach włosowatych warstwa cieczy przylegająca do ścian wcale

nie płynie, wskutek bardzo znacznego tarcia. Obok niej położona już nie trze się o ściany naczyń lecz o płyn, im zaś dalej tem tarcie mniejsze, a chyżość większa. Tak samo w naczyniach włosowatych. Prąd środkowy najsilniejszy unosi najcięższe czerwone ciała krwi, podczas gdy lżejsze białe płyną warstwą przyścienną. To samo widzieć można przeprowadzając drobne ciała różnego ciężaru z prądem wody w szklanych rurkach włosowatych.

Chyżość krwi w żyłach szyjnej i żyłach głównych konia wynosi 100—110 mm.

Stosunek ciśnienia krwi i chyżości i przekroju naczyń uzmawia fig. 11.



Szemat stosunków ciśnienia, chyżości krwi i przekroju naczyń. Linia ciągła oznacza ciśnienie, przerywana chyżość, przerywana z kółkami przekrój, *Art.* tętnice *Capill.* naczynia włosowate, *Ven.* żyły.

Czas całkowitego obiegu krwi. Jeśli się wstrzyknie zwierzęciu do żyły jednej strony roztworu żelaziny potasu a krew wypuszczoną z odpowiedniej żyły z drugiej strony zbiera do naczynek zawierających chlorek żelaza, ustawionych na krążku obracającym się z pewną chyżością, to można następnie w jednym naczynku wykazać zabarwienie niebieskie, pochodzące od utworzonego błękitu pruskiego. Żelazina potasu przebiegł cały układ krążenia, zanim wypłynął do naczynka. Licząc czas, jaki

upłynął od zastrzyknięcia tej soli do wystąpienia niebieskiego zabarwienia, otrzymujemy czas obiegu krwi w całym ustroju. Wynosi on u konia 31·5 sek., psa 16·7, królika 7·79, kota 7·61. Stoi więc w odwrotnym stosunku z ilością skurczów serca.

Cały czas obiegu odpowiada u konia 28·8 uderzeń serca, u psa 26·7, u kota 26·8.

Krażenie limfatyczne u zwierząt ssących powstaje wskutek podobnych czynników jak krażenie żyłne. Główny strumień limfy wlewa się do żyły szyjnej, gdzie panuje parcie ujemne, a więc warunek sprzyjający dostawaniu się do niej limfy. W pierwszych zaraz początkach naczyń chłonniczych, mianowicie w kosmkach jelit, posuwanie się limfy sprawiane jest przez kurczenie się kosmków i wypychanie przez to limfy do dalszych naczyń. Napowrót nie może się limfa cofać, gdy kosmki zwolnieją, gdyż zastawki podobnie jak w żyłach nie dopuszczają do tego. Mięśnie gładkie naczyń chłonniczych kurczą się w sposób podobny do ruchów robaczkowych, przez co posuwają ku sercu słup limfy. Skurcz otaczających mięśni, tudzież rozszerzanie się tętnic, obok których przebiegają naczynia limfatyczne spowodowuje ten sam skutek. Oczywiście, że podobnie jak w krażeniu żylnem, tak i tutaj odgrywają nader ważną rolę ruchy oddechowe, przyczem wdech jest czynnikiem posuwającym limfę ku sercu.

Chyżość krażenia limfy. Prąd limfy jest nadzwyczaj powolny. Chyżość przepływu jej w pniu szyjnym konia wynosił zaledwie 238—300 mm. w minucie, parcie zaś ościenne 10—20 mm., u psa zaś 5—10 mm. roztworu węglanu sodowego. W przewodzie piersiowym konia dochodzi do 12 mm. rtęci.

Zwierzęta zimno krwiste posiadają serce limfatyczne z zastawkami, działające odpowiednio jak serce układu krwionośnego.

Unerwienie układu krwionośnego. Cały układ krwionośny, tak serce jak i naczynia zostaje pod wpływem układu nerwowego.

Unerwienie serca. Na działanie serca wpływają dwo-

jakiego rodzaju nerwy, mianowicie włókna przebiegające wśród nerwu współczulnego i błędnego.

Wpływ nerwu współczulnego na serce. Podrażnienie gałązek odchodzących do serca od ostatniego zwoju szyjnego i pierwszego piersiowego nerwu współczulnego (*rami cardiaci*) sprawia przyspieszenie ruchów serca. Ilość tych gałązek jest nader zmienna. Nie przebiegają one bezpośrednio w nerwie współczulnym, drażnienie bowiem tegoż na szyi pozostaje bez skutku, lecz przyłączają się do zwojów współczulnych w przebiegu swym od rdzenia przedłużonego i pacierzowego, w części szyjnej i piersiowej, skąd odchodzą jako gałązki łączące (*rami communicantes*). Włókna przyspieszające czynność serca przebiegają także i w nerwie błędnym.

Wpływ nerwu błędnego na serce. Inaczej zupełnie zachowuje się nerw błędny. Jeżeli się połączy tętnicę dogłową z manometrem kimografu i przetnie nerwy błędne na szyi, to można widzieć, jak liczba uderzeń serca wzrasta natychmiast a parcie ościenne krwi wzmagą się. Przeciwnie zaś, jeżeli się podrażnia obwodowy koniec tego nerwu, tj. idący do serca, to parcie opada szybko, a serce bić przestaje. Jeśli się bada serce w tym stanie, to można stwierdzić, że przestało bić w rozkurczu. Doświadczenie to uczynili po raz pierwszy bracia Weberowie w r. 1845 i nazwali nerw błędny nerwem tamującym serce. Jeśli się czas dłuższy drażni ten nerw, to serce mimo to poczyną znów bić, z początku słabo i rzadko, potem przechodzi do prawidłowego stanu i dłuższe drażnienie nie wywiera więcej wpływu.

W nerwie błędnym znaleziono po raz pierwszy nerw, który nie wywoływał czynności, tj. skurczu mięśnia, lecz przeciwnie spowodowywał ustanie działania w rozkurczu. To też fizyologowie nie mogli się z początku z tym faktem pogodzić, rozmaicie go tłumaczyli, a nawet zaprzeczali go.

Moleschott i Schiff otrzymali nader słabem drażnieniem nerwu błędnego przyspieszenie ruchów serca, dopiero silne podniecanie tamowało je. Twierdzili więc na tej podstawie, że

nerw błędny jest takim samym nerwem ruchomym jak i inne i tak samo spowodowuje skurcz serca, tylko że wyczerpuje się łatwo, czyli nuży. Że w nerwie błędnym przebiegają istotnie takie włókna, dowodzi następujące doświadczenie: Jeśli się zatruje zwierzę atropiną, to serce bije szybko, a podrażnianie nerwu błędnego nie tamuje ruchów serca wtedy, lecz przyspiesza je. Atropina więc poraziła włókna tamujące nerwu błędnego, który teraz przyspiesza bicie serca, a więc zawiera w sobie nadto włókna przyspieszające, na które ta trucizna nie działa. Włókna te są pobudliwsze aniżeli tamujące, więc działanie ich występuje przy słabych podnieciach, podczas gdy tamujące potrzebują silniejszych bodźców.

Teorya znużenia nie utrzymała się. Większość fizyologów przyjmuje po dziś dzień teoryę Weberów. Według niej nerw błędny tamuje ruchy serca nie przez bezpośredni wpływ na mięsień, lecz przez działanie na zakończenia nerwów ruchowych (*rami cardiaci*). W jaki sposób odbywa się to zawieszanie ich działania, różni fizyologowie tłumaczą, nic stanowczego jednak nie da się powiedzieć.

Ośrodki. Ośrodki dla ruchów serca leżą w rdzeniu przedłużonym i górnej części rdzenia pacierzowego. Podrażnianie tych części sprawia przyspieszenie ruchów serca, a więc leży tam ośrodek przyspieszający. Jednak można otrzymać i zwolnienie ruchów serca, a mianowicie przez podniecanie bezwodnikiem węglowym, dowożonym z krwią żylną. Istnieje więc tam zarówno i ośrodek tamujący. Krew podnieca oba te ośrodki, mianowicie żylna tamujące, tętnicza zaś przyspieszające, dla których znów bodźcem jest tlen. Wyższa ciepłota podnieca działanie serca, niższa zwalnia. Wpływy nerwowe oddziałują wybitnie na ośrodki.

Serce bije mimo przecięcia nerwów, a więc przerwania łączności z ośrodkami; nie przestaje kurczyć się u zwierząt zimnokrwistych, po wycięciu z ustroju. W samym więc sercu muszą istnieć jakieś urządzenia, wysyłające podniecie do mięśnia sercowego, a więc jakieś ośrodki.

Własności ośrodków przypisuje się pewnym ich składnikom, a mianowicie komórkom zwojowem. Podobnego rodzaju twory znaleziono w różnych okolicach serca.

Stannius podwiązywał lub przecinał przedsionek serca żabiego około zatoki żyłnej, poczem serce całe ustawało bić w rozkurczu, podczas gdy część przy zatoce powyżej przewiązki kurczyła się dalej. Skoro wtedy przecinał lub podwiązywał serce na granicy przedsionków i komór, wtedy komory poczynają znowu bić, podczas gdy przedsionki pozostawały znowu w rozkurczu. Gdy podwiązał lub przecinał serce tylko na granicy komór i przedsionków, wtedy każda połowa z osobna biła dla siebie.

Doświadczenie to tłómaczy się w następujący sposób: Założenie przewiązki, lub przecięcie okolicy zatoki żyłnej, podrażnia komórki zwojowe, tamże rozsiane. Komórki te są tamującami, podobnie jak nerwy błędne, a więc serce bić przestaje. Jeśli się teraz przetnie serce na granicy przedsionków i komór, to wyzwała się komory z pod wpływu tamującego, a zarazem podrażnia inny rodzaj komórek zwojowych, mianowicie przyspieszających działanie serca. W komórkach tamujących kończą się nerwy błędne, w przyspieszających zaś gałązki sercowe nerwu współczulnego. Doświadczenia Stanniusa tłómaczą rozmaicie różni fizyologowie, a związek ich z odnośnymi nerwami nie jest stanowczo udowodniony. Niektórzy fizyologowie widzieli kurczące się części serca, a mianowicie koniec, w którym nie mogli wykazać obecności komórek zwojowych. Stąd też przypisują samemu mięśniowi zdolność wytwarzania podniet, a więc własności, jakie posiadają ośrodki nerwowe, oraz komórki zwojowe serca, nazywane też ośrodkami obwodowymi.

W ogólności w nowszych czasach coraz to więcej badaczy odmawia komórkom zwojowem własności motorycznych, a uważa je za czuciowe, które uboczną tylko drogą wpływają na ruchy serca, podczas kiedy tak nerwy współczulne, jak i błędne bezpośrednio na mięsień sercowy działają. Nowe badania wykazały, że tak jak pewne nerwy, tj. ruchowe skurcz mięśnia

sprowadzają, tak inne tak zw. tamujące wywołują bezpośrednio zniesienie zupełne napięcia, czyli zwolnienie mięśnia. Najprawdopodobniej nerw błędny działa w ten sposób bezpośrednio na mięsień sercowy zwalniając jego napięcie i sprawiając zatamowanie ruchów serca. Wiele doświadczeń przemawia za tem przypuszczeniem.

Unerwienie naczyń. Zarówno jak na czynność serca, działają też pewne nerwy na naczynia, a w szczególności na średnie i mniejsze tętnice.

Jeśli się przetnie u królika nerw współczulny na szyi, to można widzieć, że ucho całe po tej stronie czerwienieje, tętnice rozszerzają się i ciepłota wzrasta. Jeśli zaś podrażnia się koniec obwodowy tego nerwu prądem indukcyjnym, wtedy ucho blednie, tętnice zaś zwężają się do tego stopnia, że ich prawie całkiem nie widać. Podobne zmiany zachodzą w całej połowie twarzy po stronie przeciętego nerwu. Nerw więc współczulny jest nerwem zwężającym naczynia (*vaso constrictor*).

Do rzędu takichże nerwów zalicza się także nerw podjęzykowy, nerw kulszowy, nerwy trzewiowe, zwężające naczynia, dochodzące do jelit itd. Nerwy te utrzymują w prawidłowych stosunkach ściany naczyń w pewnym średnim napięciu (*tonus*), które znika po przecięciu ich i stąd powstaje rozszerzenie się naczyń, przez zwiotczenie ścian.

Jednakże oprócz tych nerwów istnieje jeszcze drugi rodzaj, a mianowicie rozszerzające naczynia (*vaso dilatatores*). Włókna struny bębnekowej gruczołowe sprawiają oprócz wydzielania śliny, zarazem rozszerzenie naczyń ślinianki. Takie same włókna struny bębnekowej przebiegają też razem z nerwem językowym, który podrażniany rozszerza naczynia odnośnej strony języka. Takie samodziłanie wywierają też nerwy wzwodowe prącia, które rozszerzając naczynia, sprowadzają przepelnienie krwią ciał jamistych (*corpora cavernosa*), a w ten sposób wzwód prącia.

Nerwy zwężające naczynia działają, wywołując skurcz warstwy określonej mięśni gładkich tętnic; nerwy rozszerzające zaś przez bezpośrednie zmniejszanie napięcia tychże mięśni. Należą więc do rzędu nerwów tamujących.

Ośrodki tak jednych jak i drugich nerwów leżą częścią w rdzeniu przedłużonym, częścią zaś w rdzeniu pacierzowym. Podnieta do nich wychodzi z mózgu, co powoduje blednięcie lub zaczerwienienie pod wpływem różnych uczuć. Otrzymują następnie podniecię za pośrednictwem nerwów czuciowych. Do rzędu tych ostatnich należy przedewszystkiem tak zwany nerw obniżający parcie (*n. depressor*). Odchodzi on u królika dwiema gałązkami od nerwu krtaniowego górnego i nerwu błędnego, a kończy się w splocie sercowym. Nerw ten przebiega zresztą u innych zwierząt rozmaicie, u psa np. z nerwem błędnym i współczulnym. Podrażnianie końca dośrodkowego tego nerwu sprawia obniżenie parcia ościennego w tętnicy dogłowej. Powstaje to przez działanie tego nerwu na ośrodki, wskutek którego rozszerzają się tętnice w pewnych obszarach, mianowicie w jelitach, za pośrednictwem nerwów trzewiowych.

Krew gromadzi się w tych rozszerzonych naczyniach, przez co znacznie mniej dopływa do tętnic innych okolic ciała, a co za tem idzie i parcie w nich opada. To samo powoduje przecięcie nerwów trzewiowych, podrażnianie zaś ich końca obwodowego wzmacnia znów parcie, wskutek zwężenia naczyń.

Fale Traubego-Heringa powstają także wskutek rytmicznego podrażniania w ośrodkach naczyniowych w sposób bliżej jeszcze nie wytłómaczony.

ODDYCHANIE.

Krew tętnicza jest jaśniejsza i zawiera w sobie więcej tlenu, a mniej bezwodnika węglowego, aniżeli ciemniejsza żylna. Krew tętnicza w czasie obiegu w ustroju zmienia się na żylną, tu znów krążąc przez płuca staje się napowrót tętniczną. Zamiana więc krwi żylniej na tętniczną, czyli utrata bezwodnika węglowego a przybieranie tlenu odbywa się w małym krążeniu czyli płucnym, podczas gdy w wielkim krążeniu, a mianowicie przy przechodzeniu krwi przez sieć naczyń włosowatych zachodzi odwrotna sprawa tj. krew oddaje tlen, a przybiera bezwodnik węglowy, Utlenianie krwi w płucach odbywa się przy zetknięciu z powietrzem atmosferycznym, czerpanem przez oddychanie. Jestto oddychanie zewnętrzne, sprawa zaś jaka się odbywa w tkalinach, przez które krąży krew w naczyniach włosowatych nazywa się oddechaniem wewnętrznym.

Oddychanie zewnętrzne polega na wciąganiu pewnych ilości powietrza do płuc i wydawaniu z nich na zewnątrz. Wciąganie odbywa się przez rozszerzanie klatki piersiowej przy pomocy mięśni. Ponieważ klatka piersiowa jest szczelnie zamknięta, przeto przy rozszerzaniu się wywiera ciśnienie ujemne na narządy znajdujące się w niej, a w pierwszym rzędzie na płuca, worki nader sprężyste. Pod wpływem tego ciśnienia płuca rozszerzają się, przyczem znów działa siła parcia atmosferycznego

a ponieważ komunikują z powietrzem przez tchawice, przeto dostaje się ono do nich. Jestto **wdech**.

Skoro mięśnie przestają działać powraca klatka piersiowa do dawnego położenia wskutek bezwładności, płuca zaś kurczą się na mocy sprężystości i wyrzucają pewną ilość powietrza. Ten okres oddychania nazywa się **wydechem**. Spokojny wydech jest sprawą bierną, dopiero przy nasilonym biorą mięśnie czynny udział.

Szmary oddechowe. Przykładając ucho lub słuchawkę do klatki piersiowej zwierzęcia, słyszy się szmary oddechowe. Są one w prawidłowym stanie dwojakiego rodzaju. Powietrze przechodząc przez tchawicę oraz grubsze oskrzela sprawia szmer ostry, podobny do tego, jaki się wydaje przy silnem wymawianiu »ch.« Szmer ten najlepiej można słyszeć nad samą tchawicą, jednakże i w dalszych częściach płuc od strony grzbietu zwierzęcia można go słyszeć, jakkolwiek nie jest tak silny i wyraźny. Przewodzą go tam sztywne ściany oskrzeli. Jest to szmer *oskrzelowy*. W samych pęcherzykach płucnych powstaje drugi rodzaj szmeru, tj. *pęcherzykowy*. Jest on podobny do tego, jaki powstaje przy wymawianiu »w« przez usta nieco zacięnięte. Przy wydechu nie słyhać żadnych szmerów, tylko oskrzelowy nad samą tchawicą.

Ilości powietrza wdychanego i wydechowanego bardzo trudno oznaczyć z dokładnością u zwierząt, dlatego też najściślejsze dane obliczane są podług człowieka i stosunku jego co do ciężaru u zwierząt.

Przy spokojnem oddychaniu wciąga człowiek i wydaje przeciętnie 500—700 ctm. sześciennych. Jest to **powietrze oddechowe**. Skoro po wydaniu tego powietrza uczyni się nasilony wydech, to jeszcze można wypędzić około 1250—1800 ctm. sz. **powietrza zapasowego**. Nie jest to jednak wszystko powietrze, jakie się w płucach znajduje. Skoro po nasilonym wydechu oddycha się w przestrzeni, gdzie tylko wodór się znajduje, wtedy wskutek dyfuzji gazów można jeszcze otrzymać resztę

powietrza, a jest go dość znaczna ilość, bo 1200—1700 ctm. sz. Nazywa się **powietrzem zalegającym**. Cała więc ilość powietrza jaka się znajduje w płucach podczas spokojnego wdechu, wynosi 3000—4000 ctm. sz., po spokojnym zaś wydechu 2500—3500 kubicznych ctm. sz., czyli że przerabiana zostaje tylko $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ całego powietrza.

Ilość powietrza, jaką się wydaje od szczyłu wdechu do końca nasilonego wydechu, wynosi 3200—3700 ctm. sz. Jestto tak zwana **pojemność życiowa**.

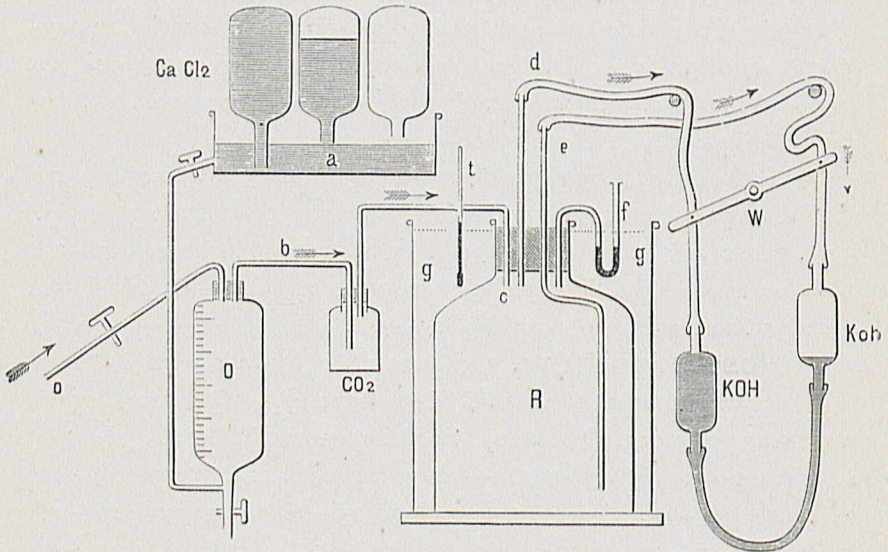
Colin obliczał odpowiednio do tego ilości powietrza wydychanego przez konia. Przy spokojnym wydechu wynosi ona 3000—6000 ctm. sz., przy nasilonym około 21000 ctm. sz., pojemność zaś całych płuc 35000—4000 ctm. sz.

Sussdorf oznaczył doświadczalnie całą pojemność płuc konia. Wynosi ona 40—42 litrów. Powietrze pozostałe 7—17 l., pojemność zaś życiowa 25—30 l. Powietrze oddechowe 1,5—2 l. Ta ostatnia liczba jest jednak znacznie zamala — wynosi ona podług Zuntza i jego uczniów 4,5—5 l.

Ilość oddechów. Oddychanie odbywa się miarowo, tj. w równych odstępach czasu. Wdech trwa $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ krócej aniżeli wydech, po którym następuje krótki przestanek. Ilość wdechów u młodego konia wynosi 10—12 w minucie, u dorosłego 9—10, u młodego wołu 18—20, u dorosłego 15—18, u jagnięcia 16—17, u barana 13—16, u młodego psa 18—20, u dorosłego 15—18. Im mniejsze zwierzę tem częściej oddycha, tak np. królik 50—60 razy w minucie, szczury i myszy 100—120. Na liczbę oddechów wpływa też płeć i wiek. Młode zwierzęta i samice oddychają częściej. Gorąco przyspiesza oddychanie, zimno zaś zwalnia. Ruch i praca wzmaga również liczbę oddechów, tak np. u konia, który oddychał 10 razy w minucie spostrzegał Colin przyspieszenie do 28 po przebyciu stępem kilkuset metrów. Po 5 min. kłusowania liczba ich wzrosła do 52, po takim samym zaś czasie cwałowania do 65. To samo odnosi się do ciągnięcia ciężarów przyczem liczba oddechów u konia może dojść nawet do 110.

Wymiana gazów. Podczas oddychania zachodzą nader ważne zmiany w składzie gazów, które można poznać, rozbiierając powietrze wydychane i porównyując je z wdychanem. Do tego celu sporządzili Régnault i Reiset następujący przyrząd (fig. 12). Składał on się z dużego dzwonu szklanego *R*, w którym umieszczało się zwierzę badane. Dzwon ten wstawiony był w naczynie wypełnione wodą *g g*, służącą do utrzymania

Fig. 12.



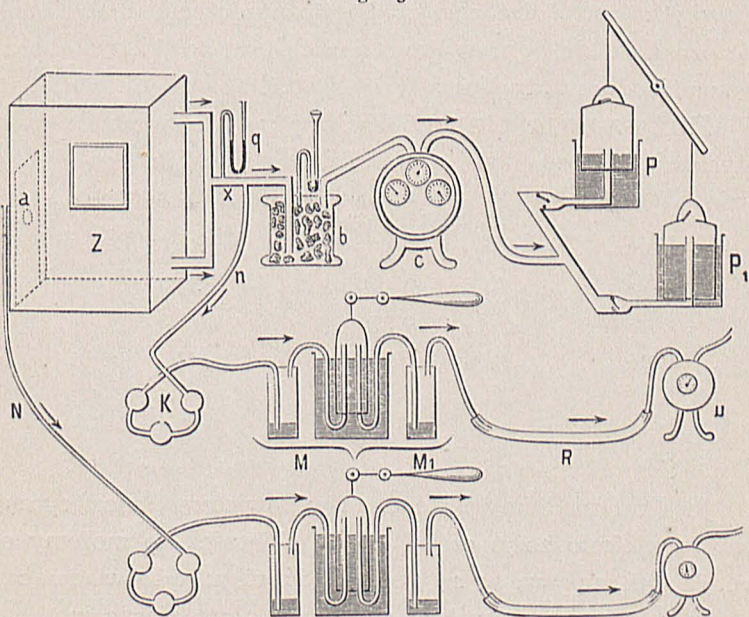
Przyrząd Régnaulta i Reiseta. Opis w tekście.

w nim jednostajnej ciepłoty. W górze dzwonu znajdowały się dwa otwory, szczelnie zamykane korkami, przez które przechodziły 4 rury szklane. Jedna z nich połączona była z manometrem *f* wskazującym ciśnienie wewnątrz dzwonu. Dwie inne rury wpuszczone były w ten sposób, że jedna kończyła się zaraz po wejściu do dzwonu *d*, druga zaś sięgała aż do dna *e*; obie łączyły się z naczyniami wypełnionymi ługiem potasowym *KOH*, które dawały się za pomocą odpowiedniego urządzenia *W* naprzemian już to obniżaj, już to podnosić w górę, wskutek czego wciągały

one powietrze. Żug potasowy łączy się chciwie z bezwodnikiem węglowym, wskutek czego więc usuwał go zupełnie z powietrza w dzwonie. Ostatnia rura *c* prowadziła do drugiego balonu, napełnionego tlenem *O*, z którego wypędzał go do dzwonu roztwór chlorku wapniowego, wypływającego z dużego naczynia $CaCl_2$, umieszczonego w pewnej wysokości nad balonem i połączonego z nim rurą. Tlen przechodził przez naczynie CO_2 wypełnione ługiem potasowym dla uwolnienia od możliwej domieszki bezwodnika węglowego.

Przyrząd ten dozwalał mierzyć dokładnie ilości zużytego tlenu i oznaczać ilość wydzielonego bezwodnika węglowego przez ważenie naczyń z ługiem potasowym przed i po doświadczeniu.

Fig. 13.



Przyrząd Pettenkoffera. Opis w tekście.

Więcej złożony i kosztowny przyrząd (fig. 13) do badania tych stosunków u człowieka i dużych zwierząt zbudował Pettenkoffer w Monachium, zasada jednak pozostaje ta sama, tj. ozna-

czanie ilości tlenu doprowadzonego, oraz ilości kwasu węglowego wydanego.

Przyrząd ten składa się z komory o ścianach metalowych, w której podwójna pompa ssąca *PP*, odnawia wciąż powietrze. W komorze tej umieszcza się zwierzę użyte do doświadczenia. Powietrze przechodzi z niej najpierw przez naczynie *b* zawierające kawałki pomeksu napojone wodą, następnie zaś przez zegar gazowy *G*, który mierzy jego ilość. Dla rozbiórów chemicznych odprowadza się część powietrza bocznym prądem przed wejściem do komory *N*. i po wyjściu z niej *n*, a to za pomocą zastawek czyli wentylów Müllera *MM*. Powietrze to przechodzi przez aparat napełniony zgęszczonym kwasem siarczanym *K*, który odbiera parę wodną barytową *R*, która zabiera CO_2 . W ten sposób z przybytku na wadze naczyń po doświadczeniu można dokładnie oznaczyć ilość pary wodnej i CO_2 w powietrzu doprowadzeniem i odprowadzeniem.

Zużywanie tlenu. Zwierzę spotrzebowyuje podczas oddychania znaczne ilości tlenu. Tak np. pochłania go

	w godzinie na 1 klg. żywej wagi	w 24 godzin
Koń	0'553 gr.	4850 litrów
Wół	0'460 »	3800 »
Baran	0'774 »	600 »
Pies	1'183 »	386 »
Kot	—	90 »
Królik	0'883 »	70 »
Świnka morska .	—	20 »

Jeśli uwzględnimy ilość tlenu w powietrzu atmosferycznym, wynoszącą około 20'96 części co do objętości, to możemy obliczyć, że koń zużywa w 24 godz. ilość tlenu odpowiadającą 21 metrom sz. powietrza, wół 19 m., baran 3 m., pies 2 m.

Przekonywamy się, że stosunkowo zwierzęta małe zużywają więcej tlenu aniżeli duże. Pies np. 2 razy, świnka morska 3, a mysz 22 razy więcej aniżeli koń w stosunku do ciężaru.

Ilość pochłoniętego tlenu wzrasta przy natężonej pracy, maleje zaś podczas snu.

Skład powietrza wydychanego. Jeśli badamy powietrze wydychane, to znajdujemy w niem znaczne ilości bezwodnika węglowego. Wydaje go

	w godzinie	w 24 godzin
Świnka morska .	0'5 litra	12 litrów
Kot i królik . . .	2 »	48 »
Pies	10 »	240 »
Baran	20 »	480 »
Wieprz	45 »	1080 »
Wół	2000 »	4800 »
Koń	2000 »	4800 »

W powietrzu wydychanem znajdujemy więc znacznie mniej tlenu aniżeli we wdychanem, natomiast zaś więcej bezwodnika węglowego. U człowieka przy spokojnem oddychaniu zawiera go powietrze wydychane 4'38% co do objętości, u konia zaś 2'441%, a więc u człowieka 10 razy tyle, ile powietrze atmosferyczne,

natomiast 4'78% co do objętości mniej tlenu. Stosunek ten $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$

nazywa się ilorazem oddechowym, a wynosi $\frac{4'38}{4'78} = 0'906$,

konia 0'901—0'913, bydła rogatego 0'97, cielęcia 0'872, owcy 0'982, świni 0'910, psa 0'77, kota 0'77, a więc nie wszystek tlen przyjęty zostaje wydychany w bezwodniku węglowym.

Sprawa więc oddychania polega na dowożeniu tlenu, który się łączy w ustroju z węglem składników organicznych na bezwodnik węglowy, a ten zostaje z ustroju usuwany. Jest to więc sprawa utleniania, czyli spalanie, a zatem główne źródło ciepła, które się przy tem wywiązuje. Ważne to odkrycie zrobił pierwszy Lavoisier w r. 1775, a sprowadziło ono następnie znaczny przewrót w fizyologii.

Powietrze wydychane zawiera nadto nieco więcej azotu ani-

żeli wydychane, jest też znacznie cieplejsze, bo posiada 30—40° C. i zawiera parę wodną.

Musimy sobie zadać pytanie, w jaki sposób następuje wymiana gazów w samych płucach, oraz pomiędzy naczyniami włosowatymi i powietrzem w pęcherzykach płucnych.

Wymiana gazów w różnych warstwach płuc.

Chcąc badać jak się gazy mieszają w płucach trzeba znać skład powietrza w różnych warstwach płuc. Osiągnąć to można wydychając najpierw słabo tylko część powietrza do jakiegoś zbiornika, a następną część powietrza przez głęboki wydech do drugiego. W ten sposób otrzymuje się powietrze zawarte w większych oskrzelach w pierwszej części, w drugiej zaś pochodzące z głębokich warstw, a więc i z pęcherzyków. W pierwszej części jest znacznie mniej CO₂, bo 3·7% co do objętości, podczas gdy w drugiej 5·4%.

Gazy znajdujące się w jakiejś przestrzeni mieszają się z sobą, czyli dyfundują niezależnie od ciężaru właściwego dopóty, dopóki nie powstanie równomierna mieszanina. Dyfuzja taka zachodzić musi między warstwami powietrza w płucach o równym składzie, dlatego tlen warstw powierzchniowych przechodzi do pęcherzyków, podczas gdy bezwodnik węglowy obiera drogę w przeciwnym kierunku. Wstrząśnienia, jakim ulega powietrze w płucach podczas oddychania przyczynia się też do tej wymiany.

Wymiana gazów między krwią w naczyniach a powietrzem w pęcherzykach. Tutaj trzeba poznać skład powietrza w pęcherzykach, oraz gazów we krwi.

Pflüger i jego uczniowie oznaczali skład gazów w krwi żyłnej płuc za pomocą tak zwanego katetyzowania. Polega ono na wpuszczaniu do większego oskrzela, zaopatrującego pewną część płuc, rurki kauczukowej, tj. kateteru, przeprowadzonej przez balonik gumowy. Z balonikiem tym połączona jest osobna rurka, którą go można rozdać, wskutek czego część płuc zostaje zupełnie odgradzona, a komunikuje na zewnątrz tylko za pomocą kateteru. Kateter zamyka się na kilka minut, podczas tego pies

oddycha spokojnie niezatkanemi częściami płuc, a krew krąży w płucach swobodnie. Po kilku minutach następuje zupełna wymiana gazów między krwią a pęcherzykami części odgradzonej, poczem gazy te można na zewnątrz wyprowadzać i rozbierać.

Fizyka poucza, że gazy zostają pochłaniane w stosunku do ciśnienia, pod jakim się znajdują. Ilość gazu pochłoniętego, czyli rozpuszczonego w cieczy przy ciśnieniu atmosferycznem i ciepłocie O, nazywają Francuzi współczynnikiem pochłaniania gazów, Niemcy zaś biorą za miarę ciśnienie słupa rtęci wysokości 1-go metra. Gazy zostające pod pewnem ciśnieniem same też wywierają pewne ciśnienie, zwane częściowem lub parcyalnem. Znając współczynnik pochłaniania możemy wnosić o ilości gazów pochłoniętych przy pewnem ciśnieniu oraz o ich ciśnieniu częściowem i odwrotnie z ilości gazów o ich ciśnieniu.

Znając te stosunki dla gazów krwi tętnicznej i żylniej, oraz powietrza w pęcherzykach płucnych i powietrza atmosferycznego, można wyprowadzić wnioski, co do wzajemnej wymiany gazów. Stosunki te przedstawiają się w następujący sposób.

Ciśnienie tlenu.

W krwi tętnicznej = 29.6 mm. <i>Hg.</i>	W powietrzu pęcherzyków kateteryzowanych płuc 27.44 mm. <i>Hg.</i>
Odpowiednio 3.9% obj.	Odpowiednio 3.6% obj.

Ciśnienie bezwodnika węglowego.

W krwi tętnicznej = 21 mm. <i>Hg.</i>	W pęcherzykach płucnych 27 mm. <i>Hg.</i>
Odpowiednio 2.8% obj.	Odpowiednio 3.56% obj.

Ciśnienie tlenu.

W krwi żylniej = 22 mm. <i>Hg.</i>	W powietrzu atmosferycznem 158 mm. <i>Hg.</i>
Odpowiednio 2.9% obj.	Odpowiednio 20.8% obj.

Ciśnienie bezwodnika węglowego.

W krwi żylniej = 41 mm. <i>Hg.</i>	W powietrzu atmosferycznem 0.38 mm. <i>Hg.</i>
Odpowiednio 5.4% obj.	Odpowiednio 0.03—1.05 obj.

Jak z tego zestawienia widzimy, napięcie tlenu w krwi tętniczej i powietrzu pęcherzyków jest prawie zupełnie równe, a różnice co do ciśnienia bezwodnika węglowego są nader małe, a więc nie może być mowy o wymianie tych gazów między krwią tętniczą a powietrzem w płucach. Inaczej jednak ma się rzecz co do gazów krwi żyłnej i powietrza atmosferycznego. Napięcie tlenu znacznie jest większe w powietrzu, napięcie zaś bezwodnika węglowego w krwi żyłnej, a więc wyrównanie ciśnienia, czyli wymiana gazów musi tutaj nastąpić, mianowicie tlenu do krwi, a bezwodnika węglowego z krwi do powietrza.

Wyrównywanie napięcia nie tłómaczy jednak w zupełności wymiany gazów przy oddychaniu. Tlen połączony jest we krwi z hemoglobina w związek chemiczny. Jest go tam znacznie więcej aniżeli by było przy zwykłym pochłanianiu. Jeśli się zwierze umieści w zamkniętej przestrzeni i wprowadza tlen pod znacznie mniejszym ciśnieniem, albo odwrotnie rozrzedza się go jeszcze a więc stwarza ciśnienie mniejsze od atmosferycznego, to zwierzę zawsze przyjmuje jednakie tylko ilości tlenu. Gdy się nie dowozi do takiej przestrzeni tlenu w miarę zużytkowania, to zwierzę się udusi, a skład powietrza w tej przestrzeni dowodzi, że zwierzę zużytkowało prawie całkowitą ilość tlenu. Gdyby więc przyjmowanie tlenu zależało tylko od fizycznych warunków, pochłanianie to musiałyby być większe przy zwiększonym ciśnieniu, a ustać zupełnie, gdy się ciśnienia wyrównają we krwi i powietrzu, zwierzę by więc zginęło, choćby jeszcze dużo tlenu w przestrzeni zamkniętej pozostało.

Tak samo bezwodnik węglowy jest we krwi nie tylko pochłonięty, lecz i chemicznie związany. Ciałka czerwone krwi uwalniają go, mając własności słabych kwasów, a to tem łatwiej, gdy tlen przyjmują.

Stosunki jednak ciśnienia mają także wpływ na połączenie chemiczne gazów, np. CO_2 lub O w krwi. Skoro ciśnienie częściowe jest bardzo małe, wtedy połączenie chemiczne rozkłada się.

Prócz stosunków ciśnienia trzeba także uwzględnić prawa

dyfuzji gazów przez błony, jaka zachodzi w płucach. Ilość gazów dyfundujących stoi w odwrotnym stosunku do pierwiastku kwadratowego ich ciężaru właściwego, a więc CO_2 dyfunduje znacznie powolniej aniżeli O .

W najnowszych czasach przypisuje Fleischl czynności serca wielką rolę w wymianie gazów. Jeżeli z syfonu woda sodowa nie chce wychodzić z powodu, że ciśnienie wewnątrz jest za małe, wtedy wstrząsa się nim kilka razy, poczem woda wychodzi zazwyczaj z łatwością. Bezwodnik węglowy uwalnia się w ten sposób z roztworu wodnego i wywiera na nią ciśnienie. Podobne działanie przypisuje Fleischl wstrząśnieniu, jakiemu ulega krew, wypychana z serca podczas skurczu. Wtedy ma się z połączenia chemicznego uwalniać tlen. Oxyhemoglobina rozkłada się pod wpływem wstrząśnienia przy skurczu lewej komory, poczem tlen luźnie tylko zawarty, nawet nie jako prawdziwy roztwór krąży w naczyniach włosowatych, tutaj oddaje go krew otoczeniu, poczem powraca z przyjętym bezwodnikiem węglowym. Skurcz prawej komory dopomaga znów do uwolnienia bezwodnika węglowego tak z roztworu jak też ze słabych połączeń chemicznych, oxyhemoglobina zaś nie jest w stanie rozłożyć się wskutek niego, gdyż siła skurczu prawej komory jest za mała a więc i wstrząśnienie za słabe. Dokonywa tego dopiero silniejszy skurcz komory lewej.

Mechanizm oddychania. Płuca rozszerzają się i wciągają powietrze wskutek powiększania objętości klatki piersiowej. Ta ostatnia wydłuża i rozszerza się wskutek działania pewnych mięśni. Mięśnie te są przedewszystkiem: przepona (*diaphragma*), mięśnie międzyżebrowe (*m. intercostales*), podnoszące żebra (*levator costarum*), następnie mięśnie skośne (*m. scaleni*) i mięśnie brzucha (*m. serrati postici superiores*).

Wdech. Przy spokojnym wdechu kurczy się przepona, przez co wypłaszcza się ku tyłowi, przesuwając trzewia w głąb brzucha i powiększa znacznie pojemność klatki piersiowej w wymiarze podłużnym. Pośredniczy w tej czynności nerw prze-

ponowy (*n. phrenicus*). Mięśnie przyczepiające się do żeber pociągają je ku przodowi i na zewnątrz, rozszerzając w ten sposób klatkę piersiową i jamę brzuszną. Do tego rodzaju mięśni należą *m. scaleni*, *levator costarum* oraz *intercostales*. Wszystkie te mięśnie zaopatrują nerwy pochodzące od rdzenia.

Przy nasilonym wdechu działają jeszcze nadto i inne mięśnie, tak zwane dodatkowe tj. *serratus anticus major*, *latissimus dorsi*, *sternocleidomastoideus*, *pectorales*, *trapezius*, *romboidei*, mięśnie tchawicy i twarzy, z których u zwierząt mięśnie poduszne, skrzydła nosa (*levator alae nasi*) odgrywają znaczną rolę, wiele bowiem zwierząt oddycha wyłącznie przez nozdrza. Te ostatnie zaopatruje nerw twarzowy (*nervus facialis*). Odnośnie do tego czy klatka piersiowa, czy brzuch ma przeważny udział w oddychaniu rozróżnia się typ żebrowy i typ brzuszny. U zwierząt trawożernych przeważa drugi typ, a właściwie mieszany tj. żebrowo-brzuszny, u mięsożernych zaś typ żebrowy.

Wydech spokojny następuje biernie wskutek sprężystości klatki piersiowej i płuc, przy nasilonym zaś biorą udział mięśnie brzucha, *intercostales*, *serratus*, *quadratus lumborum* i *triangularis sterni*, zmniejszające pojemność klatki piersiowej.

Ośrodki oddechowe. Nerwy rdzeniowe działają na mięśnie oddechowe, musimy sobie jednak przytem zadać pytanie skąd pochodzi podnieta przez te nerwy przechodząca.

Fizyologowie francuscy Legallois i Flourens znaleźli w rdzeniu przedłużonym miejsce, po zniszczeniu którego ustaje zupełnie oddychanie. Miejsce to nazwali *nocud vital*, bo zwierzęta zoperowane w ten sposób giną prawie natychmiast. Jest ono położone symetrycznie po obu stronach rdzenia przedłużonego; skoro się je uszkodzi z jednej strony, to oddychanie ustaje tylko po tej samej stronie ciała. Miejsce to więc jest ośrodkiem dla oddychania, tj. narządem, skąd wychodzi podnieta dla nerwów ruchowych, powodujących oddychanie.

Badanie czynione w celu poznania warunków, wśród ja-

kich ośrodek ten działa, wykazały, że odbywa się to na dwojakiej drodze, a mianowicie pod wpływem krwi dopływającej, a następnie nerwów czuciowych, tj. na drodze zwrotnej.

Jeśli się zwierzęciu doprowadza sztucznie do płuc znaczne ilości tlenu, to zwierzę przestaje oddychać (*apnoe*), przeciwnie zaś, skoro krew zawiera nadmiar bezwodnika węglowego, to zwierzę oddycha z wielkiem nasileniem (duszność, *dyspnoe*). W prawidłowym stanie, gdy krew posiada odpowiednie ilości tlenu i bezwodnika węglowego, oddychanie jest spokojne (*eupnoe*). Zjawiska te tłumaczy się w następujący sposób. W rdzeniu przedłużonym znajdują się dwojakiego rodzaju ośrodki oddechowe, mianowicie wdechu i wydechu. Tak brak tlenu jak i obfitość bezwodnika węglowego podniecają ośrodek wdechowy, podczas gdy obfitość tlenu wstrzymuje oddychanie. Skoro zaś ośrodek ten zostaje zbyt silnie podrażniony przez bezwodnik węglowy nagromadzony nadmiernie w krwi, wtedy nuży się on, i oddychanie z początku bardzo nasilone coraz to więcej wolnieje, a w końcu ustaje, i zwierzę ginie wśród drgawek i innych objawów uduszenia (*asphyxia*). Ciepłota krwi ma też wielki wpływ na te ośrodki; krew o wysokiej ciepłocie podnieca je i sprawia przyspieszenie oddychania, o niższej zaś osłabia ich pobudliwość.

Bodźce dochodzą też do tych ośrodków przez nerwy czuciowe. Tak, np. podrażnianie nerwów czuciowych skóry przez oblanie zimną wodą sprawia głęboki wdech. Pewne nerwy podniecają oddychanie, inne zaś tamują je. Przecięcie nerwu błędnego na szyi sprawia zwolnienie oddychania po tej samej stronie, podczas gdy słabe podrażnienie końca obwodowego powoduje przyspieszenie. Silne podniety zawieszają oddychanie już to na szczycie wdechu, już to wydechu, nerw więc błędny zawiera, jak się zdaje, tak włókna przyspieszające jak i tamujące.

Podrażnianie ośrodkowej części nerwów krtaniowych (*n. laryngens superior et inferior*), gałązek nerwu trójdziel nego (*n. trigeminus*) i nerwów trzewiowych, tamuje oddychanie w czasie wydechu.

Samosterownictwo płuc. Hering i Breuer wdmuchiwali gwałtownie powietrze psom do płuc, poczem natychmiast następował wydech głęboki, podczas gdy ssanie powietrza z płuc wywoływało wdech. Tłómaczą to w ten sposób, że przez rozdymanie płuc podnieca się gałązki płucne nerwu błędnego, pobudzające odruchowo ośrodek wydechowy, przez ssanie zaś powietrza z płuc nerwy zaopatrujące ośrodek wdechu. Podobne stosunki mamy też przy prawidłowem oddychaniu, a więc wdech jest zarazem podniętą dla wydechu. Urządzenie to nazwali ci badacze samosterownictwem oddychania.

Pierwszy oddech noworodka. Poznane stosunki tłómaczą nam powstawanie pierwszego oddechu noworodka. Dopóki płód znajduje się w macicy, krąży w nim krew utleniająca się w łożysku (*placenta*), do którego znaczna ilość tlenu zostaje dowieziona. Tlen więc powoduje spoczynek w oddychaniu, tj. *apnoe*. Skoro w chwili porodu ustaje krążenie łożyskowe, krew noworodka przesycona jest bezwodnikiem węglowym, podniecającym do wdechu, który też następuje. Przyczynia się też do tego w znacznej części silne zadrażnienie skóry przez nagłe oziębienie przy przejściu płodu z ustroju macierzystego, gdzie jest wysoka ciepłota, w otoczenie zimniejszego powietrza atmosferycznego.

Śmierć po przecięciu nerwów błędnych. Przecięcie wszystkich nerwów czuciowych, które odruchowo podniecają ośrodek oddechowy, nie znosi oddychania. Ośrodek ten działa dalej automatycznie przez podniecanie krwi. Po przecięciu obu nerwów błędnych na szyi, giną zwierzęta po krótszym lub dłuższym czasie, jednak nie bezpośrednio wskutek zaburzeń w oddychaniu. Sekcja wykazuje u nich rozległe zapalenie płuc. Niektórzy badacze przypisywali je dostawaniu się do płuc pokarmów, nagłośnia bowiem nie zamyka krtani odruchowo, gdyż porażone są jej czuciowe nerwy. Z tego samego powodu nie wykształca zwierzę pokarmów, które się dostają do tchawicy. Jednak skoro się temu zapobiega przez założenie rurki do tchawicy przez otwór

uczyniony w tejże (tracheotomię), a którą sobie zwierzę swobodnie oddycha, i która uniemożliwia dostawanie się ciał obcych do tchawicy, to mimo to zwierzęta giną wśród tych samych objawów. Chciano to zapalenie tłómaczyć porażeniem gałązek naczyniowych nerwu błędnego, które powoduje silne przepełnienie naczyń płuc krwią, a następnie zapalenie. Jednak obecność takich włókien naczyniowych w nerwie błędnym nie jest niezbitie udowodnioną. Rzecz więc nie jest dostatecznie jeszcze rozświecona.

Oddychanie skórne. Wymiana gazów odbywa się nietylko przez płuca lecz i przez skórę. Jest to tak zwane oddychanie skórne (*perspiratio insensibilis*), któremu dawniej nader wielką przypisywano wagę. U zwierząt ssących jest ono jednak bardzo podrzędnego znaczenia.

Régnault i Reiset oznaczali ilość bezwodnika węglowego wydzielanego przez skórę i płuca i znaleźli następujące stosunki.

	Ciężar	CO_2 wydzielony w 1 godz.	
		skórą	płucami
Królik	2425 gr.	0'358 gr.	20'63 gr.
		0'197 gr.	19'38 gr.
Pies	4159 gr.	0'136 gr.	39'15 gr.
		0'176 gr.	42'50 gr.

Oddychanie wewnętrzne. Tlen wdychany przez płuca powraca w krwi żyłnej połączony z węglem na bezwodnik węglowy; pozostaje dowiedzieć się, gdzie odbywa to utlenianie, czyli oddychanie wewnętrzne.

Lavoisier utrzymywał, że sprawa ta zachodzi w samych płucach, rozbiory jednak gazów krwi wykonane przez późniejszych fizyologów wykazały błędność tego zapatrywania. Obecnie wiemy, że utlenianie odbywa się dopiero gdy krew dostaje się do naczyń włosowatych. W tym razie jednak zachodzą dwie możliwości; albo utlenianie istnieje w naczyniach samych, albo też tlen przechodzi (dyfunduje) do tkanek i tam spala pewne składniki.

Zwolennicy pierwszego poglądu przytaczają na dowód doświadczenie Ludwiga i Aleksandra Schmidta, którzy wypuszczali krew zwierząt zaduszonych, a więc prawie wolną od tlenu i przeprowadzali przez nią tlen. Ten ostatni utleniał krew, przy czem wywiązywał się bezwodnik węglowy. Na tej podstawie twierdzą ci badacze, że pewne składniki dostają się z tkanin do naczyń włosowatych i tam zostają utleniane. W krwi uduszonego zwierzęcia gromadzą się te związki, a po wypuszczeniu jej utleniają się dodanym tlenem.

W niższych istotach np. grzybkach i bakterjach, nieposiadających krwi, mamy dowód, że tkanki same przyjmują tlen, istoty te bowiem giną bez niego. I u wyższych ustrojów, np. u pewnych owadów posiadających narząd krążenia, najdrobniejsze tchawki kończą się bezpośrednio w komórkach tkaninowych i tam się utlenianie odbywa, za czem przemawiają badania nad świecącymi owadami, np. świetlikiem, zwanym pospolicie robaczkiem świętojańskim (*lampyris splendidula*). Tutaj w narządach świecących kończą się także tchawki w pewnych komórkach, te świecą w powietrzu, świecenie to zaś ustaje skoro się odetnie przystęp tlenu. Komórki te barwią się silnie na czarno kwasem nadosmowym, odtleniając go; widzimy więc, że utlenianie odbywa się w samych tkaninach.

U zwierząt ssących mamy przykłady przenikania tlenu przez pewne tkaniny. W życiu płodowym naczynia krwionośne matki nie są bezpośrednio połączone z naczyniami płodu w łożysku, lecz tworzą dwa odrębne układy naczyń włosowatych. Tlen więc przenika z jednego układu do drugiego, zanim krąży w krwi tętnicznej płodu.

Ślina zawiera też pewne ilości tlenu, a mianowicie ślina gruczołu podszczękowego psa posiada go 0·14—0·6%. Krążenie jest w tej śliniance w czasie działania nader wzmożone, tlenu jest tak dużo, że go tkanki nie mogą zużyć.

Że utlenianie odbywa się w tkankach samych udowadnia Pflueger na »żabie solnej«, tj. takiej, u której krew została

całkowicie wypłókana i zastąpiona fizyologicznym roztworem soli kuchennej (0.6% Na Cl). Żaba taka żyje około dwóch dni i oddycha zupełnie jak prawidłowa, tj. zużywa tlen i wydaje bezwodnik węglowy.

Udowodniono też, że mięśnie wycięte pochłaniają tlen, a wydzielają bezwodnik węglowy.

Ponieważ w końcu Ludwig i jego uczniowie wykazali, że związki odtleniające we krwi zwierząt zaduszonych znajdują się wyłącznie w ciałkach czerwonych, przeto większość fizyologów przyjmuje, że sprawa utleniania odbywa się w tkaninach, we krwi zaś o tyle, o ile znajdują się w niej składniki tkaninowe, tj. żywe czerwone ciałka krwi.

TRAWIENIE.

Aby poznać zmiany, jakie zachodzą w przewodzie pokarmowym, należy się poprzednio zaznajomić się z chemicznym składem pokarmów.

Rozbierając chemicznie pokarmy, tak roślinne jak i mięsne (zwierzęce), dochodzi się do wyniku, że składają się głównie z ciał wspólnych obu tym rodzajom. Ciała te dzielimy na organiczne i nie organiczne.

Składniki organiczne. Najważniejszymi składnikami organicznymi są białka, węglowodany i tłuszcze.

Białka znajdują się we wszystkich tkankach i sokach, tak roślinnych jak zwierzęcych, a mimo wielkiej różnorodności posiadają wszystkie pewne wspólne cechy. Rozbiór pierwiastkowy białek wykazuje, że zawierają one w swym składzie:

C.	50—55%
H.	6·6—7·3
N.	15—19
S.	0·8—2·4
O.	19—24

Oprócz tych pierwiastków znachodzi się w niektórych białkach jeszcze żelazo i fosfor. Przedewszystkiem zasługuje na uwagę obecność azotu, odgrywającego bardzo ważną rolę w ustroju zwierzęcym.

Białko znajduje się w sokach bądź to roślinnych, bądź zwierzęcych, np. w osoczu krwi, soku z mięsa, białku jaja kurzego itd., w postaci płynu. Jeżeli umieścimy taki roztwór w dyalizatorze, to po pewnym czasie przekonamy się, że przez błonę wewnętrznego naczynka przejdzie ciecz wraz z innymi składnikami wszystko białko zaś w niem pozostanie. Mamy podobny przykład z chemii nieorganicznej w kwasie krzemowym. Jeśli się należy do roztworu krzemianu sodowego kwasu solnego, wtedy otrzymuje się płyn, — kwas krzemowy, który się przytem musi z połączenia wydzielić, pozostanie w rozpuszczeniu. Jeśli jednak roztwór ten podda się dyalizie, wtedy przez błonę przejdzie utworzony chlorek sodu i nadmiar kwasu solnego, zaś kwas krzemowy pozostanie w dyalizatorze. O ciałach takich mówimy, że są w stanie pozornego rozpuszczenia i nazywamy je za Grahamem kolloidami, w przeciwstawieniu do ciał przenikających zarazem przez błony zwierzęce, a znajdują się one podług zdania niektórych fizjologów w stanie pośrednim między napęcznieniem a prawdziwym roztworem. Do utrzymania niektórych białek w tym stanie pozornego rozpuszczenia wystarcza obecność wody, do innych zaś potrzeba pewnych soli nieorganicznych, a przedewszystkiem chlorków alkali.

Skoro się białkom odbierze te sole, np. przez dyalizę, wtedy ze stanu rozpuszczenia pozornego przechodzą w stan skrzepły.

Białek zwierzęcych nie udało się dotychczas wykrystalizować, lecz tylko pewne białka roślinne zawarte w orzechach amerykańskich, ziarnkach dyni itd. Z tego to powodu trudno jest oznaczyć ściśle budowę chemiczną białka. Zdania w tym kierunku są tak różnorodne, że możemy je tutaj zupełnie pominąć. Prawie niepodobieństwem także jest zaprowadzić między nimi ścisły podział. Hammarsten dzieli je na 1) białka, 2) proteidy, 3) ciała białkowate czyli podobne do białek (albuminoidy).

Wszystkie białka posiadają pewne wspólne cechy. Pod wpływem podwyższonej ciepłoty krzepną, to samo sprawia al-

kohol i eter. Kwasy mineralne strącają białko, podobnie jak i organiczne, z wyjątkiem kwasu octowego zgęszczonego, który je rozpuszcza.

Pod wpływem silniejszych kwasów np. kwasu solnego zmienia się białko w połączenie tak zwane *acid albumin*, czyli syntoninę, z alkaliarni zaś tworzą się białkany (*alkali albuminat*), np. białkan potasowy lub sodowy, ciała, rozpuszczalne w soli kuchennej. Z rozczyńnów tych nie można ich strącić przez gotowanie, lecz przez zakwaszenie rozcieńczonymi kwasami.

Wszystkie białka zachowują się w jednaki sposób wobec pewnych odczynników, czyli dają próby, za pomocą których można wykazać ich obecność. Jeśli się białko gotuje z kwasem azotowym, tworzy się połączenie barwy żółtej, zwane ksantoproteiną, o własnościach kwasów, nierozpuszczalne. Za dodaniem alkaliów, np. ługu potasowego, tworzy się ksantoproteinian potasowy, barwy ciemno brunatnej. Białka ogrzewane do 60⁰ z odczynnikiem Millona, tj. azotanem rtęciowym i kwasem azotowym przybierają barwę czerwoną, z ługiem zaś potasowym i kilku kroplami siarkanu miedziowego fioletowo błękitną. Żelazinek potasu strąca je z rozczyńnu zakwaszonego kw. octowym. Roztwór białka w kwasie octowym zlodowaciałym przybiera za dodaniem kwasu siarkowego zgęszczonego barwę fioletową, a w przyrządzie widmowym daje pewne smugi absorbcyjne.

Kleje. Najwięcej zbliżone własności chemiczne do białek posiadają ciała klejowe, wchodzące w skład kości, chrząstek itd. Zaliczają się do rzędu ciał białkowatych. Nie przenikają tak samo jak białka przez błony zwierzęce, są więc kolloidami. Zawierają też tak samo jak białka w swym składzie azot i siarkę. Natomiast pewne własności posiadają wprost przeciwne aniżeli białka. Tak np. białka ścinają się przy zagotowaniu, podczas gdy klej przeciwnie rozpuszcza się, a rozczyńn ten krzepnie przy oziębieniu. Niektóre białka rozpuszczają się w kwasach rozcieńczonych, np.

w kwasie solnym, w zgęszczonych się osadzają — kleje zaś zachowują się zupełnie odwrotnie.

Rozbierano chemicznie różne odmiany klejów i znaleziono dla nich następujący skład procentowy:

Klej z kości lub tkanki łącznej	Klej z chrząstek
C. 49·3—50·8	47·7—50·2
H. 6·5—6·6	6·6—6·8
N. 17·5—18·4	13·9—14·1
S. 0·56	0·4—0·6
O. 24·9—26	29·0—31·0

Jeśli porównamy te liczby ze składem białek spostrzeżemy, że kleje zawierają mniej węgla a więcej tlenu, stąd można wnosić, że one powstają przez utlenienie białek w ustroju zwierzęcym.

Węglowodany czyli wodniki węgla są połączeniami bardzo rozpowszechnionymi w świecie roślinnym. Grupa ta zawiera w swym składzie 6 lub też wielokrotną tej liczby węgla, wodoru zaś i tlenu w takim stosunku, w jakim się znajdują w wodzie. Do tego rzędu połączeń należą wszelkie rodzaje cukrów, następnie grupa skrobi.

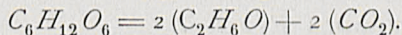
Cukry są połączeniami rozpuszczalnymi w wodzie, smaku słodkiego. Pod względem chemicznym zachowują się podobnie jak aldehydy, odtleniają bowiem tlenki metali. Uważane też są za aldehydy alkoholu zwanego mannitem. Do rzędu tych należy np. cukier gronowy ($C_6H_{12}O_6$) zawarty w wielu owocach, miodzie itd.

Jeśli do ługu potasowego nalejemy roztworu siarkanu miedziowego, wtedy powstanie osad niebieskawy wydzielonego wodnika miedziowego. Skoro następnie poczniemy go ogrzewać, osad przybierze barwę czarną wskutek przemiany wodnika w tlenek miedziowy (CuO). Inaczej jednak będzie się sprawa odbywać skoro dodamy roztworu cukru gronowego. Wtedy nie wydzieli się już osad niebieskawy, lecz żółty wodnika miedziowego, który następnie za ogrzaniem zmieni się w czerwony, wskutek wytworzenia tlenku miedziowego (Cu_2O). Cukier więc gronowy

odtlenił tlenek miedziowy na tlenek miedziawy. Jest to tak zwana próba Trommera. Tej własności odtleniającej użyto też do ilościowego odznaczenia cukru. Własności tej nie posiada inny rodzaj cukru, mianowicie zawarty w burakach, trzcinie cukrowej itd. tak zwany cukier trzcinowy ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Jeśli się cukier gotuje z wodnikiem sodowym lub potasowym, wtedy płyn przybiera barwę najpierw żółtą, potem ciemnieje, wkońcu zaś staje się brunatny, przyczem rozchodzi się woń, podobna do tej, jaką wydaje palony cukier. Dzieje się to wskutek wytwarzania tak zw. karamelu, mieszaniny ciał mało dołąd zbadanych.

Jeśli się doda do roztworu cukru trochę drożdży i umieści w miejscu ogrzanem, najlepiej do ciepłoty około $25^{\circ}C$, wtedy po pewnym czasie zaczną się wydzielać bańki kwasu węglowego, a płyn zbadany nie będzie już zawierał cukru, lecz alkohol etylowy obok bardzo małych ilości gliceryny i kwasu bursztynowego. Cukier rozłożył się na dwie drobiny alkoholu i dwie drobiny bezwodnika węglowego.



Przemianę tę pod wpływem drożdży, tj. zaczynu czyli fermentu uorganizowanego nazywamy fermentacją. Jeżeli się zważy naczynie zawierające roztwór cukru przed i po fermentacji, przekonywa się, że utraciło nieco na wadze wskutek ułotnienia się bezwodnika węglowego. Z tego ubytku można oznaczyć ilość cukru, podczas fermentacji bowiem wytwarza się stała zawsze ilość bezwodnika węglowego z pewnej ilości cukru.

Pewne ciała posiadają własność skręcania płaszczyzny polaryzacyjnej. Białka np. skręcają ją na lewo, cukry zaś przeważnie na prawo i to w pewnym stosunku do ich zawartości w płynie. Na tej podstawie zbudowano przyrządy tak zw. cukromierze (sacharymetry), pozwalające odczytywać bezpośrednio ilość cukru w roztworach podług wielkości skręcenia płaszczyzny polaryzacyjnej.

Wszystkie inne rodzaje cukrów mają też podobne własności.

Grupa skrobii czyli mączki. Skrobia ($C_6H_{10}O_5$) n . stanowi główną część składową ziarn zboża, ziemniaków, kukurudzy, ryżu i t. p. Jest to proszek biały, bez smaku, w wodzie nierozpuszczalny. Jeśli się ją zagotowuje w wodzie, wtedy powstaje mniej lub więcej gęsty, jednolity płyn, silnie opalizujący. Nie jest to jednak roztwór. Można się o tem przekonać poddając go dyalizie, wtedy skrobia nie przejdzie przez błonę. Ziarna skrobii napęczniały tylko przybierając wodę, lecz nie rozpuściły się. Mała część skrobii rozpuszcza się rzeczywiście dopiero przy bardzo długim gotowaniu. Gotowana skrobia zamienia się po wysuszeniu w białą, kredową masę, zwaną krochmalem.

Jeśli do skrobii napęczniałej w wodzie, tj. do kleiku skrobii dodamy trochę jodu, rozpuszczonego w jodku potasu, wtedy płyn przybierze barwę błękitną. Jest to nader czuły odczynnik, najmniejsze bowiem ilości skrobii oddziałują już w ten sposób.

Jeśli dodamy do kleiku skrobii wyciągu słodowego, lub kiełkującego jęczmienia, wtedy spostrzeżemy, że płyn zmienił po pewnym czasie swe własności. Skrobia rozpuściła się całkowicie, a dodany siarkan miedziowy odtlenia się pod wpływem tego roztworu. Z ługiem potasowym daje on zabarwienie żółte aż do brunatnego, a więc próbę karamelową, z drożdżami zaś fermentuje. Ze skrobii więc utworzył się cukier pod wpływem pewnego ciała zawartego w wyciągu słodowym, zwanego dyastazą, czyli rozsadnikiem. Cukier ten jest cukrem gronowym. To samo uczynić można gotując skrobię czas dłuższy z kwasami mineralnymi rozcieńczonymi.

Płyn otrzymany w ten sposób zawiera jeszcze oprócz cukru inne ciało, a mianowicie tak zw. dextrynę. Skład procentowy tego ciała jest ten sam co i skrobii. Dextryna jest proszkiem białym, łatwo bardzo w wodzie rozpuszczalnym, a w roztworach skręca płaszczyznę polaryzując na prawo, stąd pochodzi jej nazwa.

Ze skrobii wytwarza się pod wpływem wymienionych poprzednio czynników kilka gatunków dextryny. Skrobia przechodzi najpierw w odmianę rozpuszczalną, ta rozszcza się na cukier

i dextrynę, barwiącą się jodem na czerwono — erytrodextrynę, następnie zaś na dextrynę, której jod całkowicie nie barwi, t. j. achroodextrynę.

Błonnik. Do ważniejszych wodników węgla, szczególnie na pokarm zwierząt trawożernych, należy ciało zwane błonnikiem, komórczeniem, drzewnikiem lub cellulozą. Posiada on ten sam skład, co i skrobia a odznacza się wielką odpornością wobec wszelkich odczynników. Nie rozpuszcza się w zwykłych odczynnikach zupełnie. Zawarty jest w łupinach ziarn, szczególnie roślin strączkowych, w drzewie, słomie, sianie.

Tłuszcze są połączeniami kwasów tłuszczowych z alkoholem trójatomowym, zw. gliceryną $C_3H_5(OH)_3$. Szereg kwasów tłuszczowych rozpoczyna kwas mrówkowy. Wszystkie posiadają budowę odpowiadającą wzorowi $C_nH_{2n-1}O.OH$. Do najwięcej rozpowszechnionych kwasów tłuszczowych tego rzędu należą w państwie zwierzęcem kwas palmitynowy $C_{16}H_{32}O_2$ i kwas stearynowy $C_{18}H_{34}O_2$.

Początkowe człony tego szeregu kwasów są płynne, ulatniają się nader łatwo; wyższe zaś, posiadające w swym składzie więcej węgla, są stałe, nie ulatniają się i punkt ich wrzenia jest znacznie wyższy.

Oprócz kwasów tego rzędu napotyamy w tłuszczach jeszcze innego rodzaju kwasy, mianowicie jednoatomowe kwasy oleinowe, budowy $C_nH_{2n-3}O(OH)$, nazwane od kwasu oleinowego lub elainowego $C_{18}H_{34}O_2$ zawartego w oliwie.

Kwasy obu tych szeregów są jednoatomowe, a więc tłuszcze są odnośnie do tego potrójnymi eterami trójatomowego alkoholu gliceryny. Są to ciała nierozpuszczalne we wodzie, natomiast łatwo w eterze, chloroformie, benzolu i dwusiarczku węgla. W alkoholu rozpuszczają się dopiero przy ogrzaniu, po oziębieniu zaś znów się wydzielają. Na papierze pozostawiają charakterystyczną tłustą plamę. Przy silnem bardzo ogrzewaniu wydają przykry swąd, wskutek utworzenia się połączenia zwanego akroleiną. Węglały alkaliów nie działają na tłuszcze obojętne, natomiast

wodniki ich tj. ługi rozkładają je na glicerynę i wolne kwasy tłuszczowe, z którymi się łączą następnie w rozpuszczalne związki, zw. mydlami. Z mydeł można te kwasy znów strącić silniejszymi kwasami mineralnymi.

Tłuszcze kłócone z kolloidami np. z białkami tworzą zawiesinę, tj. emulsję.

Zawiesina z tłuszczów i białka tworzy się w ten sposób, że tłuszcz rozbija się na nader drobniutkie kuleczki, te zaś powlekają się białkiem jakby cieniuchną błonką, która przeszkadza następnie spływaniu się kulek ze sobą. Z ługiem potasowym lub sodowym tworzą tłuszcze także zawiesinę wskutek tego, że powstaje mydło, które nie dopuszcza spływania ze sobą kulek tłuszczu.

Gliceryna jest ciałem płynnym przezroczystym, łatwo rozpuszczalnym we wodzie, smaku słabo słodkiego.

Oto są trzy główne grupy połączeń chemicznych zawartych w pokarmach. Napotyamy w nich jeszcze inne związki, te jednak nie mają dla ustroju donioślejszego znaczenia.

Składniki nieorganiczne. Do tych należy woda, następnie sole mineralne, jako to chlorek sodu, potasu, połączenia wapna, żelaza, kwasu fosforowego i t. d. W końcu do pokarmów nieorganicznych można zaliczyć z całą słusnością tlen.

Szczegółowy skład pokarmów. Skład mleka i mięsa podany będzie później w innych rozdziałach — pozostaje więc do uwzględnienia skład pokarmów roślinnych.

Białka roślinne mają te same własności jak i zwierzęce. Pewne z nich zbliżają się do białka zwierzęcego w ścisłym tego słowa znaczeniu (albumin); znajdują się przeważnie w sokach roślinnych. Inne znów skłaniają się więcej ku gałczeniom (globulinom). Do tych należy roślinna myozyna, konglutyna, legumina, oddziałująca silnie kwaśno i glutenkazeina. Przy zarabianiu mąki na ciasto i ostrożnem gniecieniu pod wodą otrzymuje się szereg ciał zwanych glutyną. Podstawę stanowi tutaj

związek powstały przez zmianę myozyny pod wpływem fermentu. Połączenie to nazwano włóknikiem roślinnym.

Oprócz białek napotyka się w pokarmach roślinnych inne jeszcze związki azotowe, mianowicie połączenia amidowe, jak np. asparagina, których wartość nie jest jeszcze dokładnie zbadana. Niektórzy badacze chcą im przypisywać własność zaoszczędzenia białka, jaką posiadają węglowodany.

Sposoby obliczania składników nie są zbyt dokładne, polegają bowiem na oznaczaniu tak zwanych surowych składników. Ilość surowego białka oblicza się podług ilości znalezionej azotu, który jednak w pewnej części przypada i nie na białko. Wszystko, co się da wytrawić eterem podaje się jako surowy tłuszcz. Pozostałość po wytrawieniu paszy eterem, alkoholem, wodą, kwasami i alkalicami nazywa się surowym włóknem.

Ziarna zbóż zawierają przeważnie skrobię a mniej białka, z tego zaś przeważnie należące do grupy włóknika.

Oto przeciętny skład ilościowy ziarna owsa podług K ö n i g a :

W 100 częściach owsa	Woda	Związki azotowe	Tłuszcz	Węglowodany	Błonnik	Popiół	Zdolnych do wchłaniania			
							Związki azo- towe	Tłuszcz	Związki azotowe wyciągowe	Stosunek części pożywczych
Minimum	7'66	6'25	2'76	42'82	6'66	1'61	—	—	—	—
Maximum	18'46	19'66	7'31	65'45	20'02	6'11	7'60	4'10	4'10	1:8'3
Przeciętna	12'37	10'41	5'23	57'78	11'19	3'02	—	—	—	—

Soli mineralnych zawiera owies w odsetkach popiołu: potasu 17'90, sodu 1'66, wapna 3'60, magnezyi 7'13, tlenku żelaza 1'18, kwasu fosforowego 25'64, siarkowego 1'78, krzemowego 30'18, chloru 0'94.

Skład innych rodzajów zboża jest następujący:

W 100 częściach	Woda	Związki azotowe		Tłuszcz		Związki wyciągowe			Związki bezazotowe zdolne do wchłaniania	Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywczych
		Surowe białko	Zdolne do wchłaniania	Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłaniania	Cukier	Dekstryna i guma	Skrobia				
Pszenica . .	13:56	12:35	11:14	1:75	1:40	1:44	2:38	64:08	65:75	2:56	1:18	1:6:4
Żyto . . .	15:06	11:52	10:38	1:79	1:43	0:95	4:86	62:00	65:70	2:01	1:71	1:6:9
Jęczmień . .	13:77	11:14	8:90	2:16	1:46	1:56	1:70	61:67	60:00	5:31	2:69	1:7:2
Kukurudza	13:12	9:85	8:27	4:62	3:41	2:46	3:38	62:57	65:66	2:49	2:51	1:9:2
Ryż . . .	13:11	7:85	7:05	0:88	0:87	0:05	1:11	75:60	74:10	0:63	1:01	1:11:2

Rośliny strączkowe obfitują w białko, a mianowicie kazeinę i leguminę.

Oto skład niektórych z nich podług Wolffa:

W 100 częściach	Woda	Związki azotowe		Tłuszcz		Związki wyciągowe bezazotowe		Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywnych
		Surowe białko	Zdolne do wchłaniania	Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłaniania	Skrobia i cukier	Zdolne do wchłaniania			
Żółty łubin . .	13:3	36:2	34:4	4:9	4:9	28:6	41:8	13:8	3:8	1:1:6
Wyka pastewna	14:3	27:5	24:8	3:0	2:5	45:8	48:2	6:7	2:7	1:2:2
Bobik	14:5	25:5	23:0	1:6	1:4	45:9	50:2	9:4	3:1	1:2:3
Groch	14:3	22:4	20:2	2:0	1:7	52:5	54:4	6:4	2:4	1:2:9

Pasza zielona odznacza się wielką ilością wody i błonnika. Wolff podaje następujący rozbiór.

W 100 częściach paszy zielonej	Związki azotowe				Odsetki azotu przypadające nie na białko	Tłuszcz			Związki wyciągowe bezazotowe		Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywnych	
	Woda	Surowe białko				Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłaniania	Skrobia i cukier	Zdolne do wchłaniania	Błonnik				Popiół
		Zdolne do wchłaniania	Połączenia amidowe	Odsetki azotu przypadające nie na białko										
Trawa łąkowa	80'0	3'5	2'5	0'94	26'9	0'8	0'4	9'7	13'0	4'0	2'0	1:4'4		
Zielona kukurudza	82'9	1'2	0'7	0'22	18'5	0'6	0'3	8'8	8'4	5'2	1'3	1:13'0		
Czerwona konicz.	80'4	3'0	1'7	0'57	19'0	0'6	0'4	8'9	8'7	5'8	1'3	1:5'7		
Lucerna	74'0	4'5	3'2	1'45	28'9	0'8	0'3	9'3	9'1	9'5	2'0	1:3'1		
Łubin	85'0	3'1	2'0	1'09	35'2	0'4	0'2	5'7	5'1	5'1	0'7	1:3'6		
Wyka pastewna	82'0	3'5	2'2	0'80	22'9	0'6	0'3	6'6	5'5	5'5	1'8	1:3'7		

Następujące tablice zawierają skład **suchej paszy**, mianowicie siana i słomy a zapyżyczone są także od Wolffa.

W 100 częściach siana	Związki azotowe				Odsetki azotu przypadające nie na białko	Tłuszcz			Związki wyciągowe bezazotowe		Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywnych	
	Woda	Surowe białko				Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłaniania	Skrobia i cukier	Zdolne do wchłaniania	Błonnik				Popiół
		Zdolne do wchłaniania	Połączenia amidowe	Odsetki azotu przypadające nie na białko										
Siano łąkowe	14'3	9'7	5'4	1'24	12'8	2'5	1'0	41'0	41'0	26'3	6'2	1:8'0		
Koniczyna czerwona	16'0	12'3	7'0	2'34	19'0	5'3	1'2	38'2	38'1	26'0	2'2	1:5'9		
Lucerna	16'0	14'4	9'4	4'15	28'9	0'2	1'0	27'9	28'3	23'0	2'5	1:3'3		
Wyka pastewna	16'7	19'8	15'1	7'50	38'0	9'3	1'4	28'5	31'1	23'4	2'3	1:2'2		

W 100 częściach słomy	Woda	Związki azotowe		Tłuszcz		Związki wyciągowe bezazotowe		Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywnych
		Surowe białko	Zdolne do wchłonięcia	Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłonięcia	Skrobia i cukier	Zdolne do wchłonięcia			
Owies . . .	14'3	4'0	1'4	2'0	0'7	36'2	40'1	39'5	4'0	1:29'9
Pszenvca . .	14'3	3'0	0'8	1'2	0'4	36'9	35'6	40'0	4'6	1:45'8
Żyto . . .	14'3	3'0	0'8	1'3	0'4	33'3	36'5	44'0	4'1	1:46'9
Jęczmień . .	14'3	3'0	0'8	1'4	0'4	32'5	31'4	43'0	5'5	1:40'5
Łubin . . .	16'0	5'9	2'2	1'1	0'3	32'1	41'6	40'8	4'1	1:19'4
Wyka pastewna	16'0	7'5	3'4	1'0	0'5	29'0	31'9	42'0	4'5	1:9'8
Bobik . . .	16'0	10'2	5'0	1'0	0'5	34'2	35'2	34'0	4'6	1:7'3
Groch . . .	16'0	6'5	2'9	1'0	0'5	33'4	33'4	38'0	4'5	1:12'0

Kłábie i korzenie posiadają przeciwne własności aniżeli ziarna zbóż i roślin strączkowych, mianowicie posiadają dużo wody a natomiast mało połączeń azotowych.

Oto ich skład:

W 100 częściach	Woda	Związki azotowe				Tłuszcz		Związki wyciągowe bezazotowe		Błonnik	Popiół	Stosunek części pożywnych
		Surowe białko	Zdolne do wchłonięcia	Związki amidowe	Odsetki azotu nieprzypadające na białko	Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłonięcia	Skrobia i cukier	Zdolne do wchłonięcia			
Kartofle . .	75'48	1'95	1'95	0'87	44'7	0'15	0'15	20'69	21'44	0'75	0'98	1:11'2
Bulwy . .	79'59	1'98	1'98	0'84	42'3	0'13	0'13	15'06	16'53	1'47	1'17	1:8'5
Buraki pastew.	87'71	1'09	1'09	0'70	63'9	0'11	0'11	9'26	10'24	0'98	0'95	1:9'6
Marchew past.	87'05	0'04	1'04	0'47	45'3	0'21	0'21	9'34	10'74	1'40	0'90	1:10'8

Odpadki pozostałe przy sporządzaniu mąki, wycłoczyny z olejów, pozostałości przy pędzeniu wódki lub piwa zostają też zużytkowane jako pożywienie dla bydła.

Przy mieleniu zboża pozostają otręby (grys), zawierające przeważnie błonnik, oraz trochę mąki. Skład ich jest następujący:

W 100 częściach otrąb	Woda	Związki azotowe		Tłuszcz		Związki wy- ciągowe bez- azotowe		Drzewnik	Popiół	Stosunek części pożywnych
		Surowe białko	Zdolne do wchłaniania	Surowy tłuszcz	Zdolny do wchłaniania	Skrobia i cu- kier	Zdolne do wchłaniania			
Pszenica (delikatna)	13'1	14'0	18'8	3'8	3'0	55'0	44'4	8'7	5'4	1:4'4
Pszenica (grubsza)	12'4	15'0	12'6	3'2	2'6	52'5	42'7	10'1	6'6	1:3'9
Żyto	12'5	14'5	12'2	4'5	3'6	58'6	46'2	7'2	5'2	1:4'5
Jęczmień	12'0	14'8	11'5	4'1	3'6	45'6	43'2	19'4	4'1	1:4'5

Przy wyciskaniu oleju pozostają tak zwane makuchy, zawierające znaczny procent białka i tłuszczów. Najwięcej są używane z lnianego siemienia, maku i rzepaku.

Przy fabrykacji piwa lub wódki pozostaje tak zwane młóto (bracha) jęczmienne lub ziemniaczane, składające się przeważnie z białek, z małym tylko dodatkiem węglowodanów. Stosunek części pożywnych w młócie jęczmiennem jest 1:3'7, w kartoflanem zaś 1:3'4.

Trawienie w jamie pyskowej. Trawienie rozpoczyna się już w jamie pyskowej, w której pokarm spotyka się z płynem zwanym śliną, wydzielanym przez trzy pary gruczołów, a mianowicie przez ślinianki przyuszne (*parotis*), podszczękowe (*submaxillaris*) i podjęzykowe (*sublingualis*).

Do wydzieliny tych ślinianek przyłącza się jeszcze śluz, wydzielany przez gruczoły znajdujące się w błonie śluzowej jamy pyskowej.

Budowa ślinianek. Wszystkie ślinianki należą do rzędu gruczołów gronowych, nazwanych tak dla podobieństwa do grona winnego. Grona utworzone są z drobnych pęcherzyków (*acini*), otoczonych delikatną, bezpostaciową błoną, wśród której mieszczą się właściwe komórki gruczołowe. Z każdego

takiego pęcherzyka wybiega drobnouchny kanalik, kanaliki te łączą się po kilka w większe przewody, które znowu łączą się w jeden główny, uchodzący do jamy pyskowej. Przestrzenie pomiędzy poszczególnymi pęcherzykami wypełnione są tkanką łączną, wśród której przebiegają naczynia krwionośne, chłonicze i nerwy.

Komórki wypełniające pęcherzyki są rozmaite w różnych śliniankach. W śliniance podszczękowej i podjęzykowej są dwa rodzaje komórek. Jedne umieszczone w środku, są to komórki duże, posiadające osłonkę i jądro, w części zwróconej ku pęcherzykowi. Komórki te są błyszczące, łamią silnie światło. Jeśli się preparat mikroskopowy podda działaniu karminu, wtedy zabarwia się nim tylko jądra, a nie całe komórki. W ten sposób zachowuje się śluz. Ponieważ zaś i inne doświadczenia wykazały jego obecność w tych komórkach, przeto nazwano je komórkami śluzowemi.

Przy ścianach pęcherzyków znajduje się drugi rodzaj komórek. Są one ułożone w kształty zbliżone do półksiężyca. Te grupy komórek nazwano od wynalazcy półksiężycami Giannuzzego. Komórki składające je są graniaste, zawierają eliptyczne jądra. Barwią się one bardzo dobrze karminem, która to własność wspólna jest białkom.

Gruczoł przyuszny zwierząt ssących posiada tylko jeden rodzaj komórek. Są to komórki bez osłonki, ziarniste, zawierające w pośrodku ząbkowane jądro. Komórki te podobnie jak opisane poprzednio półksiężyce barwią się łatwo karminem.

Otóż skoro się rozbiera pokarmy zawierające w swym składzie skrobię pozostające w jamie pyskowej czas pewien, spostrzega się, że odtleniają one tlenek miedziowy na miedziawy, gotowane z ługiem potasowym przybierają barwę brunatną i wydzielają woń karmelenu; jednym słowem znajduje się w nich cukier. Doświadczenie to można powtórzyć po za ustrojem, zachowując możliwie te same warunki, jakie się w ustroju napotyka, a więc tę samą ciepłotę mniej więcej około 37° C., to samo oddziaływanie, mianowicie alkalicznie i t. d. Weźmy więc rurkę próbną, nalejmy

kleiku skrobi, dodajmy śliny i ogrzewajmy lekko, a po pewnym czasie spostrzeżemy, że oprócz skrobi mamy w rurce cukier, oraz dextrynę. Pod wpływem więc śliny uległa skrobia takiej samej przemianie, jaką sprawia rozsadnik roślinny czyli dyastaza lub rozcieńczone kwasy. Jeśli zmienimy jednak warunki, np. ogrzejemy roztwór do 75° C., wtedy cukier się nie wytworzy. To samo będziemy mieli, jeśli płyn zobojętnimy lub zakwasimy. Ciało więc zamieniające skrobię w cukier działa tylko przy pewnej niezbyt wysokiej ciepłocie i w roztworze alkalicznym.

Starano się otrzymać to ciało odosobnione i udało się to do pewnego stopnia przez wytrawianie ślinianek wodą i gliceryną, a następnie strącanie alkoholem. Przez kilkakrotne powtarzanie tego zabiegu, a następnie ostrożne suszenie można otrzymać białawo żółty proszek, łatwo w wodzie rozpuszczalny, rozszczepiający skrobię na dextrynę i cukier. Ciało to nazwano ślinnikiem lub ptyalina. Zawiera ono w swym składzie azot, pod pewnymi względami zbliża się do białek, nie zdradza jednak próby ksantoproteinowej, nie może być przeto ściśle do nich zaliczane. Ze względu na własności rozkładające stawia się je w rzędzie tak zwanych enzymów, czyli jak dawniej nazywano fermentów, lub zaczynów organicznych. Obecności tegoż zawdzięcza ślina własności trawiące skrobię.

Ślina mieszana, tj. taka, którą wydzielają wszystkie ślinianki jestto płyn opalizujący, bez smaku i woni, ciągnący się, oddziaływania alkalicznego. Ciężar właściwy wynosi od 1'0045 do 1'0102. Pod mikroskopem znajdujemy w nim drobne, okrągłe ciała, złożone z pierwoszcza i jądra ziarnistego, bez osłonki. Ciała te nazywamy ciałkami śliny. Oprócz tego znajduje się złączony przybłonek błony śluzowej, jamy pyskowej i języka, liczne bakterye, spirylle i t. d.

Z organicznych składników zawiera ślina oprócz ślinnika, ślady białka, śluz, tłuszcze i ślady mocznika. Z nieorganicznych: chlorek sodu, potasu, fosforany alkaliów i ziem, kwas węglowy z gazów, tlen

i azot. Oto stosunek tych składników w ślinie mieszanej rozmaitych zwierząt.

Na 100 części	Koń	Krowa	Owca	Pies
Woda	992'00	990'74	989'63	989'63
Śluz i białko . .	2'00	0'44	1'00	3'58
Węglany alkaliów	1'08	3'38	3'00	—
Chlorki alkaliów .	4'92	2'85	6'00	5'82
Fosforany alkaliów	ślad	2'49	1'00	0'82
Fosforany ziemne	ślad	0'10	ślad	0'15

Ilość śliny wydzielanej w przeciągu jednej doby jest nadzwyczaj różna u rozmaitych zwierząt: Zwierzęta mięsożerne wydzielają od 1000—2000 gr. śliny, koń znacznie więcej, bo około 42000 gr., przeżuwające zaś wydają olbrzymie ilości bo do 56000 gr.

Wydzielanie śliny. Wypada nam teraz zastanowić się nad sprawą wydzielania śliny, skąd się ona bierze, w jakich warunkach wydziela i t. d. Aby tę sprawę móc pojąć należy uwzględnić nie wydzielanie śliny tak jak dotychczas mieszanej, lecz dostarczanej przez poszczególne gruczoły.

Wprowadzając w przewody poszczególnych ślinianek cienkie rurki szklane, można zbierać ślinę, która się wydziela z gruczołu przyusznego wciąż, wiele więcej jednak, bo 4—8 razy tyle, gdy zwierzę je i to znacznie silniej z tej strony, którą żuje pokarm. Ślina, jaka się podczas tego wydziela jest alkaliczna, rzadka, nie ciągnie się, lecz spada kroplami, nie zawiera bowiem zupełnie śluzu, na co już budowa komórek gruczołu wskazywała. Zawiera natomiast ślennik i pewien rodzaj białka.

Gruczoł podszczękowy wydziela zawsze trochę śliny, nawet w spoczynku, wyjątek stanowi tylko przeżuwanie podczas którego wydzielanie ustaje zupełnie. Podczas jedzenia więcej płynie śliny. Jest ona silnie alkaliczna, nie splywa kroplami lecz ciągnie się w gęstych nitkach, obfituje bowiem w śluz, natomiast ślennika mniej znacznie zawiera.

Gruczoł podjęzykowy wydziela bezustanku ślinę al-

kaliczną, nie bogatą w śluz. Nadmienię tutaj nawiasem, że u człowieka wydziela tylko wyłącznie śluz. Ślina tego gruczołu jest zresztą bardzo mało zbadaną.

Każda czynność w ustroju zwierzęcym odbywa się prawie bez wyjątku za pośrednictwem nerwów. Szukano więc także wpływu nerwów na wydzielanie śliny. Anatomia poucza nas o rozprzestrzenianiu się pewnych nerwów w śliniankach. Do tych należy nerw współczulny (*n. sympaticus*) zaopatrujący wszystkie trzy gruczoły, dalej nerw twarzowy (*n. facialis*) a mianowicie włókna struny bębenkowej (*chorda tympani*) odchodzące do gruczołu podszczękowego i podjęzykowego. Do gruczołu przyusznego dochodzą nadto zamiast struny bębenkowej gałązki nerwu języko-półkowego (*n. glosso-pharyngeus*) przez nerw skalisty powierzchowny mniejszy (*n. petrosus superficialis minor*). Badając przebieg drobnych rozgałęzień w gruczole, można spostrzec, że pewne gałązki kończą się w ścianach naczyń krwionośnych, inne dochodzą do samych pęcherzyków, pochewka ich zlewa się z błoną tychże, potem rozchodzą się dalej między komórkami, w które wreszcie wdrażają jako włókienka pozbawione osłonki rdzennej.

Działanie nerwów na ślinianki można badać przez usuwanie gruczołu z pod wpływu nerwów, lub też przez sztuczne wywoływanie działania ich na gruczoł.

Pierwsze zadanie osiągnąć można przez przecięcie nerwów zaopatrujących gruczoły. Robiono to i przekonano się, że bezpośrednio potem ustawało zupełnie wydzielanie się śliny. Jestto więc oczywistym dowodem, że odbywa się ono za pośrednictwem nerwów.

Działanie nerwów wywołać można sztucznie przez podrażnianie, czyli podniecanie ich. Najdogodniejszym i najwięcej używanym sposobem w fizyologii jest podrażnianie prądem indukcyjnym, doprowadzonym za pomocą cienkich drucików platynowych zwanych elektrodami, podłożonych pod nerw po przecięciu go poprzedniem, a mianowicie pod część bliższą gruczołu, czyli

obwodową. W ten sposób drażniono nerwy dochodzące do ślinianek i badano zjawiska, jakie przy tem zachodziły. Najlepiej udają się doświadczenia z gruczołem podszczękowym. Skoro się do przewodu Whartona wprowadza rurkę szklaną, czyli kaniulkę i podrażnia nerw twarzowy a właściwie strunę bębenną, spływa ślina rzadka, uboga w składniki stałe, natomiast przy podniecaniu nerwu współczulnego wydziela się ślina gęsta, ciągnąca, obfitująca szczególnie w śluz. Skoro drażnienie trwa czas dłuższy, wtedy gruczoł wydziela ślinę coraz płynniejszą, zawierającą coraz mniej składników organicznych. To samo tyczy się ślinianki podjęzykowej. Gruczoł podszczękowy zaś wydziela ślinę dopiero przy równoczesnem podniecaniu nerwu języko-połykowego wraz z nerwem współczulnym. Ślina ta jest gęstą, obfitą w składniki organiczne.

Tutaj mieliśmy do czynienia z podrażnianiem sztucznem, jakiego w prawidłowych stosunkach nie znajdujemy. U zwierzęcia żucie zwiększa znacznie ślinienie. To samo sprawia podrażnianie języka lub błony śluzowej jamy ust ostreimi ciałami, np. kwasem octowym, eterem i t. d., o czem się można przekonać pomazując te części chorągiewką pióra lub pędzelkiem zamaczanym w wymienionych substancjach. Tak samo drażnienie ścian żołądka, a mianowicie błony śluzowej wywołuje ślinienie. Podniecanie więc rozmaitych okolic błony śluzowej powoduje czynność gruczołów śluzowych. Dzieje się to wskutek drażnienia nerwów rozprzestrzeniających się w tych miejscach, a więc smakowych i czuciowych w języku, w błonie śluzowej jamy ustnej, nerwu błędnego w żołądku i t. d. Przez nie dochodzi podnieta do wyższych narządów nerwowych, jak w ogóle przy podrażnieniu wszelkich nerwów czuciowych. Narządy te, tj. mózg i rdzeń nazywają się układem środkowym, podnieta przeto ma kierunek dośrodkowy. Inaczej rzecz się ma z nerwami, np. ruchowymi. Podnieta wychodzi z ośrodków i dąży do obwodowego narządu, tj. mięśnia. Tutaj podrażnianie jest odśrodkowe. Tak samo również odśrodkowo przebiega podnieta w nerwach wydzielniczych.

Przy prawidłowem wydzielaniu śliny zostają drażnione najpierw nerwy czuciowe. Podnieta idzie ku narządom nerwowym środkowym, w nich a mianowicie w rdzeniu przedłużonym przechodzi na początki nerwu twarzowego i języko-polykowego, które się tamże znajdują, a następnie przebiega dalej ku gruczołom. Sprawa ta nazywa się odruchową czyli zwrotną, miejsce zaś, gdzie się odbywa to przejście podniety z nerwów dośrodkowych czuciowych na odśrodkowe wydzielinowe zowiemy ośrodkiem odruchowym.

Ośrodkiem dla wydzielania śliny jest więc rdzeń przedłużony. Podnieta jednak nietylko dochodzi doń przez nerwy. Już na myśl samą o pokarmach cierpkich wydziela się ślina obficie. Psu głodnemu dość pokazać kawałek mięsa aby to nastąpiło. Samo więc wyobrażenie pokarmu wywołuje ślinienie. Wytwarzanie wyobrażeń odbywa się w korze mózgowej, mamy więc prawo przypuszczać, że podnieta wyszła w tym razie z kory mózgowej. Można to doświadczeniem stwierdzić, drażniąc bowiem prądem indukcyjnym pewne okolice kory mózgowej psa otrzymuje się żywe wypływanie śliny.

Wytwarzanie się śliny. Ślinianki zaopatruje obfita sieć naczyń krwionośnych, które przebiegają między pęcherzykami gruczołowymi. Krew płynąca w nich wyparta zepewną siłą ze serca wywiera też ciśnienie na ściany naczyń. Pierwsze więc przypuszczenie jakie się tutaj nasuwa jest, że pod wpływem tego ciśnienia zostają pewne składniki cieczy krwi wyparte, przesączone do wnętrza pęcherzyków i gdzie jest mniejsze ciśnienie. Prawidła fizyczne zniewalały do takiego przypuszczenia.

Inna jeszcze okoliczność zdawała się za tem przemawiać. Skoro podrażnia się nerw twarzowy, a właściwie strunę bębenkową, wtedy oprócz wydzielania śliny zauważyć można, że gruczoł staje się żywo czerwony, krew krąży w nim nader żwawo, ciepłota zaś gruczołu podnosi się. Istnieją pewne nerwy, które sprawiają zwiększanie lub zmniejszanie światła naczyń, czyli rozszerzanie ich lub zwężanie. Otóż właśnie struna bębenkowa

mieści w sobie oprócz wydzielniczych właśnie takie włókna rozszerzające naczynia, wskutek więc ich działania krążenie krwi staje się żywsem. Za pomocą sposobów, które później będą podane, można badać ciśnienie, jakie krew wywiera w tych warunkach na ściany naczyń. Otóż ciśnienie to zwiększa się w śliniance przy drażnieniu nerwu twarzowego, a zwiększonemu ciśnieniu towarzyszy w tym razie zwiększone wydzielanie śliny.

Tłómaczenie to jednak natrafia już i w tym kierunku na zarzuty. Widzimy, że przy drażnieniu nerwu współczulnego ślina też poczyną się wydzielać, a jeżeli bliżej zbadamy stosunki krążenia krwi w gruczołach przekonamy się, że są one całkiem odmiennie aniżeli poprzednio, mianowicie naczynia zwężają się przytem nader wybitnie. Dalej można stwierdzić, że ciśnienie wzrasta wprawdzie w tętnicach ślinianki przy drażnieniu struny bębenkowej, o wiele jednak więcej jeszcze w przewodzie gruczołu; tutaj może ono być nawet dwa razy wyższe.

Inne jeszcze okoliczności wskazują, że tego wpływu na wydzielanie śliny nie można przypisywać stosunkom krążenia. Jeśli się zada zwierzęciu atropiny, alkaloidu znajdującego się w roślinie wronie oko (*atropa belladonna*) po pewnym czasie skóra staje się suchą, tak samo i błona śluzowa jamy ustnej, gruczoły bowiem zostają porażone, ślina przestaje się wydzielać. Podrażnienie struny bębenkowej nie sprawi już najmniejszego wydzielania śliny, natomiast silne rozszerzenie naczyń. Atropina poraziła włókna wydzielnicze tego nerwu nie naruszając zupełnie włókien naczyniowych.

W końcu można też zrobić rozstrzygające doświadczenie, mianowicie podwiązać tętnice doprowadzające krew do gruczołu. W tym razie ślina będzie się długi czas wydzielała przy podrażnieniu odpowiednich nerwów, zupełnie jak w prawidłowym gruczołe. Tak więc zmiany w krążeniu są tylko zjawiskiem ubocznem, wydzielanie zaś śliny jest samodzielną czynnością gruczołu.

Badając pod mikroskopem śliniankę podszczękową, która dłuższy czas przedtem wydzielała ślinę, spostrzega się obraz od-

mienny aniżeli w śliniankach nieczynnych. Brak już tutaj tych pełnych, lśniących komórek śluzowych, które się nie barwiły karminem, a w ich miejscu napotyamy komórki mniejsze, ciemniejsze, chciwie przyjmujące w siebie karmin, nie posiadające śluzu. Ten ostatni znajduje się teraz w wydzielinie gruczołu. Tak więc doświadczenia fizyologiczne znalazły poparcie w badaniach histologicznych.

Gruczoł drażniony wydziela z początku ślinę gęstą, obfitą w śluz, po pewnym czasie jednak wyczerpuje się jego zapas w gruczole, ślina staje się rzadką. Gruczoł wtedy musi znów odпочząć, nabrać nowych zapasów, odtworzyć śluz wydany i napowrót swą czynność w prawidłowy sposób wykonywa.

Znaczenie śliny. Już w jamie pyskowej spełnia ślina zadanie ważne, rozszczepia bowiem skrobię na dextrynę i cukier, nie jest to jednak jej wyłączną czynnością. Pokarmy krótki czas tylko pozostają w jamie pyskowej, szczególnie u zwierząt mięsożernych, potem dostają się do żołądka, gdzie jest oddziaływanie kwaśne, znoszące czynność śliny. Krótki więc czas działa ona na pokarm. Dłużej już u konia, u którego w części wpustowej żołądka jeszcze może działać, jeszcze dłużej zaś u przeżuwaczy. Dziwna jednak rzecz, że właśnie u tych ostatnich podczas przeżuwania, gdy pokarm najwięcej ma czasu do stykania się ze śliną ustaje zupełnie wydzielanie jej w śliniance podszczękowej. Prawdopodobnem jest, że ciało wytwarzające się podczas przeżuwania zadrażnia nerwy tamujące ślinianki i przez to zawieszają jej czynność. Okoliczności te nader ograniczają rolę śliny jako enzymy trawiącej skrobię.

Aby bezpośrednio przekonać o znaczeniu śliny, wycinano psom wszystkie ślinianki. Operacye te przetrzymują one bardzo dobrze, w trawieniu pokarmów oraz w zdrowiu nie zachodzi żadna odmiana, piją tylko znacznie więcej wody; pochodzi to stąd, że starają się zastąpić ślinę zwilżającą pokarmy. Widocznie więc, że przedewszystkiem to zadanie jest nader ważne. Przekonywują nas też o tem spostrzeżenia nad ilością wydzielonej

śliny przy różnych pokarmach. Tak np. przekonano się wpuszczając koniom zgłębnikiem pokarm i wyciągając napowrót raną uczynioną w żołądku, że trawa zawierała połowę śliny ile sama ważyła. Owies dwa razy tyle, siano zaś cztery. Im pokarm suchszy, tem więcej śliny potrzebuje.

Że zwilżanie pokarmów jest najgłówniejszem zadaniem śliny, dowodzi także i ta okoliczność, że zwierzęta ssące, żyjące w wodzie, a więc mające poddostatkiem płynu albo całkiem nie posiadają ślinianek, jak np. wieloryby (*cetacea*), albo też szczątkowe, jak pletwonogie (*pinnipedia*).

Tak więc można śmiało powiedzieć, że głównem zadaniem śliny jest zwilżanie pokarmów, a więc mechaniczne ułatwienie przechodzenia przez przewód pokarmowy.

Trawienie w żołądku. Pokarm należycie zwilżony śliną zostaje połknięty i dostaje się do żołądka bądź to pojedynczego jak u jednokopytnych, świni, psa itd., bądź też do pierwszych dwóch żołądków u przeżuwaczy. Odpowiednio do tego ulega rozmaitym losom.

Skoro pokarm poleży czas pewien w żołądku pojedynczym, lub też w trawieńcu przeżuwaczy, następnie wycisnie się go, wtedy otrzyma się płyn oddziaływujący silnie kwaśno. Przez zobojętnienie tego płynu otrzymuje się osad rozpuszczalny w nadmiarze alkaliów oraz kwasów. Stanowi go ciało organiczne, należące do białek, a mianowicie syntonina. Po zagotowaniu takiego płynu otrzymuje się w niewielkiej ilości skrzepy białka. Płyn więc oswabadza się w ten sposób od białek. Można teraz dodać kwasu octowego i żelasinku potasu, który strąca białko, a płyn się wcale nie zmąci. Daje on się z łatwością dyalizować, której to własności białka nie mają. Skoro się jednak zaprawia płyn ługiem potasowym i dodaje kilka kropli siarkanu miedziowego, przybiera barwę czerwono fioletową, a więc oddziaływa podobnie jak białko. Kwas azotowy nie sprawia w nim wprawdzie osadu, jednak przy ogrzaniu zabarwia płyn na żółto, a dodany ług potasowy wzmaga tę barwę do ciemno brunatnej.

Pod tym więc względem zachowuje się również podobnie jak białka. Płyn ten zawiera rzeczywiście związek nader podobny do białek. mianowicie pepton, czyli strawione białko.

Pepton w stanie suchym jest żółtawym proszkiem bez smaku. W wodzie, szczególnie gorącej rozpuszcza się łatwo, przez błony zwierzęce przenika, nie strąca się zaś ani przez zagotowanie ani też przez kwasy (z pewnymi wyjątkami). Zresztą zdradza podobne oddziaływanie jak białka wobec odczynnika Millona, ługu potasowego i siarkanu miedziowego, kwasu octowego zlodowaciałego i siarkowego. Zawiera w swym składzie te same pierwiastki jak i białka i jest odmianą rozpuszczalną białek.

Sok żołądkowy. Przemiana białka nierozpuszczalnego w rozpuszczalne czyli pepton, jaka się w żołądku odbywa, zależy od soku żołądkowego. Można zrobić ranę w jamie brzusznej i w żołądku psa w ten sposób, że ma się odsłoniętą błonę śluzową. Skoro się następnie zadrażni w pewnym miejscu tę błonę śluzową przez dotknięcie palcem lub trzonkiem spalpela, poczyną z siebie wydawać kropelki płynu przezroczystego, które osiadają na jej powierzchni jakby krople rosy. Przy silniejszym i dłuższym drażnieniu można otrzymać znaczniejsze ilości tego płynu, który jest sokiem żołądkowym. Otóż skoro w nim umieścimy po za żołądkiem, np. w rurce próbnej nieco białka i ogrzejemy do ciepłoty około 30°C ., to białko to po pewnym czasie rozpuści się, a odnajdziemy je zmienione w pepton. Jeżeli jednak płyn zagotujemy poprzednio, to żadnego wpływu na białko już nie wywrze. Widzimy w tem podobieństwo pewne ze śliną, która też w tych warunkach traciła swe działanie na skrobię.

Sok żołądkowy jest płynem bezbarwnym, lekko opalizującym, swoistego zapachu, nader silnie kwaśnym. Ciężar jego właściwy wynosi 1.001—1.010. Ciężnie się nieco z powodu przymieszki śluzu. Zawiera w sobie pewne ciało azotowe, okazujące podobne oddziaływanie jak białka, zw. pepsyną. Otrzymać ją można z błony śluzowej przez wytrawianie gliceryną, podobnie jak ślinnik. Jest jej w soku żołądkowym od 0.41—1.17%.

tykamy w nim następnie wolny kwas solny, a to od 0'2—0'5% u mięsożernych, 0'08—0'3% u konia. Obecność jego można wykryć za pomocą fioletowego barwiku metylenowego, który zamienia na błękitny, czego chlorki nie czynią. Stale też napotyka się kwas mlekowy, wkońcu ciała nieorganiczne, jak chlórek sodu, potasu, wapniu, fosforany wapniu i magnu, chlórek żelaza i t. d.

Ilościowy rozbiór wykazuje następujące stosunki.

Składniki	Pies	Owca	Koń
Woda	973'06	986'14	982'8
Związki organiczne .	17'17	4'05	9'8
Związki nieorganiczne	9'71	9'81	7'4
Kwas solny	3'34	1'23	1'3

Któryż z wymienionych składników zamienia białka w pepton, czyli peptonizuje je? Jeżeli umieścimy białko w roztworze pepsyny, pozostanie zupełnie niezmienione. W kwasie solnym jak wiemy przeistacza się białko w odmianę, zwaną syntoniną. Kwas mlekowy też go nie peptonizuje, a tem mniej sole nieorganiczne. Żaden więc ze składników sam jeden tego nie dokona. Kombinując po parę składników, a więc np. kwas solny i pepsynę dostrzeżę się, że białko rozpuszcza się powoli wobec nich, w końcu zniknie zupełnie, zamieni się w pepton. Tak więc pepsyna, która należy do fermentów organicznych, czyli enzymów peptonizuje białko zmienione pod wpływem kwasu solnego na syntoninę. Kwas mlekowy i pepsyna zmieniają też białko w pepton, jednak o wiele mniej energicznie. Małe bardzo ilości pepsyny peptonizują bardzo wiele białka, jeśli się tylko od czasu do czasu odnawia zużyty kwas solny. Działa więc pepsyna podobnie jak kwas siarkowy przy fabrykacji eteru nie niszcząc się sama przy tem, teoretycznie jednak tylko, w końcu bowiem i sama się zużyje, jednak dopiero po bardzo długim czasie. Zbyt wysoka ciepłota niszczy jej działanie, tak samo nadmiar kwasu solnego, a w końcu i nadmiar wytworzonych peptonów. Tu jest znów

podobieństwo z fermentacją alkoholową, która się wstrzymuje skoro się wytworzy znaczna ilość alkoholu.

Gruczoły wydzielnicze żołądka. Sok żołądkowy wydzielają gruczoły błony śluzowej żołądka. Napotyka się tam rozmaitego rodzaju gruczoły, zależnie od okolicy żołądka. Tak np. w dnie (*fundus*) znachodzą się gruczoły cewkowe, nazwane tak, ponieważ zbudowane są jakby pojedynczy długi kanał, tj. cewka. Na błonie podstawowej (*membrana propria*) bezpostaciowej, ułożone są dwojakiego rodzaju komórki. Jedne z nich wypełniają samo wnętrze, sam środek cewki. Są to jasne, małe komórki bez osłonki, zawierające jądro, komórki główne, *Heidenhaina*. Przy samejże ścianie leżą duże rozstrzelone komórki z jądrami, ziarniste, bez osłonki, łatwo się barwiące. Są to komórki przybrzeczne. Gruczoły opisane nazywamy trawienicowymi lub *Wassmanna*.

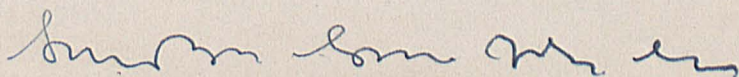
W okolicy odźwiernika napotyka się znów innego rodzaju gruczoły. Są to gruczoły także cewkowe, tu jednak zbiera się kilka takich cewek w jeden kanał, który uchodzi na powierzchnię błony śluzowej żołądka. Wewnątrz znajdują się małe, drobnoziarniste komórki.

Gdy zwierzę jest głodne, komórki gruczołów w dnie żołądka są jasne. Podczas trawienia powiększają się z początku, a nadto komórki główne mętnieją. W późniejszym okresie trawienia maleją i mętnieją coraz to więcej komórki główne, a nadto powiększają się komórki w gruczołach odźwiernika. Tak więc w gruczołach dna żołądka jak i okolicy odźwiernikowej zachodzą zmiany, wskazujące, że w nich odbywa się czynność, a więc wydzielanie. Możemy jednak badać tę czynność osobno na tych dwóch rodzajach gruczołów. Zwierzęciu, np. psu można wycinać duże kawałki żołądka, resztę zaś zszywać ze sobą, a pies przetrzyma tę ciężką operację. Jeśli się wytnie dno żołądka, a pozostałą część odźwiernikową zszyje z częścią gardzielową, to po zagojeniu można zbierać sok, wydzielający się z tego tak zredukowanego żołądka. Sok ten oddziałuje alkalicznie, a białka sam

nie peptonizuje, dokonywa tego jednak bardzo energicznie skoro się doda kwasu solnego. Wskazuje to, że zawarta w nim jest sama pepsyna i rzeczywiście można ją otrzymać opisanym poprzednio sposobem.

Heidenhain robił znów doświadczenia innego rodzaju. Wycinał dno żołądka, formował z niego worek, którego brzegi wszywał w ranę w powłokach brzusznych, pozostała zaś część żołądka łączył ze sobą. Skoro ten worek wrósł w nowe swe otoczenie, wydzielał jak poprzednio sok silnie kwaśny, który peptonizował białko, a więc zawierał oba składniki, tj. pepsynę i kwas solny. W gruczołach dna, gdzie są dwa rodzaje komórek, są oba składniki, w gruczołach odźwiernika, gdzie jeden rodzaj komórek, tylko pepsyna. Ponieważ zaś te komórki są podobne zupełnie do komórek głównych, przeto jest podstawa do przypuszczenia, że komórki główne wytwarzają pepsynę, przybrzeżne zaś czyli obwodowe dostarczają wolnego kwasu solnego.

Że kwas solny wytwarza się dopiero w gruczołach, o tem można się przekonać zdejmując ostrożnie samą tylko błonę śluzową żołądka i przykładając papierki lakmusowe do obu stron, tj. przylegającej do mięśni i wolnej od strony żołądka. Spodnia część błękitni czerwone papierki, podczas gdy powierzchnia czerwieni paperek błękitny. Pierwsza więc oddziaływa alkalicznie, tak jak wszystkie tkanki, druga zaś, gdzie są ujścia gruczołów silnie kwaśno. Próbując oddziaływania różnych okolic błony śluzowej żołądka można się przekonać, że jest ono rozmaite, a więc, że nie wszędzie rozmieszczone są gruczoły zawierające obok pepsyny i kwas solny. Badanie mikroskopowe stwierdza to doświadczenie. Tak np. prawa połowa żołądka konia posiada budowę błony śluzowej podobną do tej, w jaką w wielu miejscach skóra przechodzi. Stanowi ona jakby przedścionek żołądka. Potem następuje wąski pasek błony śluzowej z gruczołami bez komórek przyściennych, następnie dopiero szeroki pas z gruczołami, jakie się znajdują w dnie żołądka, tj. trawieńcowymi. Dalej znów ku odźwiernikowi brak tych komórek. U świni jest więcej takich



podziałów, ostatecznie jednak tak samo środkowa tylko część zawiera gruczoły trawieńcowe z przyściennymi komórkami. Żołądek psa dzieli się na dno (*fundus*), zawierające gruczoły trawieńcowe, oraz część odźwiernikową z gruczołami opisanymi już powyżej. Stosunki u zwierząt przeżuwających są więcej zawile, ostatecznie jednak można i tam znaleźć dwie podobne okolice. W tym kierunku, tak jak zresztą w całej nauce o trawieniu zwierząt domowych bardzo wielkie zasługi położyli Ellenberger i Hoffmeister. Wykazali oni, że dno żołądka konia, bydła rogatego, owcy i świni zawiera bardzo wiele pepsyny. Okolice przy ujściu gardziela (*pars cardiaca*) nie posiada jej zgoła, zaś okolice odźwiernikowa (*pars pylorica*) tylko niewiele i to dopiero gdy trawienie pokarmów odbywa się nader energicznie. Z tego wnoszą ci badacze, że pepsyna właściwie dopiero później się dostaje do gruczołów tej okolicy z innych części, lecz nie jest tam wytwarzana. Zdaje się więc, że głównym zadaniem tych gruczołów jest wydzielanie śluzu ochraniającego ściany żołądka.

Sprawa umiejscowienia wydzielania pepsyny i kwasu solnego nie jest jeszcze dokładnie zbadaną i ostatecznie zamkniętą.

Wytwarzanie się kwasu solnego. Powstawanie wolnego kwasu solnego było długi czas niewytłómaczoną zagadką. Tłómaczono powstawanie kwasu solnego prądami elektrycznymi, krążącymi w ścianach żołądka, które miały rozkładać chlorki. Pochodziło to stąd, że nie pojętem było skąd się może brać wolny kwas solny przy zupełnym braku silniejszego kwasu, któryby go ze związku wyparł. Badania jednak chemiczne wykazały, że silniejszy kwas jest w tym razie zbyt słaby, kwas bowiem słabszy może wyprzeć z połączenia silniejszy, szczególnie gdy jest w znacznej ilości. Nawet kwasy organiczne wydzielają silniejsze mineralne. Jeśli np. wleje się do cylindra szklanego roztworu soli kuchennej i kwas mlekowy, a na to warstwę wody, to można w niej po pewnym czasie stwierdzić obecność wolnego kwasu solnego. To samo co kwas mlekowy może też zdziałać i kwas węglowy. Ponieważ we krwi znajduje się wolny bez-

wodnik węglowy obok chlorku sodowego, przeto może on wyłączyć kwas solny, tworząc przytem węglan sodowy. Dlaczego jednak kwas solny właśnie przy pomocy odnośnych komórek zostaje wydzielany do wnętrza gruczołu, to jest zagadką nie wyjaśnioną.

Wydzielanie soku żołądkowego. Błona śluzowa żołądka wydziela swą treść skoro się ją podrażnia mechanicznie. Mamy tutaj do czynienia z czynnością zwrotną, czyli odruchową. Błona śluzowa żołądka nie wydziela jednak wtedy na całej powierzchni swej soku, tylko w miejscach gdzie została zadrażniona. Bliższe jednak stosunki tego unerwienia są bardzo mało znane i nie pewne. Wobec miejscowego wydzielania ważną jest okoliczność, że pokarmy rozchodzą się po wszystkich zakątkach żołądka i tym sposobem wywołują wszędzie wydzielanie soku przez drażnienie błony śluzowej.

Zadanie żołądka. Zachodzi jeszcze pytanie, jaką ten ostatni właściwie rolę odgrywa w ustroju. Dawniej przypuszczano, że jest on tylko zbiornikiem dla pokarmów, służącym dla zaoszczędzenia częstszego jedzenia. Przypisywano mu następnie inne znaczenie, mianowicie, że miążdży on twarde pokarmy. Nie jest to jednak, przynajmniej w odniesieniu do zwierząt ssących, prawdziwe. Ściany żołądka są zbyt słabe, aby mogły cięższą pracę wykonać. Jedynie u ptaków, np. gołębi, mięśnie żołądka są tak rozwinięte, że są w stanie zetrzeć bardzo twarde przedmioty, nawet kulki szklane. Podobnie silną muskulaturą obdarzone są żołądki niektórych owadów. Skoro wykryto peptonizujące własności soku żołądkowego, wtedy zadanie żołądka wydawało się zupełnie jasnym, ma on przerabiać białka nierozpuszczalne w postać rozpuszczalną.

Czy tylko jednak to zadanie ma on do spełnienia? Zobaczmy wśród jakich warunków znajdują się w nim pokarmy. Otóż ciała organiczne, białka pozostają w nim czas nieraz długi, bo i kilkanaście godzin, ciepłota jest w nim wysoka, około 39⁰C., a pokarm wyjęty z żołądka po dłuższym tam pobycie nie zdradza

ani wonią, ani niczem innem sprawy gnicia. Czemuż to przypisać? Otóż doświadczenia robione poza ustrojem już w mniejszem zgęszczeniu aniżeli się znajduje w soku żołądkowym, powstrzymuje rozwój bakteryi gnilnych, a co za tem idzie — gnicie. Sok więc żołądkowy, dzięki obecności kwasu solnego, posiada własności przeciwnilne (antyseptyczne).

Dlaczego sok żołądkowy nie trawi samego żołądka? Wydzielina gruczołów żołądkowych, czyli sok żołądkowy posiada nader silne własności trawiące. Dlaczegoż więc sam siebie nie strawi? Odpowiadano na to, że siła życiowa jest przyczyną tego. Doświadczenia jednak wykazały kruchość tego twierdzenia. Jeżeli się do żołądka psa wsadzi łapkę żaby lub ucho królika przez otwór uczyniony w tym celu, zwany przetoką żołądkową, to tak łapka jak i ucho zostanie po pewnym czasie dokładnie strawione, mimo że jest żywą tkanką.

Udowodniano następnie, że krew dopływająca zobojętnia kwas w samychże ścianach żołądka i przez to zapobiega trawieniu. Rzeczywiście udało się przez dawki znacznych ilości kwasu, jakichby już krew nie zdołała zobojętnić, wywołać przedziurawienie żołądka, jednak były to tak znaczne ilości, że nie trawieniu a bezpośrednio nadżarciu przez kwas należy je przypisać. Podwiązywano też naczyńia dowożące krew i w ten sposób wywoływano rzeczywiście nadżarcia błony śluzowej i podziurawienie żołądka. Jednakże napotyka to doświadczenie na zarzut, że z odcięciem krwi powstrzymuje się nie tylko dowóz czynnika zobojętniającego kwas, lecz także i odżywiającego tkaninę, która pozbawiona go teraz obumiera.

W końcu zwraca Bunge uwagę na to, że trzustka nie trawi się sama, mimo że oddziaływa alkalicznie, a posiada enzymę trawiącą białko przy tej reakcyi, ostatecznie więc i to pytanie nie jest rozstrzygniętem.

Oprócz pepsyny znajduje się w części gardzielowej żołądka świnia **enzyma trawiąca skrobię**, u cieląt zaś i owiec en-

zyma ścinająca mleko, tak zwana podpuszczka mało dotychczas zbadana.

U przeżuwaczów odbywa się trawienie białek przy pomocy soku żołądkowego tylko w trawieńcu, w pierwszym zaś i drugim żołądku panuje oddziaływanie alkaliczne lub też słabo kwaśne, wskutek wytworzonych kwasów organicznych, dlatego też w żołądkach tych trwa dalej trawienie skrobi, nadto maceracja i kiśnienie, przy czem błonnik zostaje bądź to już rozpuszczony, bądź też przynajmniej przygotowany do strawienia.

Trawienie w jelitach cienkich. W dwunastnicy spotyka się miazga pokarwowa przede wszystkim z sokiem trzustkowym i żółcią.

Sok trzustkowy. Trzustka, gruczoł gronowy zbudowany podobnie jak ślinianki posiada przewod zwanym przewodem Wirsunga. Można weń wprowadzić cienką rurkę i zbierać wypływającą treść. W czasie trawienia zaczyna trzustka czerwienić i nabrzmiwać wskutek ożywionego krążenia krwi, a z rurki sączy się gęsty płyn, oddziaływający silnie alkalicznie. Ciężar jego właściwy wynosi 1'010—1'09. Zawiera w sobie dużo białek, z soli mineralnych, znachodzi się chlorek sodu, fosforan i siarkan sodowy, siarkan potasowy, wapno, magnezja i tlenek żelaza. Skład ilościowy jest następujący:

Składniki	O s i o ł		Koń	Owca	P i e s	
					Przetoka trwała	Przetoka czasowa
Woda	986'40	982'52	991'0	949'12	980'45	900'76
Składniki stałe	13'60	17'47	9'0	51'98	19'55	99'24
Białko i enzymy	—	8'879	—	—	12'71	90'44
Sole	—	8'519	—	—	6'84	8'80

Białko poddane działaniu soku trzustkowego zmienia się w peptony. Udało się odosobnić enzymę organiczną, posiadającą tę własność.

Ciało to działa na białka przy oddziaływaniu alkalicznem, przy dłuższem działaniu wytwarza z peptonów amido-kwasy, jak leucynę, tyrozynę, hipoksantynę, kwas asparaginowy czyli amido bursztynowy itd., przy bardzo długim zaś działaniu poczynają się wytwarzać połączenia aromatyczne jak fenol, indol, skatol itd., a całość cuchnie podobnie jak kał. Dodanie kwasu salicylowego powstrzymuje to działanie, co przekonywa, że jest ono wynikiem gnicia, kwas bowiem salicylowy ubezwładnia bakterye gnilne, nie tamując wcale trawienia dokonywanego przez enzymy.

Próbowano, czy sok trzustkowy nie działa też i na inne składniki pokarmów i przekonano się, że pod jego wpływem rozszczepia się skrobia na dextrynę i cukier. Sprawia tę przemianę enzyma działająca jak ślinnik. Nie na tem jednak kończy się działanie soku trzustkowego, zawiera on nadto enzymę, która rozkłada tłuszcze na kwasy tłuszczowe i glicerynę, poczem kwasy tłuszczowe łączą się z alkaliemi tworząc mydło. Wytwarza się przytem nader subtelną zawiesinę. W końcu zawiera też trzustka enzymę ścinającą mleko.

Unerwienie trzustki nie jest dokładnie zbadane.

Żółć. Wszystkie wymienione enzymy działają tylko w rozczynach alkalicznych, treść zaś przechodząca z żołądka do dwunastnicy jest silnie kwaśna, a więc nie dopuszczająca działania soku trzustkowego. Nie tylko ta jednak okoliczność stoi na przeszkodzie. Enzymy są ciałami spokrewnionemi z białkami, a więc pepsyna trawi je w rozczynach kwaśnych. Mimo to, sok trzustkowy rozwija swoje działanie, a mianowicie przy pomocy żółci.

Żółć jest wydzieliną komórek wątrobowych. Wytwarzając się w nich spływa drobnymi kanalikami znajdującymi się między komórkami do większych, które się łączą w przewód żółciowy (*ductus hepaticus*). Ten uchodzi do pęcherzyka żółciowego (*cystis fellea*) u zwierząt mięsożernych, który znów łączy się z dwunastnicą za pomocą kanału żółciowego (*ductus choledochus*). U konia, który nie posiada pęcherzyka żół-

ciowego, wpływa przewód żółciowy wprost do dwunastnicy, u bydła zaś rogatego łączy się część kanalików w przewód żółciowy, reszta zaś zbiera się w wspólny przewód, który dopiero do kanału żółciowego, wychodzącego z pęcherzyka, zawartość swą oddaje.

Żółć jest płynem żółtawo zielonym lub brunatnym, smaku bardzo gorzkiego, oddziaływa w przewodzie żółciowym albo całkiem obojętnie, albo słabo tylko alkalicznie. Przeszedłszy przez pęcherzyk żółciowy nabiera oddziaływania alkalicznego wskutek przymieszki śluzu. Ciężar właściwy żółci konia wynosi 1'005, bydła rogatego 1'022—1'025, cieląt 1'020—1'027, owcy 1'025—1'031, świni 1'020—1'027, psa 1'025. Jego główne części składowe są następujące:

Kwasy żółciowe w połączeniu z potasowcami. Kwasy te okazują pewną różnorodność u różnych zwierząt, w ogólności jednak można je podzielić na dwie grupy, mianowicie kwasu glikocholowego i taurocholowego. Sole ich są nader łatwo rozpuszczalne w wodzie i alkoholu, jednak nie w eterze. Można je otrzymać w stanie krystalicznym. W zgęszczonym kwasie siarkowym rozpuszczają się barwą żółto-czerwoną i tworzą roztwór okazujący zieloną fluorescencyę. Jeśli się do roztworu soli żółciowej doda trochę cukru trzcinowego a następnie zgęszczonego kwasu siarkowego, to skoro się płyn dostatecznie ogrzeje przybiera barwę pięknie czerwoną. Jest to próba Pettenkoffera.

Kwas glikocholowy $C_{26}H_{43}NO_6$ jest kwasem utworzonym z glikoholu czyli kwasu amido-octowego i kwasu cholowego. Znajduje się w znacznych ilościach w żółci bydła rogatego, zwierzęta mięsożerne nie posiadają go albo wcale, albo też nader małą ilość.

W wodzie jest nader trudno rozpuszczalny.

W żółci świni znajduje się kwas należący do tego rzędu tak zwany kwas **Hyoglikocholowy** $C_{27}H_{43}NSO_7$; jest utworzony z kwasu cholowego i tauryny, czyli kwasu amido-etylo-sulfonowego. Znajduje się w żółci zwierząt mięsożernych, bydła

rogatego, kozy i owcy. W wodzie rozpuszcza się nader łatwo, a w roztworze tym rozтворя się też i kwas glikoholowy.

Kwas taurocholowy $C_{26}H_{45}NSO_7$ składa się z glikocholu i tauryny. W wodzie rozpuszcza się dość łatwo. Można go otrzymać w stanie krystalicznym w długich igielkach, które się łatwo rozpylają na powietrzu.

W żółci gęsi znajduje się **kwas chenotaurocholowy** $C_{29}H_{49}NSO_6$.

Oba te rodzaje kwasów gotowane z kwasami lub alkaliami rozpuszczają się na poprzednio wymienione składniki, tj. glikochol i taurynę, oraz na kwas cholalowy.

Kwas cholalowy $C_{24}H_{40}O_5$, podług innych zaś $C_{25}H_{42}O_5$ znajduje się zawsze w treści jelit. Jest on krystaliczny, rozpuszcza się nader trudno w wodzie, łatwiej w alkoholu.

W żółci bydła rogatego znaleziono też małą ilość kwasu choleinowego $C_{25}H_{42}O_4$.

Kwasy cholalowe utracają w jelitach wodę i przechodzą w bezwodnik zwany dyslizyną $C_{24}H_{36}O_3$. Jest to ciało bezpostaciowe, nie rozpuszczalne w wodzie.

Glikochol NH_2CH_2COOH , kwas amido octowy, zwany też glicyną, jest bezbarwny, krystaliczny, w wodzie łatwo rozpuszczalny. Powstaje przy rozkładzie niektórych białek.

Tauryna $NH_2C_2H_4SO_2OH$, kwas amidoetansulfonowy, jest również krystaliczna, w wodzie, szczególnie gorącej, rozpuszczalna.

Barwę swą zawdzięcza żółć obecności pewnych **barwików**. Jest ich znaczna ilość, szczególnie w kamykach żółciowych. W żółci samej napotyka się czerwony barwik, zwany bilirubiną i zielony, zwany biliwerdyną.

Bilirubina $C_{16}H_{18}N_2O_3$ zwana też cholepyrrhyną lub hematoidyną znajduje się w większej ilości w kamykach żółciowych połączona z wapnem. Pod działaniem wodoru *in statu nascendi* zmienia się w hydrobilirubinę identyczną z barwikiem moczu, tj. urobiliną. Bilirubina jest już to bezpostaciową już to kry-

staliczną, w wodzie się nie rozpuszcza, łatwo zaś w chloroformie. Rozczyn jej alkaliczny stojąc dłuższy czas na powietrzu utlenia się powoli na zieloną biliwerdynę.

Jeśli się do roztworu bilirubinianu potasowego lub sodowego wlewa ostrożnie kwasu azotowego, zawierającego kwas azotawy, wtedy na granicy obu płynów tworzy się warstwa barwna. U góry znajduje się pierścień zielony, potem następuje niebieski, fioletkowy, czerwony a wreszcie żółty. Jestto tak zwana próba Gmelina. Próba ta jest nader czuła, okazuje ją jeszcze 1 część biliwerdyny w 80000 wody. Ta gra barw powstaje wskutek utleniania.

Biliwerdyna $C_8H_9NO_2$ jest bezpostaciowa, nierozpuszczalna w wodzie. Okazuje reakcję Gmelina, jednak od barwy niebieskiej począwszy. *

Do główniejszych składników żółci, znachodzących się przeważnie w kamykach żółciowych, należy **cholesteryna** $C_{26}H_{43}OH$. Jestto alkohol jednoatomowy, nierozpuszczalny w wodzie, łatwo zaś w eterze i gorącym alkoholu. Cholestryna jest krystaliczna, przedstawia się w łuskach połyskujących jak perłowa masa, tłustych w dotknięciu. Roztwory soli żółciowych rozpuszczają ją w niewielkiej ilości. Z 4 częściami kwasu siarkowego i 1 wody barwi się na karminowo, potem fioletkowo. Rozczyn cholesteryny w chloroformie barwi się za dodaniem kwasu siarkowego czerwono aż do fioletkowego, zaś kwas siarkowy okazuje zieloną fluorescencję. Jest to próba Salkowskiego.

W żółci konia i przeżuwaczy znajdują się bardzo małe ilości enzymy zamieniającej skrobię w cukier.

Oprócz wymienionych składników znachodzą się jeszcze w małej ilości: lecytyna, kwasy palmitynowy, stearynowy i oleinowy, oraz ich mydła, z nieorganicznych zaś ciał: chlorek sodu, potasu, fosforan magnezowy i wapniowy, kwas krzemowy, żelazo i mangan.

Hoppe-Sayler rozbierał żółć psa i znalazł następującą ilość składników:

	Żółć w pęcherzyku żółciowym		Żółć świeżo wydzielona	
	I.	II.	I.	II.
Mucyna	0'454	0'245	0'053	0'170
Taurocholany alkaliów . . .	11'959	12'602	3'460	3'402
Cholesteryna	0'449	0'133	0'074	0'049
Lecytyna	2'692	0'930	0'118	1'121
Tłuszcz	2'841	0'083	0'335	0'239
Mydła	3'155	0'104	0'127	0'110
Inne związki organiczne nie- rozpuszczalne w alkoholu .	0'973	0'274	0'442	0'543
Związki nieorganiczne nieroz- puszczalne w alkoholu . .	0'199	—	0'408	—
Z tych: K_2SO_4	0'004	—	0'022	—
Na_2SO_4	0'050	—	0'046	—
$NaCl$	0'015	—	0'185	—
Na_2CO_3	0'005	—	0'056	—
$Ca_3(PO_4)_2$	0'080	—	0'039	—
$FePO_4$	0'017	—	0'021	—
$CaCO_3$	0'019	—	0'030	—
MgO	0'009	—	0'009	—

Wytwarzanie się składników żółci. Chcąc się przekonać skąd pochodzą kwasy żółciowe, tj. czy gotowe z krwią dopływają, czy też wytwarzają się z niej dopiero w wątrobie, podwiązywano kanał żółciowy (*ductus choledochus*) i badano następnie krew próbą Gmelina, która rzeczywiście wykazała ich obecność w krwi. Dostają się do niej wchłonięte przez naczynia chłonicze, przez przewód piersiowy (*ductus thoracicus*). Jeśli zaś przewód piersiowy podwiąże się tak samo jak żółciowy, wtedy nie można ich znów wykazać we krwi, tak jak w stanie prawidłowym. Dowodzi to więc, że kwasy żółciowe powstają dopiero w komórkach wątrobowych, a to z białek, jak to wskazuje zresztą obecność azotu a nadto siarki w taurynie.

Mała ilość barwików, mianowicie bilirubiny, powstaje też

i gdzieindziej w ustroju, przeważnie jednak w wątrobie. Wytwarzają się one z barwika czerwonego krwi, który utracą przy tem swoje żelazo.

Wydzielanie żółci. Żółć wytwarza się ustawicznie, czy to zwierzę jest głodne, czy też najedzone, wydzielanie ulega tylko pewnym wahaniom. Zwierzęta trawożerne wydzielają więcej żółci aniżeli mięsożerne.

Podług Colina wydziela przeciętnie żółci w godzinie

Wół . .	100—120 gr.
Świnia .	75—160 »
Owca . .	10—18 »
Pies . .	8—15 »

Jaką rolę odgrywają nerwy w sprawie wydzielania żółci, o tem nie mamy żadnych bliższych wiadomości.

Do dwunastnicy dostaje się żółć wskutek rozmaitych czynników. Przedewszystkiem wypychają ją nowo wydzielone ilości. Następnie przy oddychaniu wątroba zostaje obniżona przez przeponę, wskutek czego pęcherzyk żółciowy uciska na jelita znajdujące się pod nim. W końcu spowodowuje wydzielanie żółci także kurczenie się pęcherzyka i wielkich przewodów, posiadających mięśnie gładkie. Dzieje się to prawdopodobnie na drodze odruchowej, wskutek drażnienia ze strony dwunastnicy, wypełnionej pokarmami.

Działanie żółci. Żółć napotyka w dwunastnicy miazgę silnie kwaśną, pochodzącą z żołądka. W miazdze tej znajduje się wolny kwas solny. Jako kwas silny wydziela z połączenia kwasy żółciowe, sam zaś łączy się z ich zasadami, przez co miazga traci znacznie na kwasocie, wskutek czego ułatwia się zadanie trzustce. Nie jest to jednak jedyna czynność żółci. Kwasy żółciowe wolne wydzielają się w postaci nierozpuszczonej i porywają ze sobą pepsynę, strącają ją i przez to ubezwładniają jej własności trawiące, któreby mogły zniszczyć enzymy trzustki.

Jeżeli uczynimy psu ranę w powłokach brzusznych i wszyjemy w nią brzegi rozciętego pęcherzyka żółciowego, czyli zrobimy przetokę żółciową, wtedy wszystka żółć będzie wypływać

na zewnątrz a do jelit nic jej się nie dostanie, jeśli n. b. przeszkodzimy psu zlizywać ją z otworu. Pies taki może żyć czas długi w dobrym stanie, przekonać się jednak możemy, że kał jego jest szary, ma wejrzenie tłuste i mocno cuchnie. Jeśli go będziemy wytrawiać eterem, wydostaniemy z niego znaczne ilości tłuszczu. Widzimy więc, że tłuszcze poprzednio wchłaniane, teraz pozostają w przewodzie pokarmowym. Na czym to polega? Oto klóćąc żółć z tłuszczami zawierającymi wolne kwasy tłuszczowe przekonamy się, że tworzy ona z nich zawiesinę, co ułatwia znacznie ich wchłanianie. Odbywa się to jednak nietylko w ten sposób. Jeśli napojmy jeden sącdek z bibuły wodą drugi zaś żółcią i nalejemy do obu oliwy, to przekonamy się, że po pewnym czasie znaczna jej ilość przesączyła się przez drugi sącdek a nie przez pierwszy. Podobnie ma się rzecz z błonami zwierzęcymi. Napojone żółcią, przepuszczają tłuszcze pod zwykłym ciśnieniem, gdy zaś są zwilżone wodą, trzeba użyć znacznego ciśnienia, aby tłuszcze przez nie przeprowadzić. Żółć spełnia to zadanie w ustroju, zwilżając drogi, któremi tłuszcz zostaje wchłaniany.

Kał zwierzęcia pozbawionego żółci jest cuchnący. Miazga w jelitach jest złożona w wielkiej części z białek. Ciepłota jest w jelitach dosyć wysoka, są tam więc wszelkie warunki do gnicia. Mimo to w początkowych odcinkach jelit gnicia tego nie napotykam. Otóż do powstrzymania tegoż przyczynia się także i żółć, a mianowicie wolne kwasy żółciowe, wydzielone przez kwas solny. Posiadają one własności przeciwnilne. Dopiero w dalszych odcinkach, gdzie oddziaływanie jest silnie alkaliczne, kwasy żółciowe łączą się z zasadami na sole i zostają wchłaniane, rozwija się sprawa gnicia. Gnicie to jednak występuje już w początkach jelit skoro brak żółci. Przyczyniają się do tego znaczne ilości tłuszczu, które osłaniając sobą białka ułatwiają gnicie, tamując do nich przystęp ciałom przeciwnilnym.

W końcu zauważyć też można, że jelita pod wpływem żółci wykonywują silniej ruchy robaczkowe. Żółć więc jest dla nich bodźcem.

Sok jelitowy. W błonie śluzowej jelit napotyamy dwojakiego rodzaju gruczoły wydzielnicze, mianowicie gronowe Brunnera w dwunastnicy a po za nią wyjątkowo tylko u konia w początku jelita czczego (*intestinum jejunum*), następnie gruczoły cewkowe Lieberkühna. Wydzielają one sok, zwany jelitowym. Własności tego soku można badać, wycinając kawałek jelita cienkiego ostrożnie, aby nie naruszyć kreski (*mesenterium*), zeszywając następnie brzegi jelit ze sobą. Kawałek wycięty zeszywa się w jednym końcu, druga zaś wgaja się w ranę brzucha. W ten sposób mamy worek ślepy, w którym krążenie i unerwienie pozostaje prawidłowe, a więc co za tem idzie i wydzielanie. Sok wydzielony w skąpej ilości można następnie badać.

Jest to płyn gęsty, śluzowaty, silnie alkaliczny. Sok jelitowy zbierany u psa nie wywierał żadnego ważniejszego wpływu na pokarmy. U konia zawiera niewielkie ilości enzymy rozszczepiającej skrobię, wreszcie, co jest nader ważną rzeczą, enzymę rozpuszczającą błonnik. Enzyma ta znajduje się przede wszystkim w jelicie czczem.

Głównem zadaniem soku jelitowego jest, o ile się zdaje, zobojętnianie kwasów, czy to kwasu solnego pochodzącego z żołądka, czy też innych, wytwarzających się w czasie trawienia. Dlatego też treść jelita cienkiego z początku jeszcze kwaśna staje się w dalszych odcinkach silnie alkaliczna.

W jelitach cienkich oprócz trawienia odbywa się w całej pełni wchłanianie pokarmów rozpuszczonych. Dlatego też, im dalej się miazga posuwa, tem staje się gęstszą i zbitszą. Oprócz tego zachodzą w niej i inne przemiany. Kwas solny zostaje zobojętniony, kwasy żółciowe łączą się z alkaliami na sole, a te zostają wessane, brak więc czynników przeciwnilnych, stąd rozpoczyna się już w końcowych odcinkach jelita cienkiego sprawa gnicia, a dochodzi do szczytu w jelicie grubem.

Gnicie jest sprawą życiową pewnych drobnych ustrojów. Do takich np. należą bakterye mlekowe (*bacterium lacticum*), sprawiające rozkład cukru gronowego na kwas mlekowy,

czyli jak się zazwyczaj mówi fermentację lub kiśnienie mlekowe. Inny rodzaj bakterii, mianowicie masłowe (*bacillus butyricus*) zamienia kwas mlekowy na masłowy. Schyzomycety rozpuszczają skrobię i błonnik z wytworzeniem gazu błotnego (metan CH_4).

Tłuszcze rozszczepiają się pod wpływem drobnych ustrojów na glicerynę i wolne kwasy, które znów zmieniają się na kwas bursztynowy, węglowy itd.

Białka wytwarzają cały szereg najrozmaitszych ciał, należących po większej części do związków aromatycznych. W jeli-tach napotyka się leucynę i tyrozynę. W dalszym ciągu rozszczepia się leucynę na kwas kozłkowy (waleryano-wy), bezwodnik węglowy, amoniak itd., tyrozyna zaś dostarcza nadto indolu $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$, połączenia aromatycznego. Prócz niego wytwarza się też przy gniciu białek fenol $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ i skatol czyli metylindol $\text{C}_9\text{H}_8\text{N}$. Połączenia te, szczególnie skatol nadają zawartości jelita grubego, którą nazywamy **kałem** nader przykrą woń.

Oddziaływanie kału jest kwaśne, z powodu kwasów powstających przy gniciu. Barwa kału zielonawo-brunatna zależy przeważnie od zieleni (*chlorophyl*) u zwierząt trawożernych, następnie od siarczku żelaza i hematyny powstałej z pokarmów mięsnych, zawierających krew, w małej zaś tylko części od hydrobilirubiny, czyli urobiliny, która jest produktem odtleniania bilirubiny z żółci, dostarczającej też małych ilości cholesteryny.

Prócz wymienionych ciał znajdują się w kale resztki niestrawionych pokarmów, a więc błonnika, białek, nukleiny i mucyny, tłuszczów itd. Na tysiąc części kału znalazł Roger:

	Koń	Wół	Świnia	Owca
Wody . . .	772'5	824'4	771'3	564'7
Części stałych	227'5	175'5	228'7	435'3

Z nieorganicznych składników napotyka się chlorek sodu, potasu, wapno, magezyę, tlenek żelaza,

kwas fosforowy, siarkowy, węglowy, krzemowy i tlenek magnezyowy.

Ilość kału jest znacznie większa u zwierząt trawożernych, aniżeli mięsożernych. Koń wydziela podług Ellenbergera przy żywieniu sianem łąkowym 15—23 kgr. kału dziennie, przy żywieniu owsem, siewką i sianem 9—10 kgr. Bydło rogate wydaje 15—35 kgr., przy wypasaniu zaś 40—45 kgr. Ilość kału u owcy wynosi 1—3 kgr., świni 2—3, psa 125—400 gr. przy żywieniu chlebem, 27—40 przy podawaniu mięsa, zaś 21—85 przy mięsie, tłuszczu i cukrach.

Ogólne uwagi o trawieniu. Jak z poprzednich ustępów wynika, polega trawienie na rozszczepianiu skrobi na dextrynę i cukier, rozpuszczaniu błonnika, przemianie białek w peptony, wreszcie tworzeniu mydła i zawiesiny z tłuszczów. Przemiany te sprawiają enzymy, które dawniej nazywano zczynami czyli fermentami. Jest ich w ustroju znaczna ilość. Enzyma rozszczepiająca skrobię zawarta jest w ślinie. Podobną też wydzielają gruczoły części gardzielowej żołądka świni. Obie te enzymy działają przy reakcyi alkalicznej. W żołądku znajduje się pepsyna, enzyma rozpuszczająca białko w oddziaływaniu kwaśnem. Trzustka posiada cztery enzymy, mianowicie rozszczepiającą skrobię, peptonizującą białko, zmydlającą tłuszcze i tworzącą z nich zawiesinę, w końcu ścinającą mleko. Działanie swe rozwijają te enzymy przy oddziaływaniu alkalicznem, tak samo jak i enzyma soku jelitowego, rozpuszczająca błonnik.

W jaki sposób przychodzą do skutku te działania enzymów jest dla nas zagadką. Również nie wiele wiemy o ich składzie. Wprawdzie istnieją sposoby wyłączania ich za pomocą gliceryny i strącania alkoholem, jednakże osad otrzymany w ten sposób, jakkolwiek rozwija swe własności trawiące, nie jest bynajmniej czystą jednostką chemiczną. Tyle tylko można wnosić, że są one zbliżone do białek i peptonów.

Udział bakteryi w trawieniu. Niektórzy badacze chcieli przypisywać główną rolę w trawieniu bakterjom, są

jednak okoliczności przemawiające przeciw temu. Tak np. enzymy w stanie suchym można ogrzewać do 160^o, a pomimo to skoro oziębną i rozpuści się je we wodzie, rozwijają swą czynność. Istnieją wprawdzie pewne bakterye, których zarodniki wytrzymują ciepłotę około 140^o C., jednak większa ilość ginie w niej. Podobnież pewne tylko zarodniki, jak bakteryi węglkowych (*bacillus anthracis*) mogą bez szkody czas dłuższy pozostawać w alkoholu absolutnym, podczas gdy na enzymy nie wpływa on zupełnie. To samo odnosi się do eteru, który zabija zarodniki bakteryi, nie naruszając enzymów. Nie da się jednak zaprzeczyć, że i bakterye biorą do pewnego stopnia udział w trawieniu. Goldschmidt wykazał, że ślina zbierana z gruczołów nim się dostanie do jamy ustnej i razem złączona znacznie słabiej działa aniżeli mieszana. Stojąc czas dłuższy na powietrzu nabiera znów silnych własności rozszczepiających skrobię. Zdaje się, że zależy to właśnie od obecności bakteryi, dostających się z powietrza, których znaczna ilość znajduje się również w jamie ustnej, przez którą ślina mieszana przechodzi. Przemianę błonnika w gaz bagieny i bezwodnik węglowy sprawiają też bakterye.

Nadmienić też wypada, że już w pewnych pokarmach zawarte są ciała trawiące. W owsie np. znajduje się ferment, rozszczepiający skrobię nawet dość energicznie, a nadto słabszy, peptonizujący białko.

Trawienie w różnych częściach przewodu pokarmowego. W jamie pyskowej trawienie jest minimalne, prawie żadne. Nader tylko małe ilości skrobii zostają tam rozszczepione. O wiele większe dopiero w żołądku, szczególnie przeżuwaczów, u których również w pierwszych dwóch żołądkach rozpoczyna się rozpuszczanie błonnika.

U konia i u świni panują pod względem trawienia w żołądku podobne do siebie stosunki. Całe trawienie podzielić można na trzy okresy. Pierwszy trwa 1—3 godzin, podczas niego ślina rozszczepia skrobię, u świni nadto enzyma diastatyczna, którą wydzielają gruczoły części gardzielowej żołądka.

Z początku ślina zobojętnia zupełnie oddziaływanie kwaśne, gdyż kwasu solnego znajdują się bardzo małe tylko ilości. Później wprawdzie oddziaływa treść słabo kwaśno, jednakże wskutek obecności kwasu mlekowego, który nie przeszkadza zupełnie trawieniu skrobi. W drugim okresie trwającym 6—9 godzin zostaje skrobia strawiona w pierwszej połowie żołądka, w drugiej zaś, tj. odźwiernikowej, białko. Jest to więc trawienie mięszane, po którym następuje trzeci okres, gdzie już wyłącznie tylko białko zostaje peptonizowane.

Doświadczenia, które robił Goldschmidt na koniach dały następujące wyniki: Przy żywieniu owsem koni, których żołądek silnie trawił zostało strawionych

	białka	związków bezazotowych
W 1 ¹ / ₂ godz. po nakarmieniu	52 ⁰ / ₁₀₀	29 ⁰ / ₁₀₀
» 3 ¹ / ₂ » » »	63 »	44 »
» 8 » » »	72 »	52 »

Konie o mniej energicznym trawieniu przerabiały:

	białka	związków bezazotowych
W 2 ¹ / ₂ godz. po nakarmieniu	28 ⁰ / ₁₀₀	11 ⁰ / ₁₀₀
» 3 ¹ / ₂ » » »	36 »	22 »
» 4 ¹ / ₂ » » »	55 »	32 »
» 10 » » »	68 »	60 »
» 12 » » »	70 »	50 »

Przy żywieniu świń owsem trawił żołądek:

W 1 ¹ / ₂ godz. po nakarmieniu	50 ⁰ / ₁₀₀ białka,	44 ⁰ / ₁₀₀ węglowodanów
» 3 ¹ / ₂ » » »	53 »	52 »
» 4 ¹ / ₂ » » »	68 »	52 »

U przeżuwaczy stosunki ilościowe trawienia nie są dokładnie znane. Wildt ocenia ilość związków bezazotowych strawionych w żołądku na 50⁰/₁₀₀.

W jelitach zostają strawione wszelkie składniki pokarmów przez sok trzustkowy i jelitowy. Ellenberger oznaczał ilość strawionych pokarmów w jelicie konia przy podawaniu owsa i znalazł, że zostało strawionych:

W jelicie cienkiem	70%	białka	52%	węglowodanów
» » grubem	86 »	»	72 »	»
W odbytnicy	91 »	»	77 »	»

Ilość błonnika rozpuszczonego w jelitach wynosi u konia 30—40%, bydła rogatego 30—70, owcy 50, świni 20—25.

Przy podawaniu owsa trawily jelita cienkie świni 60—77% białka i 65—72% węglowodanów, jelita grube za 74—77 związków bezazotowych, 80—87 azotowych. Przy żywieniu kartoflami zostało strawione w jelitach świni w 2 godziny po nakarmieniu 80% skrobii, w 3¹/₂ i 6¹/₂ godzin 90—93%.

Ilość pokarmów strawionych w całym przewodzie pokarmowym wynosi podług Ellenbergera jak następuje: Świnie trawily z 700—1000 gr. owsa

		białka	związków bezazotowych
W	2 godz. po nakarmieniu	50%	44%
»	3 » » »	50 »	48 »
»	4 » » »	66 »	48 »
»	6 » » »	63 »	52 »
»	10 » » »	70 »	62 »
»	22 » » »	75 »	68 »

Przy żywieniu kartoflami trawily świni:

W	2 godz. po nakarmieniu	31.2%	skrobii
»	3 ¹ / ₂ » » »	54.0 »	»
»	6 ¹ / ₂ » » »	77.0 »	»

Mięsa trawily świni:

W	1 godz. po nakarmieniu	23%	skrobii
»	2 » » »	25 »	»
»	3 » » »	32 »	»
»	4 » » »	40 »	»
»	5 » » »	50 »	»
»	8 » » »	82 »	»
»	12 » » »	88 »	»

Doświadczenia na trzech koniach, żywionych owsem, siewką i sianem wykazały, iż strawily w 12—14 godzin po na-

karmieniu 40—75% białka, 23—40% związków bezazotowych. W 2—4 dni trawiły konie z podawanych pokarmów 86·7%—90% białka, 72%—73% związków bezazotowych, 30—47% błonnika.

Psy, żywione słabo obgotowanym ryżem trawiły:

W 1 godz. po nakarmieniu	8·0 %	skrobi.
» 2 » » »	24·0 »	»
» 3 » » »	47·4 »	»
» 4 » » »	72·0 »	»
» 5 » » »	83·0 »	»
» 6 » » »	87·8 »	»
» 8 » » »	98·0 »	»
» 10 » » »	98·4 »	»

Schmidt-Mühlheim żywił psy mięsem, z którego trawiły:

W 1 godz. po nakarmieniu	14·0%
» 2 » » »	48·0 »
» 4 » » »	57·0 »
» 6 » » »	67·7 »
» 9 » » »	85·5 »
» 12 » » »	96·5 »

Nad tłuszczem nie wiele mamy badań. Zawilski karmił nim psy i badał przechodzenie z żołądka do jelit i znikanie w tychże ostatnich. Przechodzenie następuje nader powoli. Dawał 159 gr. tłuszczu i znajdował

po 4 ¹ / ₂ godz. w żołądku	108·52,	w jelitach	9·90 gr.
» 5 ³ / ₄ » » »	98·91 »	»	8·81 »
» 21 ³ / ₄ » » »	9·74 »	»	6·24 »

MECHANIZM TRAWIENIA.

Przyjmowanie pokarmów odbywa się przy pomocy warg, języka i zębów. Jednokopytne, koza i owca, używają przeważnie warg i zębów siecznych, bydło rogate języka, świnie języka i zębów, mięsożerne zaś zębów siecznych, kątowych, a czasem i trzonowych. Podczas paszenia się chwytają konie trawę wargami i zębami siecznymi i zamykając szczęki odrywają częściowo trawę zębami, częściowo zaś rzucaniem łba ku tyłowi lub na bok. Przy jedzeniu owsa, siewki itd. wprowadzają te pokarmy do paszczy głównie wargami i językiem. Koza i owca przyjmuje pokarm podobnie jak koń, używa przy tem jednak więcej języka. Bydło rogate mało się posługuje wargami, a przeważnie długim językiem, którym ogarnia trawę i wprowadza do paszczy. Odrywa ją od ziemi bądź to zębami siecznymi, które przyciska silnie do kości międzyszczękowej, bądź też przez posuwanie i podnoszenie głowy. Świnia chwytą trawę językiem, odcina zaś średnimi zębami siecznymi. Zwierzęta mięsożerne chwytają pokarm zębami siecznymi, przecinają lub rozszarpują na kawałki, które językiem wprowadzają do paszczy.

Picie płynów odbywa się przeważnie przez ssanie odpowiednio ułożonemi wargami, jak np. u konia i bydła rogatego. Świnia ssi wkładając ryj w płyn. Mięsożerne

nie mogą ssać, gdyżby musiały wkładać w płyn nozdrza, układają język w łyżeczkę i podają sobie płyn do paszczy, jak np. pies, lub też liżą płyny, jak np. kot.

Ruchy warg, policzków, języka itd., które w tem odgrywają rolę, odbywają się wskutek kurczenia rozmaitych grup mięśni. Skurcz zaś mięśni przychodzi do skutku za pośrednictwem nerwów. Mięśnie warg, skrzydeł nosa, powiek i policzków zaopatruje nerw twarzowy, co można stwierdzić przecinając go, w takim razie połowa twarzy, po której nerw został przecięty pozostaje beczynna, porażona, gdyż mięśnie odpowiednie, jakkolwiek prawidłowe, pozbawione zostały podniety, która je wprawia w działanie. Słynny fizyolog francuski Klaudyusz Bernard przecinał te nerwy u konia obustronnie, a koń taki ginął po pewnym czasie. Fizyolog ten twierdził, że śmierć następuje wskutek niemożności oddychania, porażone bowiem skrzydła nozdrzy nie mogą się podnosić, zamykają stale otwory i tamują w ten sposób oddychanie. Późniejsze jednak badania wykazały, że konie giną w tym wypadku z wycieńczenia, nie mogą bowiem chwycić pokarmu bezwładnymi wargami, a następnie utrzymać należycie w paszczy z powodu porażenia policzków. Jeśli się jednak nasypie do żłobu dużo owsa lub włoży dostatecznie siana, tak że koń może chwycić zębami wprost, bez pomocy warg, to mimo, że część wypadnie z jamy pyskowej, to przecież znaczna część zostanie należycie urobioną i połkniętą, a koń może żyć bardzo długi czas przy zachowaniu tych ostrożności.

Język zaopatrują nerwy podjęzykowe.

Żucie. Pokarm wzięty do paszczy zostaje rozdrabniany za pomocą zębów trzonowych wskutek odpowiednich ruchów szczęk. Zwierzęta jednokopytne i przeżuwacze posiadają długie lecz słabe szczęki, któremi mogą wykonywać ruchy zbliżające je do siebie i oddalające, następnie w tył i naprzód, oraz na boki. Zwierzęta mięsożerne mają szczęki krótkie i silne, które tylko zbliżają i oddalają od siebie. Zwierzęta tra-

wożerne żują pokarm i rozgniatają, mięsożerne zaś i świnia rozcinają i rozgniatają.

Ruchy szczęk przychodzą do skutku przez działanie mięśni, przyczepiających się do szczęki dolnej. Mięśnie te zaopatrywane są przez włókna ruchowe nerwu trójdzielnego.

Polykanie. Pokarm należycie zwilżony śliną zostaje urabiany w kęs (*bolus*). Odbywa się to w ten sposób, że pokarm zbiera się na powierzchni języka, który się spłaszcza i cofa zarazem w dno jamy pyskowej tak, że grzbiet oddala się od podniebienia a tylko koniec języka przylega do niego. Brzegi języka przylegają przytem szczelnie do zębów zwartych szczęk, przesuwają się po nich i zbierają pokarm na środek języka.

Przy polykaniu kęsa przyciska się język stopniowo poczynając od końca do podniebienia oraz kurczy się ku podstawie i wtłacza pokarm do polyku. Podniebienie miękkie kurczy się przytem i zagradza drogę do jamy nozdrzy, nagłośnia zaś przykrywa krtani.

Skoro kęs dostanie się po za podniebienie miękkie, dalsze polykanie odbywa się mimowolnie, odruchowo. Mięśnie gardziela kurczą się, popychając kęs w głąb, poczem następuje zwiotczenie części mięśni poprzednio czynnych, a dalsze stopniowo się kurczą; jestto ruch robaczkowy czyli perystaltyczny. Konie u których gardziel jest długi, łykają równocześnie 2—3 kęsów, tak że ostatni może się już wpuścić żołądka znajduwać, gdy pierwszy dopiero się dostał do gardzieli.

Ruchy gardzieli zależne są od nerwu trójdzielnego i błędnego (krtaniowy górny). Przecięcie nerwu błędnego sprawia porażenie gardzieli, podrażnienie zaś ruchy teje.

Ruchy żołądka. U **jednokopytnych** i **świni**, oraz u **mięsożernych** dostaje się pokarm do pojedynczego żołądka. Doświadczenia robione na koniach, którym podawano kolejno owies i siano wykazały, że pokarm rozchodzi się od wpuštu gardziela wachlarzowato we wszystkich kierunkach po-

pychany też naprzód przez nowe porcey pokarmów ku wielkiej krzywoźnie (*curvatura major*).

Pod względem ruchów należy podzielić żołądek na dwie części tj. wpustową i odźwiernikową. Po nakarmieniu zwierzęcia zamyka się wpust i odźwiernik a w obu połowach żołądka powstają ruchy faliste przebiegające od wpustu i od odźwiernika ku środkowi żołądka i z powrotem. Ruchy obu części powstają niezależnie od siebie — jedna połowa może być czynną, druga zaś w spoczynku. W miarę jak postępuje trawienie odźwiernik się otwiera i treść żołądka przechodzi do dwunastnicy. W skutek czego otwiera się odźwiernik nie jest jeszcze stanowczo rozstrzygnięte. Jedni badacze utrzymują, że się to odbywa na drodze zwrotnej przez podrażnianie silne komórek treścią, inni zaś utrzymują, że podnieta wychodzi z jelit, a jest nią niedokrewność wywołana w pustych jelitach przez zamknięcie odźwiernika. Fale odźwiernikowe poczynają się rzeczywiście od dwunastnicy.

Żołądek unerwia nerw błędny i współczulny.

Wpust zaopatrują gałązki nerwu błędnego (*n. dilatator cardiacae*), które służą do rozszerzania wpustu. Ośrodki leżą w mózgu i rdzeniu. Te same ośrodki są ośrodkami dla zamykania odźwiernika, a nerw rozszerzający wpust pośredniczy w tem zamykaniu.

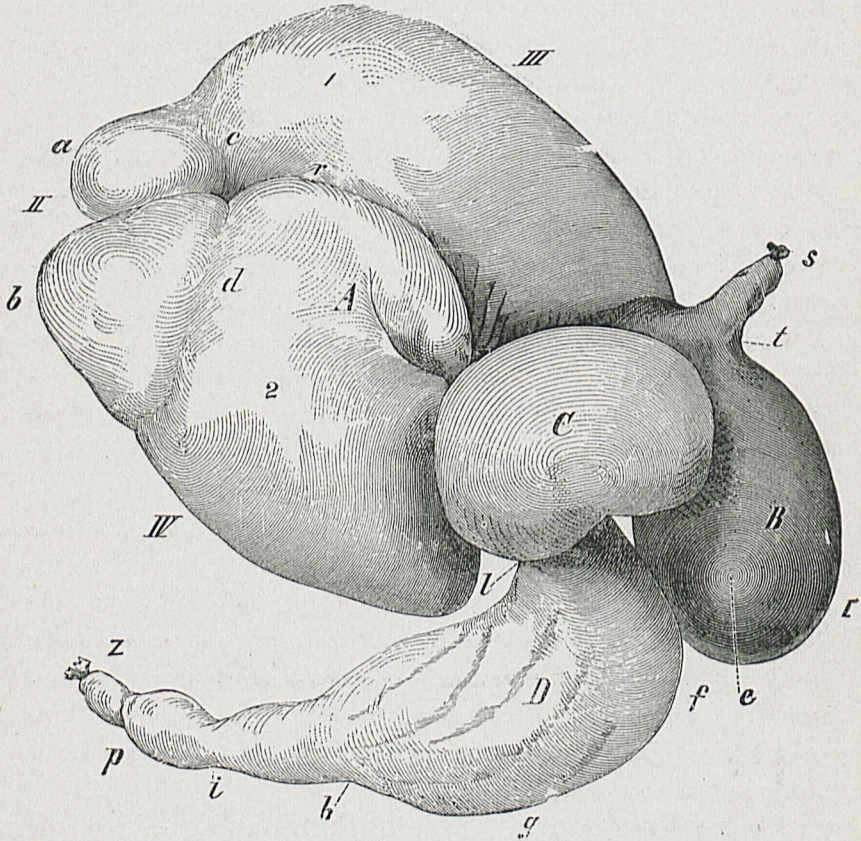
Nerwem ruchowym samego żołądka jest nerw błędny. Ośrodek ruchowy leży w zwojach podstawowych mózgu. Nerw współczulny tamuje ruchy żołądka a ośrodek tamowania leży w rdzeniu pacierzowym.

U zwierząt przeżuwających dostaje się pokarm grubo żuty do pierwszego żołądka (fig. 14), tj. do żwacza (*rumen*), a drobniej żuty częściowo i do czepca (*reticulum*), gdzie pozostając czas pewien ulega maceracyi, kiśnieniu itd. Następnie przez kurczenie się żwacza a prawdopodobnie i czepca zostaje napowrót wypychany do jamy pyskowej i tam przeżuty. Do wypychania tego dopomaga też przepona i mięśnie brzucha.

Ruchy wypychające pokarm są rytmiczne a przy wpuście

tj. w lejku trawieńca nagłe, krótkie, urywane, przez co treść cofa się do paszczy tylko w niewielkich porcjach (100—120 gr.).

Fig. 14.



Żołądek bydłęcia. *A* żwacz, *B* czepiec, *C* księgi, *D* trawieniec; *l* lewy, *r* prawy worek żwacza, *s* gardziel, *t* wpust, *p* odźwiernik.

Doświadczenia robione na owcach w celu zbadania unerwienia żołądka wykazały, że przy drażnieniu pnia nerwu błędnego na szyi kurczy się dolny odcinek gardziela, żwacz, czepiec i trawieniec (*abomasus*), oraz początkowa część jelita cienkiego. Żwacz kurczy się dość żywo, o wiele szybciej i energiczniej jednak czepiec, podczas gdy trawieniec i jelito wy-

konują ruchy zwane robaczkowymi, powstające w ten sposób, że część następna kurczy się dopiero wtedy, gdy poprzedzająca już się rozkurcza. Księgi (*psalterium*) nie kurczyły się przystem wcale.

Drażnienie nerwu współczulnego pozostawało bez skutku.

Przecinano też na szyi oba nerwy błędne, poczem następowo porażenie gardziela, żwacza i czepca. Zwierzę podlegało gwałtownemu wzdęciu, tak, że trzeba było trójgrainem wypuszczać gazy, by zwierzę czas dłuższy przy życiu utrzymać. Gazy te wytwarzające się w żwaczu nie mogły się wydalać, jak to bywa przy przeżuwaniu, gromadziły się w porażonym żołądku i wydymały go, powodując tak zwaną bębnicę (*tympanites*). Przeżuwanie ustawało zupełnie.

Przeponę zaopatruje nerw przeponowy (*n. phrenicus*). Przecięcie tegoż poraża przeponę, co jednak bardzo mało tylko zakłóca akt wracania pokarmów, przepona więc nie odgrywa w tem wybitniejszej roli. Znaczenie mięśni brzucha nie jest jeszcze dostatecznie zbadane w tym wypadku.

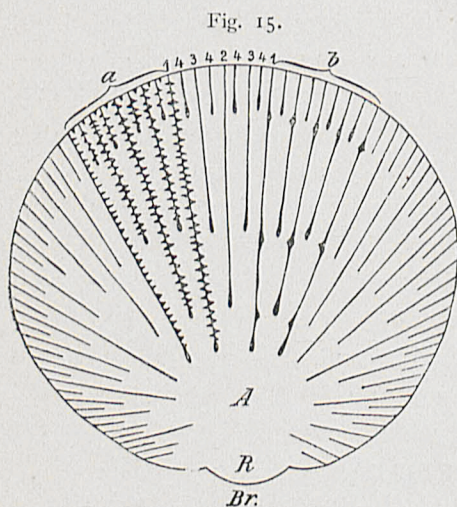
Przeżuwanie pokarmu następuje u bydła rogatego w 30—70 minut, u owcy w 20—30 m. a czasem i do 45 m. po przyjęciu pokarmu. Podczas przeżuwania zwierzę zazwyczaj leży, czasami jednak i stoi z oczyma do połowy przymkniętymi drzeмиąc. Bicie serca i oddychanie jest przyspieszone. Przeżuwanie odbywa się naprzemian jużto jedną, jużto drugą stroną szczęki w nieregularnych odstępach czasu. Przeżuwanie trwa u bydła rogatego i owcy 40—50 minut bez przerwy, poczem następuje krótki spoczynek i znów zwierzę zaczyna przeżuwać.

Przeżuwanie jednego kęsa trwa około jednej minuty, poczem w 3—4 sek. nadchodzi następny kęs.

Należy tutaj zaznaczyć tę szczególną okoliczność, że podczas przeżuwania ustaje w zupełności wydzielanie śliny z gruczołów podszczękowych, a prawie całą ilość dostarcza gruczoł przyuszny.

Pokarm przeżuty prawie płynny zostaje połknięty i dostaje się upustem szparkowym wprost do ksiąg, gdzie się wlewają bezpośrednio wszelkie płyny.

Księgi (fig. 15) posiadają swe samodzielne mięśnie. Rozpoczynają się one na podstawie listków i rozprzestrzeniają się w nich, z drugiej strony poczynają się przy otworze między



Szematyczny przekrój ksiąg.

księgami i czepcem, oraz wpustem gardziela i rozposcierają się w trawieńcowym brzegu ksiąg. Przy odruchowym drażnieniu ścian gardziela kurczą się listki. W skutek tego zbliża się wpust do czepca tak, że listki wsuwają się do otworu ksiąg i czepca. Pokarm dostaje się między listki i przez kurczenie się tychże posuwa się coraz dalej, zostaje dokładnie starty, a płyn z niego wyciśnięty. Płyn ten dostaje się do trawieńca.

Co do unerwienia trzeciego żołądka, nie posiadamy dotychczas pewnych wiadomości.

Wymiotowanie. Skoro żołądek przeładowany zostaje pokarmami, których nie może strawić, drażniącymi silnie jego ściany, zostaje zwymiotowany, tj. wyrzucony przez gardziel na zewnątrz. Wymiotowanie odbywa się przy pomocy mięśni, żołądka i brzucha oraz przepony, a więc tych samych, które powodują wracanie pokarmów przy przeżuwanii. W skutek tego chciano uznawać te sprawy za jednakie zupełnie. Tak jednak nie jest. Jeżeli przetniemy nerwy przeponowe i zniszczymy rdzeń w części piersiowej, skąd odchodzą nerwy do mięśni brzucha,

a więc porazimy tak te ostatnie jak przepone, to przekonamy się, że zwierzę nie będzie mogło wymiotować, mimo, że mu zadamy silne środki wymiotne, jak np. emetyk. Tak samo ubezwładnimy powyższe mięśnie przez zastrzyknięcie zwierzęciu kurrary, truciźny, którą pewne szczepy zatrują swe strzały, porażającej zakończenie nerwów ruchowych w mięśniach prążkowanych, a więc dowolnych, nie naruszającej zaś zupełnie mięśni gładkich, jakie się w żołądku znajdują. U takiego zwierzęcia też nie będziemy mogli sprowadzić wymiotów. Mamy więc zupełnie odrębne stosunki aniżeli przy przeżuwaniu. Tam przepona i mięśnie brzucha odgrywały tylko podrzędną rolę pomocniczą, główne zaś zadanie miał do spełnienia żołądek, szczególnie pierwszy tj. żwacz. Tutaj żołądek sam nie jest w stanie wywołać wymiotów, głównym czynnikiem zaś są mięśnie brzucha i przepona.

Wymiotowanie należy do czynności odruchowych, a ośrodek jego leży w rdzeniu przedłużonym.

Nie wszystkie zwierzęta z jednakową łatwością wymiotują. Niektóre, jak koń i inne jednokopytne nie wymiotują albo wcale, lub też tylko w nader wyjątkowych okolicznościach a to z powodu anatomicznych stosunków, do których należy skośne położenie gardziela do żołądka, a następnie nader silny pierścień mięśniowy, zaciskający koniec gardziela, tak zwany zdziergacz (*sphincter cardiae*), stanowiący zaporę nie do przeparcia.

Ruchy jelit. Z żołądka, a względnie trawienca zostaje pokarm przez ruchy robaczkowe wyparty do dwunastnicy, skąd przechodzi do dalszych części jelit przy pomocy ruchów robaczkowych. W jelitach znajdują się dwie warstwy mięśni gładkich, mianowicie okrężna i podłużna. Mięśnie okrężne zwężają światło jelit, podłużne zaś rozszerzają nieco i skrcają zarazem jelita w kierunku podłużnym. W jelitach prawidłowych widzieć można jakby pierścień posuwający się wzdłuż jelit, jeśli się zachowa pewne ostrożności, tj. otwiera jamę brzuszną w powietrzu ogrzanem do ciepłoty ciała, lub w roztynie 0.6% soli kuchennej o ciepłocie krwi. Jeśli się jednak tej ostrożności zaniedba, wtedy

pierścienie takie powstają naraz w kilku lub kilkunastu miejscach i rozchodzą się dalej, co przedstawia widok jakby gromady wijących się robaków. W spoczynku ustają ruchy robaczkowe, a powstają podczas trawienia.

W ruchach robaczkowych pośredniczą nerwy błędne, których podniecanie wzmacnia je. Przeciwnie zachowuje się drugi nerw zaopatrujący jelita, tj. nerw trzewiowy (*n. splanchnicus*). Podrażnianie tego nerwu zawiesza czynność jelit, znosi ruch robaczkowy. Nerw więc ten zalicza się do rzędu nerwów tamujących.

Ruch robaczkowy jelit nie ustaje skoro się przetnie nerwy błędne i trzewiowe. Można nawet wyciąć kawałek jelita, a wśród pewnych warunków kurczy się ono podobnie jak w ustroju.

Świadczy to, że podniety należy szukać w samych ścianach jelit i rzeczywiście odnaleziono tam odpowiednie urządzenia, a mianowicie splot nerwowy, tak zwany *plexus mesentericus*, zaopatrujący ściany jelit w komórki zwojowe Meissnera i Auerbacha, dosyłające, podług niektórych badaczy, jelitom podniet, podobnie jak to w sercu przypuszczają.

Niektórzy badacze przypisują też bezpośrednio mięśniom jelit własność samoistnego wytwarzania ruchów robaczkowych, bez pośrednictwa nerwów, powołując się na moczowody, które okazują podobny ruch w częściach, gdzie niema żadnych zgoła urządzeń nerwowych.

Wydalenie kału. Treść jelit, która w jelicie grubym nosi nazwę kału, posuwana naprzód ruchami robaczkowymi dostaje się wreszcie do odbytnicy (*rectum*), gdzie napotyka na zdziergacze (*sphincter ani*), mięśnie tamujące mu drogę. Mięśnie te może zwierzę dowolnie utrzymać w stanie napięcia i nie dozwolić wydostawania się kału na zewnątrz, jednak czas pewien tylko i przy niezbyt energicznym parciu kału. Może też zwierzę zwalniać te mięśnie i przy pomocy tłoczni ścian brzucha wydalić kał. Podnieta przechodzi w tym razie z mózgu przez rdzeń, to też zniszczenie rdzenia znosi tę czynność.

Czas przebywania pokarmu w przewodzie pokarmowym. W żołądku konia pozostaje pokarm ogółem 18—24 godzin, w jelicie cienkim 12—24, w ślepiem do 24 godzin, w odbytnicy zaś krótki czas tylko.

Ilość treści w całym przewodzie pokarmowym wynosi 212—369 litrów.

U bydła rogatego przechodzi pokarm przez cały przewód 3—4 dni, w wyjątkowych stosunkach jednak może pozostawać 7—8 dni. Ilość treści równa się około 360 litrów.

U kozy i owcy napotyka się pokarm w kale dopiero po 30—33 godzinach, wyjątkowo jednak i po 7 dniach przy trudno strawnych pokarmach. Zawartość przewodu pokarmowego obliczają na 45 litrów.

U świni zatrzymuje się pokarm około 36 godzin, z tego 3—4 w żołądku, wyjątkowo nawet 24—36, zaś 6 w jelicie cienkim, w grubym pozostaje rozmaicie długo, zależnie od pokarmu. Owies znachodzi się już po 12 godzinach, podczas gdy kartofle po 5—9 dniach, a słomę po 5—6 dniach można jeszcze znaleźć w okrężnicy. Przewód pokarmowy zawiera około 28 litrów.

U psa pozostaje pokarm w przewodzie pokarmowym 12—18 godzin.

CHŁONIENIE.

Niewielka tylko część pokarmów przyjętych opuszcza ustrój w kale, większość zaś znika w przewodzie pokarmowym. Zostają one przyswojone przez ustrój i wprowadzone w krążenie soków, czyli wchłonięte lub wessane.

Dla zrozumienia na czem polega wchłanianie, należy znać stosunki anatomiczne i odnośne fizyczne.

Cały przewód pokarmowy jest wyścielony przybłonkiem, przeważnie wałeczkowym, jednowarstwowym, z wyjątkiem jamy ustnej i gardziela, gdzie jest płaski i wielowarstwowy. Pod nim leżą liczne naczynia krwionośne, włosowate oraz chłonicze czyli limfatyczne. Ścianki naczyń włosowatych są nader cieniuchną błonką, złożoną z śródbłonka. Podobną budowę mają naczynia chłonicze, których początki znajdują się w błonie śluzowej przewodu pokarmowego. Co do tych, większość badaczy jest zdania, że rozpoczynają się jako otwarte przestwory międzytkaninowe, przynajmniej w kosmkach jelit, gdzie się głównie chłonięcie odbywa. Kosmki czyli fałdy znajdujące się w jelitach powiększają olbrzymio ich powierzchnię zdolną do wchłaniania pokarmów.

Cały przewód pokarmowy przedstawić sobie można jako rurę utworzoną z błony zwierzęcej, mianowicie przybłonka oraz cieniuchnych ścianek naczyń, wewnątrz której znajduje się miazga

pokarmowa, na zewnątrz zaś krew i limfa. Zachodzi teraz pytanie w jaki sposób strawiony pokarm dostaje się z wnętrza tej rury przez błonę na zewnątrz, tj. do naczyń czyto krwionośnych czyto chłonnych, a następnie miesza się z ich zawartością, czyli w jaki sposób następuje osmoza i dyfuzja.

O dyfuzji mówimy wtedy, jeśli mamy dwie warstwy płynu nalane ostrożnie na siebie, nie odgradzone niczem. Przekonamy się po pewnym czasie, że część górnego płynu przeniosła się do dolnego i na odwrót, mimo, żeśmy naczyniem nie poruszali, nie trzęśli. Dyfuzja możliwa jest tylko między ciałami, które się z sobą mieszają np. alkoholem i wodą, między oliwą zaś i wodą nie następuje zupełnie. Szybkość dyfuzji zależy od rozmaitych warunków, przedewszystkiem zaś od natury ciał, jak to Graham stwierdził. Tak np. kwasy dyfundują najszybciej, potem alkalia, najgorzej zaś koloidy jak białko płynne, klej, guma arabska itd. Dyfuzja jest tem większa im więcej zgęszczone są rozczyny. Ciepłota podwyższona zwiększa dyfuzję, obniżona zaś zmniejsza.

Podobna wymiana następuje także jeśli płyny odgradzimy błoną zwierzęcą lub ścianą z porowatej gliny palonej, czyli przeponą (diafragmą). Nazywa się osmozą. Jeśli na lejek szklany lub flaszki bez dna naciągniemy pęcherz lub wkleimy przeponę z gliny palonej, napełnimy płynem a przez korek przeprowadzimy długą rurkę szklaną, to za pomocą tego przyrządu możemy badać stosunki endosmozy. Napełnijmy ten przyrząd roztworem zgęszczonym siarkanu miedziowego i wstawmy w naczynie napełnione wodą, tak, aby płyny znajdowały się na równej wysokości, to po pewnym czasie spostrzeżemy, że płyn w rurce szklanej znacznie w górę podszedł, t. j. że znaczna ilość wody przeszła do przyrządu. Jednak i woda w naczyniu zabarwiona słabo na niebiesko zdradza, że pewna część siarkanu miedziowego przeniknęła przez błonę, choć w każdym razie znacznie mniejsza. Odwrotnieby się rzecz miała, gdybyśmy przyrząd napełniony wodą umieścili w roztworem siarkanu miedziowego, wtedy poziom w rurce nie podwyższyłby się, ale opadł.

Zamiast roztworu, możemy też napelnić przyrząd sproszkowaną solą, a przyciągnie ona pewne ilości wody i rozpuści się w niej. Ilość soli lub jakiegoś rozpuszczalnego ciała wymieniona za pewną ilość wody co do ciężaru nazywa się *równoważnikiem osmotycznym* (*aequivalent*). Ilość ta zależną jest od różnych warunków, a więc od rodzaju ciał, od rodzaju przegród, ciepłoty itd., nie zawisła zaś od ciśnienia hydrostatycznego, jak nas przekonywa wznoszenie się cieczy w rurze przyrządu. Podaję tutaj liczby wskazujące ile wody przechodzi za jeden gram pewnej soli.

Siarkan potasowy kwaśny	2'3
Alkohol	4'2
Chlorek sodu	4'3
Cukier	7'1
Siarkan sodowy	11'6
Siarkan magnowy	11'7
Siarkan potasowy	12'0
Wodnik potasowy	215'0

Peptony posiadają w roztworze 9%, równoważnik osmotyczny 7—10.

Kolloidy nie przechodzą zupełnie przez błony.

W końcu nadmienić też wypada o przesączaniu czyli filtracji, tj. bezpośredniem przechodzeniu płynów przez ciała dziurkowate, np. błony zwierzęce. Jest ono tem silniejsze im większe jest ciśnienie wywierane na przesączający się płyn. Zależy następnie od ciepłoty, zgęszczenia (gęste płyny trudniej się przesączają), wreszcie od tego z jaką łatwością napaja płyn błonę.

W przewodzie pokarmowym panują stosunki odpowiadające prawidłom fizycznym, umożliwiające wessanie pokarmów. Co do dyfuzji, to zdaje mi się, że nie potrzeba nawet szczegółowych objaśnień, aby zrozumieć, że musi się ona wciąż odbywać w przewodzie pokarmowym.

Osmoza również jest możliwa, bo z jednej strony błony zwierzęcej, tj. zewnątrz przewodu pokarmowego mamy ciała ła-

two przesiąkające, jak sole, cukier, peptony, mydło itd., z drugiej zaś strony znaczne ilości białka nieprzenikającego, w które obfituje krew i limfa.

Przesączenie możliwe jest także, gdy się jelita kurczą i wywierają ciśnienie na miazgę. Z drugiej zaś strony może też ono powstawać przez kurczenie się kosmków. Wtedy zostaje wyparta ich zawartość, a więc powstaje próżnia, czyli ciśnienie ujemne, ułatwiające przesączenie skoro kurcz kosmków ustaje.

Zachodzi pytanie, gdzie jakie pokarmy zostają wchłonięte. Jeżeli podwiążemy przy samym początku gardziel zwierzęcia, a więc odetniemy łączność jamy ustnej z resztą przewodu pokarmowego i włożymy do niej jakieś ciało trujące np. sinek potasu, to zwierzę zginie wkrótce. Mamy więc dowód, że chłonięcie jest już w jamie ustnej możliwe. W podobny sposób podwiązując część gardziela z dwóch stron, żołądek itd. widzimy że chłonięcie odbywa się w całym przewodzie pokarmowym od jamy ustnej aż do odbytnicy, oczywiście nie wszędzie z jednaką energią. Znaczniejsze ilości pokarmów znikają już w żołądku, szczególnie zwierząt przeżuwających, głównie jednak chłonie jelito cienkie.

Chcąc się przekonać które drogi chłoną pewne składniki pokarmów, czy naczynia krwionośne czy też limfatyczne, którym dawniej wyłączną w tem rolę przypisywano, karmi się zwierzę danymi składnikami i bada ich zawartość w limfie i krwi. Żyły odprowadzające krew z jelit łączą się w jeden gruby pień, zwany żyłą wrotną (*vena portae*) wpadającą do wątroby. Chcąc przeto zbadać czy do krwi przeszły pewne składniki, wsadza się w tę żyłą rurkę i zbiera krew wypływającą z niej. Naczynia chłonicze zbierają się w dwa pnie, mianowicie w przewód piersiowy (*ductus thoracicus*) z lewej, a pień limfatyczny (*truncus lymphaticus*) z prawej i wpływają do żyły głównej przedniej. Z tych pni również można zbierać zawartość i badać ją następnie chemicznie.

W ten sposób stwierdzono, że sole rozpuszczalne we wo-

dzie zostają wchłonięte przez naczynia tak limfatyczne jak i krwionośne.

Jeśli wprowadzimy do przewodu pokarmowego sole o wysokim równoważniku osmotycznym, jak np. siarkan sodowy, to za nie wielkie ilości tej soli wchłoniętej przez naczynia zostanie wymienioną znaczną ilość wody do jelit. Wskutek tego powstaje biegunka, a krew zagęszcza się przez oddawanie wody. Jeśli zaś odwrotnie sól tę wstrzyknie się do naczyń krwionośnych to osmoza soli nastąpi do jelit, a woda przejdzie do krwi. Kał wtedy jest nader suchy i zbity.

Strawione, a więc rozpuszczalne węglowodany, przeważnie zaś cukier, odnaleźć można w krwi żyły wrotnej, a nie w przewodzie piersiowym, wessanie więc następuje przez naczynia krwionośne. W przewodzie piersiowym wyjątkowo tylko można wykazać małe ilości cukru.

Trudniejsza jest sprawa z białkami. Tak krew jak i limfa zawiera bardzo znaczne ilości białek, tak, że przybytek białka powoli wchłanianego trudnoby było oznaczyć. Uboczną jednak drogą cel osiągnięto. Podwiązywano zwierzęciu, mianowicie psu głodzonemu czas pewien przed tem, pnie chłonicze, przez co znoszono krążenie limfy. Następnie karmiono psa białkami, a te w zupełności znikają z przewodu pokarmowego, nie odnajdywano ich w kale, a natomiast przekonano się, że zostały przez ustrój całkowicie zużytkowane. Widocznie więc, że do obiegu materji w ustroju dostały się przez naczynia krwionośne. W jakiej jednak postaci? Ponieważ peptony najłatwiej przenikają przez błony zwierzęce i w nie właśnie zmieniają się białka w czasie trawienia, przeto pierwsza myśl się nasuwa, że peptony zostają przedewszystkiem wchłaniane. Skoro jednak badano skrupulatnie tak zawartość pni limfatycznych, jak krew odpływającą z jelit, nie znaleziono peptonów, jak tylko bardzo małe ślady. Peptony jednak znikają, jak doświadczenie poucza, nader szybko z przewodu pokarmowego. Gdzież się więc podziewają? Można zrobić następujące doświadczenie: Wycina się psu kawa-

łek jelita cienkiego, podwiązuje z obu stron, a przez tętnice dochodzące w kresce do jelita przeprowadza się krew odwłóknioną, ogrzaną do ciepłoty, jaką w prawidłowym stanie posiada i pod prawidłowem ciśnieniem, czyli urządza się sztuczne krążenie. W ten sposób można jelito dłuższy czas przy życiu utrzymać. Otóż jeżeli się do takiego jelita wprowadzi pewną ilość peptonu, to po pewnym czasie zniknie on zupełnie z jelita, czyli zostanie wessany, a mimo to nie można go odnaleźć w krwi żyłnej, odpływającej z jelita. Stąd więc słuszne twierdzenie, że został on w ścianach jelit napowrót zmieniony w białko. Co tę przemianę sprawia, niewiadomo. Jedni badacze utrzymują, że białe ciała krwi, inni zaś, że sam już przybłonek błony śluzowej; jednak nic pewnego w tej kwestyi powiedzieć nie można.

Jednakże nietylko peptony zostają wchłaniane przez jelita, przekonano się, że i inne białka, jak np. białkany, sernik, myozyna zostają wessane, jakkolwiek znacznie trudniej i w mniejszej ilości. Widzimy z tego, co zresztą i inne spostrzeżenia stwierdzają, że prawami osmozy nie da się całkowicie wytlómaczyć wchłaniania, to też obecnie badacze przyjmują czynny udział komórek w tej sprawie.

Karmiąc zwierzę tłuszczem można się przekonać, że przechodzi on do krążenia drogami chłoniczemi. Już samo wejście ich zawartości zdradza obecność tłuszczu. Wyjawszy pętlę jelit zwierzęcia głodzonego, można widzieć w kresce przebiegające naczynia krwionośne, podczas gdy po nakarmieniu tłuszczem występują obok nich białe smugi, naczynia limfatyczne tłuszczem wypełnione. Chemiczne badanie wykazuje znaczną obfitość jego w limfie zbieranej z przewodu piersiowego, która teraz nosi nazwę mleczka (*chylus*).

W jaki sposób chłoną go naczynia limfatyczne? Tłuszcz zostaje po części zamieniony w mydło rozpuszczalne, tu więc nie ma trudności. Jest to jednak mała tylko ilość, największa część zaś zostaje wessana jako kulki zawiesiny. Kwestya ta napotykała na rozmaite tłómaczenia, tak np. Zawarykin i inni twier-

dzili, iż w jelitach podczas trawienia występują licznie ku brzegom przybłonka białe ciała krwi, wydają wypustki ku światłu jelit, łapią niemi kulki tłuszczu i tak obładowane powracają do naczyń chłonniczych. Podobne stosunki można też rzeczywiście widzieć pod mikroskopem na preparatach z jelit, ciała bowiem krwi posiadają własność tworzenia wypustek i pochłaniania drobnych ciałek, które napotykają na swej drodze, nowsze jednak badania wykazały, że sprawa ta jest tylko poboczną. Tłuszcze dostają się bezpośrednio przez przybłonek jelit do przestworów limfatycznych, a następnie do naczyń, jakie jednak siły odgrywają w tem rolę, nie wiemy dotychczas nic pewnego.

Chłonięcie w różnych częściach przewodu pokarmowego. Powierzchnia chłonna rozpoczyna się właściwie dopiero od wpustu żołądka, a kończy przy odbycie. Wynosi ona według Colina u konia 15, u bydła rogatego 17, u świni 3, u psa 0·5, u kota 0·12 metr. kwadr. Stosunek powierzchni żołądka do jelit wynosi u konia 1:30, bydła rogatego 1:7·6, świni 1:13·2, psa i kota 1:3·3.

W żołądku konia odbywa się chłonięcie nader leniwie, jeszcze mniej zaś chłonie pierwszy i drugi żołądek przeżuwaczów. Trawieniec zaś chłonie o wiele więcej, aniżeli żołądek konia, z powodu bowiem licznych fałdów błony śluzowej ma 5 razy większą powierzchnię. Najwięcej stosunkowo chłonie żołądek psa i świni, które są do siebie pod tym względem podobne.

Ellenberger karmił swinię owsem i stwierdził, że żołądek jej wchłonał

	Związków azotowych	Związków bezazotowych
w 2 godz. po nakarmieniu	40·5	42·4
» 3 » » »	46·8	52·0
» 4 » » »	64·7	50·0
» 6 » » »	62·4	50·0
» 10 » » »	66·5	62·0
» 22 » » »	75·0	65·0

Przy żywieniu świni kartoflami chłonał żołądek świń następujące ilości skrobi, zawarte w tychże:

W	2	godz. po nakarmieniu	4'5 ⁰ / ₁₀
»	4	» » »	34'0 »
»	6 ¹ / ₂	» » »	69'7 »

Białka podawanego w mięsie znikało w żołądku świni:

W	1	godz. po nakarmieniu	9'5 ⁰ / ₁₀
»	2	» » »	27'7 »
»	4	» » »	32'3 »
»	5	» » »	40'0 »
»	8	» » »	83'0 »
»	12	» » »	87'8 »

U konia przedstawiają się te stosunki przy żywieniu owsem w następujący sposób: Z owsa, który pozostał w żołądku i nie przeszedł do jelit zostało wessanych:

	Związków azotow.	Związków bezazot.
W 1 ¹ / ₂ —2 ¹ / ₂ godz. po nakarmieniu	19—34	13—16
» 3 ¹ / ₂ —4 ¹ / ₂ » » »	29—39	23—28
» 6 ¹ / ₂ » » »	49	43
» 8—12 » » »	64	81—59
» 10—12 » » »	31—64	22—40

Żołądek psa chłonał następujące ilości białka przy karmieniu mięsem:

W	1	godz. po nakarmieniu	9'0 ⁰ / ₁₀
»	2	» » »	41'3 »
»	4	» » »	52'4 »
»	6	» » »	64'3 »
»	9	» » »	80'0 »
»	12	» » »	99'6 »

Chłonicie w jelitach. Najenergiczniej odbywa się chłonicie w jelitach cienkich. Ellenberger i Hoffmeister stwierdzili, iż od 3 godz. po nakarmieniu do 22 wchłaniają jelita cienkie 65—80% związków azotowych, a 58—70% bezazotowych.

W jelicie grubem zostają pokarmy o wiele mniej wchłaniane aniżeli w cienkiem.

Ellenberger żywił świnie owsem i stwierdził, że jelita chłonęły związków bezazotowych

w 2 godz. po nakarmieniu	42'2
» 3 » » »	46'4
» 4 » » »	46'7
» 6 » » »	51'0
» 8 » » »	58'6
» 12 » » »	62'0
» 22 » » »	68'0

Przy żywieniu świni kartoflami znikало w jelitach skrobii

w 2 godz. po nakarmieniu	21
» 3 » » »	49
» 4 » » »	75

Z białek chłonał żołądek świni przy żywieniu owsem

w 2 godz. po nakarmieniu	40'5
» 3 » » »	45'0
» 4 » » »	62'0
» 6 » » »	64'0
» 10 » » »	65'0
» 12 » » »	62'0
» 22 » » »	75'0

Przy podawaniu 500 gr. mięsa znikало w żołądku świni białka

w 1 godz. po nakarmieniu	8'2 gr. = 6'7%
» 2 » » »	27'7 » = 22'0 »
» 4 » » »	35'9 » = 27'6 »
» 5 » » »	42'0 » = 33'0 »
» 8 » » »	72'0 » = 74'8 »
» 12 » » »	101'0 » = 84'8 »

Na podstawie doświadczeń robionych na 3 koniach przekonał się Ellenberger, iż chłonęły jelita w 10—12 godz. po nakarmieniu 71—72% związków bezazotowych, ilości zaś białka wchłoniętego niepodobna oznaczyć.

Pies chłonał przy żywieniu ryżem skrobi:

w	1	godz.	po	nakarmieniu	7'4
»	2	»	»	»	22'9
»	3	»	»	»	43'7
»	4	»	»	»	67'5
»	8	»	»	»	98'0
»	10	»	»	»	98'3

Ilość białka pochłoniętego przez jelita psa przy podawaniu go 200 gr. w mięsie oznaczał Schmidt-Mühlheim

w	1	godz.	po	nakarmieniu	3'9
»	2	»	»	»	36'2
»	4	»	»	»	47'4
»	6	»	»	»	56'4
»	9	»	»	»	75'2
»	12	»	»	»	94'8

Co do wchłaniania tłuszczu, to jedyne ścisłe doświadczenia Zawilskiego były już przytoczone przy nauce o trawieniu.

Chłonięcie w przewodzie pokarmowym przeżuwaczy nie zostało jeszcze dokładnie zbadane,

WYDZIELANIE.

Wydzielanie jest czynnością komórek przybłonkowych znajdujących się bądźto w gruczołach, bądź wyścielających pewne narządy. jak np. przewód pokarmowy. Produkt tych komórek nosi nazwę wydzieliny. Wiele wydzielin mianowicie w przewodzie pokarmowym było już przedstawionych, z główniejszych pozostaje mocz, pot, łój skórny i mleko.

Mocz jest wydzieliną nerek, a właściwie wydalina, jest bowiem nieużyteczny dla ustroju, który go przez nerki wydalą. Jestto płyn blade żółty. Ciężar właściwy moczu wynosi u konia 1016—1060, bydła rogatego 1007—1030, mniejszych przeżuwaczy 1006—1015, świni 1003—1025, psa 1016—1060, kota 1020—1040. Mocz zwierząt mięsożernych oddziaływa kwaśno, trawożernych zaś alkalicznie.

Ilość moczu podług Ellenbergera wynosi u konia 3, 5, 10 l. w 24 godz., bydła rogatego 6, 10, 25 l., małych przeżuwaczy 0,3—0,9 l., świni 1,5—8,0, psa dużego 0,5—1 l., kota 0,2—0,3 l.

Do głównych składników organicznych moczu zwierząt mięsożernych należy przedewszystkiem **mocznik** czyli karbamid $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Połączenie to otrzymał po raz pierwszy sztucznie Wöhler w r. 1828 z sinianu amonowego. $(\text{NH}_4)\text{OCN}$. Było to nader ważnem odkryciem, wykazującym, że związki powstające w ustroju żywym można także sztucznie otrzymać po za ustrojem. Mocznik krystalizuje w rombicznych pryzmach, jest bez-

barwny, rozpuszcza się łatwo w wodzie, trudniej w alkoholu. Topiony w rurkach próbnych wydaje z siebie amoniak. Pod wpływem drobnych ustrojów rozkłada się przy alkalicznym kiśnieniu moczu na amoniak i bezwodnik węglowy. Z kwasami tworzy sole, z pomiędzy których azotan mocznika, a nadewszystko szczawian mocznika są trudno rozpuszczalne. Z azotanem rtęciowym tworzy sól podwójną, w wodzie nierozpuszczalną. Własność ta służy do ilościowego oznaczenia mocznika.

Ilość mocznika wynosi u konia 2.5—4⁰/₀, u bydła rogatego 1—4⁰/₀, jest jednak nader zmienna, zależnie od paszy, podobnie jak i u małych przeżuwaczy.

Mocznik jest ciałem powstającym z rozszczepiania białek w ustroju w czasie przemiany materii. Jest on z tego powodu nader ważnym przetworem, o którym też obszernie później jeszcze pomówimy.

Dawniej przypuszczano, że mocznik wytwarza się w samych nerkach. Ponieważ jednak po wycięciu ich nagromadza się go znaczna ilość we krwi, a więc należy przyjąć, że powstaje gdzieś indziej, a mianowicie jak wykazały liczne badania, w wątrobie.

Obok mocznika posiada równorzędne znaczenie u zwierząt trawożernych **kwasi hipurowy**, czyli benzoilo-amido-octowy $C_6H_5CONHCH_2COOH$. Kwas ten rozpada się podczas gotowania z mineralnymi kwasami i alkaliami na kwas będzwinowy i glikokol. W moczu zwierząt mięsożernych znajduje się tylko w nader małych ilościach. Mocz konia zawiera go około 0.759⁰/₀, bydła rogatego 0.2—3⁰/₀, zależnie od paszy. To samo odnosi się do małych przeżuwaczy. Krystalizuje w mleczno białych pryzmatach rąbicznych. W wodzie jest bardzo trudno rozpuszczalny, z alkaliami zaś tworzy sole łatwo rozpuszczalne. W moczu zwierząt trawożernych znachodzi się jako sól wapniowa i sodowa.

Kwas ten pochodzi równie jak mocznik z rozkładu białka, wytwarza się zaś w rozmaitych narządach, głównie jednak w nerkach. U zwierząt młodych, karmionych wyłącznie mlekiem, nie ma go zupełnie w moczu, tak samo znika u zwierząt głodzonych.

Jestto więc dowód, że kwas hipurowy wytwarza się z pożywienia roślinnego, a mianowicie z jego białka. Nie wszystkie jednak rośliny posiadają własność dostarczania kwasu hipurowego. Przy karmieniu wyłącznie grochem, owsem i kartoflami nie znajduje się go w moczu.

Kwas moczowy $C_5H_4N_4O_3$ znachodzi się tak u zwierząt trawożernych jak i mięsożernych w małych tylko ilościach, natomiast bardzo obficie w moczu ptaków. Jestto biały proszek, złożony z drobnych kryształków, mianowicie rąbicznych pryzmatów i tabletek. W wodzie jest prawie całkowicie nierozpuszczalny, z alkaliami tworzy sole obojętne, łatwo rozpuszczalne i kwaśne, trudno rozpuszczalne.

Odparowany na miseczce porcelanowej z kwasem azotowym tworzy pozostałość czerwoną, przyjmującą za dodaniem amoniaku purpurową barwę wskutek wytworzonego purpuranu amonowego, czyli murexydu; stąd nazwa próba murexydowa.

Rozczyn kwasu moczowego w węglanie sodowym tworzy za dodaniem azotanu srebrowego wskutek odtleniania brunatny osad, lub żółty przy małych ilościach kwasu.

Kreatynina $C_4H_7N_3O$ znachodzi się w moczu w małych ilościach. Tworzy bezbarwne kryształy, w wodzie jest rozpuszczalna.

Z ługiem sodowym i nitroprusydkiem sodowym daje czerwone zabarwienie, przechodzące dość szybko w żółte.

Połączenie to pochodzi z kreatyny zawartej w mięśniach, której jest bezwodnikiem.

Oprócz tych połączeń napotyka się też w moczu bardzo małe ilości krystalicznych związków azotowych, jak ksantyny, hipoksantyny, guaniny, karniny i allantoiny.

Kwas szczawiowy znajduje się w małych ilościach w połączeniu z wapniem. Sól tę, jak wiadomo nierozpuszczalną, wtrzymują w roztworze fosforany kwaśne.

Kwasy etero-siarkowe. Podczas gnicia białek pokarmów w jelicie grubym, wytwarzają się pewne połączenia aroma-

tyczne jak fenol, kresol, indol i skatol. Pierwsze z nich łączą się z kwasem siarkowym, tworząc kwas fenolo-siarkowy $C_6H_5OSO_2OH$ i kresolo-siarkowy $C_7H_7OSO_2OH$; dwa inne zaś po utlenianiu się dopiero łączą się w kwas indoksylo-siarkowy $C_8H_6NOSO_2OH$ i skatoksylo-siarkowy $C_9H_8NOSO_2OH$. Związki te napotyka się w większej ilości w moczu konia.

Zabarwienie moczu pochodzi od barwików nie zbadanych jeszcze dotychczas dokładnie. Do lepiej poznanych należy urobilina, barwik identyczny z hydrobilirubiną. Powstaje wskutek odtleniania bilirubiny w jelitach.

Z pomiędzy **soli nieorganicznych** znachodzą się w moczu chlorki przeważnie sodu, fosforany kwaśne, nadające moczowi kwaśne oddziaływanie, węglany i siarczany w połączeniu z sodem, potasem, amoniakiem, wapniem i wapnem. Kwas siarkowy pochodzi z utleniania białek w ustroju, zawierających, jak wiadomo, siarkę.

Wydzielanie moczu. Tętniczki nerkowe rozgałęziają się w kłębkach (*glomeruli*) Malpighiego na sieć naczyń włosowatych, a te znów zbierają się w jedną tętniczkę, której światło znacznie jest mniejsze, aniżeli tej, z której powstały. Kłębki otoczone są torebką Bowmana, z której powstają następnie kanaliki moczowe. Urządzenie to stanowi zaporę dla prądu krwi, podwyższa ciśnienie ościenne, ułatwia więc znakomicie na drodze fizycznej przenikanie cieczy przez cienkie ścianki naczyń kłębka.

Bowman twierdził, że wskutek tych stosunków wydziela się w kłębkach tylko woda, która następnie wylugowuje składniki moczu z przykłonka kanalików przepływając przez nie. Przybłonek wytwarzał podług niego te składniki w podobny sposób jak w gruczołach wydzielniczych.

Podług Ludwiga mocz wydziela się wraz ze składnikami stałymi w kłębkach, jednak nadzwyczaj rozcieńczony, dopiero przy przejściu przez kanaliki zagęszcza się wskutek oddawania wody do naczyń krwionośnych i limfatycznych nerki na drodze przenikania.

Nowsze badania wykazują, że należy przyjąć do pewnego stopnia obie te teorye. Że w kłębkach wskutek stosunków ciśnienia przesącza się woda z naczyń krwionośnych, to nie ulega żadnej kwestyi, jednak niema najmniejszych powodów do przypuszczenia, że tylko woda przechodzi a nie sole rozpuszczalne. Pod tym więc względem należałoby się przychylić do zdania Ludwiga. Z drugiej jednak strony bezpośrednio badania *Haidenheina* nakazują przyznać pewne samoistne działanie przybłonka w tej sprawie. Jeśli się mianowicie wstrzykuje do krwi zwierzęcia barwik niebieski, t. zw. indygo siarczan sodowy, to się go potem znajduje tylko w przybłonkach kanalików, a nie torebki *Bowmana*, w dalszych zaś częściach kanalików można ten barwik widzieć w samym ich świetle, a więc wypłukany z przybłonka przez spływający mocz. Jeśli się zaś zniszczy przez przyżeganie lub ścinanie nożem substancję korową nerki, gdzie się znajdują kłębki, to po wstrzyknięciu indygo siarczanu sodowego można go spotkać po dłuższym czasie w kanalikach, gdyż woda nie spływała do nich i nie wylugowywała go, nie przesączała się bowiem w kłębkach zniszczonych.

Doświadczenia te skłaniają do przypuszczania, że w kłębkach przesącza się woda wraz z ciałami łatwo przenikającymi przez błony zwierzęce, inne zaś części stałe zostają dopiero dostarczane przez przybłonek kanalików i stąd wylugowane. Że ciała te nie wytwarzają się w samym przybłonku, lecz zostają przeważnie z krwią dowiezione, to już było poprzednio wymienione, oprócz bowiem kwasu hipurowego inne związki nie powstają w nerkach.

W ostatnich czasach jednak pojawiły się doświadczenia poważne udowadniające, że mocz wraz z wszystkimi składnikami wytwarza się tylko w kanalikach.

Ilość moczu, a właściwie jego wody, zależy od wielu czynników, przedewszystkiem zaś od ciśnienia krwi, od ilości poidła. Powiększenie zawartości naczyń przez picie znaczniejszych ilości płynów wzmagą ilość moczu, przeciwnie zaś zmniejsza ją ubytek

tej zawartości przez silne pocenie lub biegunkę. Skurcz większych obszarów naczyń, np. skóry przy działaniu zimna, wzmocniona działalność serca wzmaga też wydzielanie moczu.

Jak wszędzie, tak i tutaj nerwy mają wielki wpływ, a przede wszystkim nerwy naczyniowe, zmieniające światło naczyń nerkowych. Przecięcie spłotu nerkowego (*plexus renalis*) sprawia wzmożenie ilości moczu wskutek zwiększenia ciśnienia ościennego krwi w nerkach.

Ośrodki unerwienia leżą w rdzeniu przedłużonym na dnie komory czwartej. Po uszkodzeniu tego miejsca występuje nader silne wydzielanie moczu (*diabetes insipidus*).

Z nerki dostaje się mocz powoli kroplami przez moczowody (*urether*) do pęcherza. Spływa on częścią popychany przez nowe ilości moczu wytwarzanego w nerkach, a zostającego pod wyższym ciśnieniem aniżeli w moczowodach, częścią zaś wskutek ruchów robaczkowych samychże moczowodów.

Skoro pęcherz się napełnia, mocz poczyną spływać do cewki, ta jednak zamyka się natychmiast wskutek skurczu zdziergacza (*sphincter urethrae*) podrażnionego odruchowo. Silniejszemu jednak wypełnieniu mięsień ten nie jest w stanie oprzeć się na drodze odruchowej i następuje oddanie moczu, jak np. u młodych zwierząt. Starsze mogą dowolnie wzmocnić napięcie zdziergacza, tak samo jak i zwolnić podczas oddawania moczu, przyczem kurczą się także silnie mięśnie gładkie w ścianach samego pęcherza zmniejszając jego objętość.

Zdziergacze zaopatrują nerwy odchodzące od części krzyżowej rdzenia, tak zwane sromowe (*n. pudendi*). Ośrodek dla tych nerwów leży w części lędźwiowej rdzenia.

Pot wydzielają kłębkowe gruczoły potowe skóry. Skoro się wydostaje na powierzchnię, wyparowuje pot odrazu, dopiero gdy wydzielanie jest bardzo obfite, zbiera się w kroplach. Tę czynność skóry nazywano dawniej *perspiratio sensibilis* w odróżnieniu od oddychania skórniego *perspiratio insensibilis*. Zbieranie potu podlega wielkiemu trudnościom z przyczyn łatwych do

zrozumienia, to też co do ilości jego u różnych zwierząt istnieją sprzeczne i nie dokładne podania. Tak np. Boussingault oznacza ilość jego wydzieloną w 24 godz. u konia na 5700 gr., tj. około $\frac{1}{88}$ całego ciężaru, podczas gdy u krowy na olbrzymią ilość 32'900 gr., tj. $\frac{1}{15}$ ciężaru ciała. Sace podaje znów następujące liczby: dla konia 9—11 klg., wołu 6—7 $\frac{1}{2}$ klg., dla barana koło 1 klg. Również trudno oznaczyć skład chemiczny prawidłowego potu, chcąc bowiem otrzymać większe ilości tegoż do rozbioru musi się wzbudzać sztucznie wydzielanie potu przez parową łaźnię, przez co oczywiście nie otrzymuje się prawidłowego potu, lecz wydzielinę o innym składzie, wskutek wysilenia gruczołów przez nadmierną czynność.

Pot zwierząt trawożernych oddziałuje zazwyczaj alkalicznie, mięsożernych zaś kwaśno. Cg. wynosi 1'003—1'005. Zawiera przeciętnie 988,2 wody a 11,80 części stałych. Z organicznych składników napotyka się tłuszcze obojętne, lotne kwasy tłuszczowe, ślady białka, mocznik, kreatynę, cholesterynę, kwas fenolo i skatoksylosiarkowy.

Z mineralnych składników znajdują się w pocie chlorki, fosforany i siarkany alkaliów oraz ziem.

Ilość potu wzrasta się w podwyższonej ciepłocie przy obfitszej ilości wody we krwi, np. po picciu wskutek silniejszego działania serca i pracy mięśni.

Wydzielanie potu odbywa się przy pośrednictwie pewnych nerwów, przebiegających wraz z ruchowymi i naczyniowymi. Od tych ostatnich nie jest bezpośrednio zależne. Jeśli się przetnie nerw kulszowy i podrażnia jego obwodowy koniec, to łapa zwierzęcia poci się silnie. Pocenie to można wywołać przy zupełnem odcięciu dowozu krwi, a nawet na kończynie świeżo odciętej. Świadczy to o samodzielnem wydzielaniu, tak, jak np. odbywa się ono w gruczołach ślinowych.

Ośrodkie nerwów potowych leżą w rdzeniu pacierzowym przedłużonym i mózgu, o czem ostatniem świadczy występowanie potu pod wpływem silnych wrażeń np. przestrawu.

Łój skórny wydzielają podłużne gruczoły gronowe skóry (*glandulae sebaceae*). Łój ten zbiera się na powierzchni czasem w znacznych ilościach jak np. u owcy. Prawidłowy łój zbiera się na włosach równomiernie, nie tworzy kępek i nie kłębi przez to wełny, która wtedy daje się łatwo czesać. Wydzielanie łaju może być jednak zmienione pod względem ilościowym i jakościowym. Gdy go za mało, wtedy wełna staje się biała, matowa, szorstka i krucha. Przy zwiększonym wydzielaniu zbiera się łój w grudki i skłębia wełnę. Jeśli jest łatwo rozpuszczalny, to wełna daje się mimo tego dobrze przerabiać. Czasem jest jednak bardzo trudno rozpuszczalny. Wtedy wełna myje się i czesze nader trudno. Ma zazwyczaj wtedy pomarańczową barwę, może być jednak zielona a nawet czarna.

W skład łaju skórniego wchodzi tłuszcze i wolne kwasy tłuszczowe, jak stearynowy, palmitynowy, cerotynowy, oleinowy, hyenowy i kozłkowy, częścią związków tych kwasów z cholesteryną, z alkoholem etylowym itd. Związków mineralnych znaleziono: węglan potasowy, chlorek sodu i wapnia, wapno i magnezję, amoniak, kwas fosforowy, siarkowy i krzemowy. Potasu jest nader znaczna ilość, tak, że ług pozostały przy myciu wełny używa się do otrzymywania potasu.

Mleko przedstawia się jako płyn biały z niebieskawym odcieniem, nie przezroczysty, smaku słabo słodkiego. Oddziaływa obojnako (amfoterycznie), tj. tak na papierki lakmusowe czerwone jak i niebieskie. Zazwyczaj jedno oddziaływanie występuje silniej aniżeli drugie. Ciężar właściwy mleka krowiego wynosi 1'027—1'035, kłaczy 1'036—1'045, oślicy 1'023—1'036, owcy 1'035—1'041, kozy 1'028—1'034, sukki 1'033—1'036. Badany aerometrem jest nieco wyższy aniżeli piknometrem, a więc możemy wnioskować, że mamy do czynienia znów z zawiesiną podobną jak krew, z tą tylko różnicą, że ciałka zawieszane są lżejsze aniżeli płyn. Rzeczywiście rozglądając mleko pod mikroskopem możemy spostrzec znaczną ilość kuleczek, bo przeciętnie 5'5 miliona w je-

dnym milimetrze sześciennym, a jeśli się pozostawi mleko czas pewien w spokoju to większe z nich podpływają do góry, tworząc warstwę żółtawą, zwaną śmietanką.

Kulki te, czyli ciała mleka złożone są z tłuszczu. Według niektórych badaczy posiadają one cieniuchną błonkę z białka (*haptogen membran*), istnienia jednak tejże nie udowodniono z pewnością, a nowsze badania stwierdzają, że ciała mleka otoczone są tylko warstwą białka, którem powlekają się kulki tłuszczu, wskutek molekularnego przyciągania. Warstwa ta nie dozwala się łączyć kulkom tłuszczu ze sobą i utrzymuje je przez to w zawiesinie.

Mleko zawiera w sobie znaczne ilości **białek**, zaś najwięcej sernika czyli kazeiny. Sernik otrzymany z mleka krowiego posiada następujący skład: C 53,0, H 7,0, N 15,7, S 0,8, P 0,85, O 22,65%. Zbliża się on pod wieloma względami do białkanów, różni się zaś od nich zawarością fosforu i strącalnością za pomocą podpuszczki. W wodzie i solach obojętnych jest prawie zupełnie nierozpuszczalny. Za dodaniem małych ilości alkaliów rozpuszcza się w roztwór obojętny lub kwaśny, tak samo z węglanem wapniowym, z którego wydziela bezwodnik węglowy. Zachowuje się więc jak słaby kwas.

Rozpuszczony w wodzie wapiennej i zobojętniony ostrożnie rozcieńczonym kwasem fosforowym tworzy na pozór płyn białawy, opalizujący, sernik jednak jest w nim tylko bardzo silnie napęczniały. W takim samym stanie pozornego rozpuszczenia znajduje się i w mleku co zależy od obecności fosforanu wapniowego.

Rozczyny sernika nie krzepną przy zagotowywaniu, tylko wytwarzają na powierzchni cieniuchną błonkę. Od własności tej zależy powstawanie korzuszka na mleku przy gotowaniu.

Kwasy strącają sernik, który jednak w nadmiarze ich znów się rozpuszcza. Sole metali ciężkich też go strącają.

Nader cechującym jest ścinanie sernika przez podpuszczkę wobec soli wapniowych, bez tych soli nie krzepnie sernik.

Oprócz sernika znachodzą się w mleku małe ilości białka mlekowego (*lactalbumin*) i gałczenia mlekowego (*lactoglobulin*), prawdopodobnie identycznego z gałczeniem surowicy.

Jeśli się do mleka doda ługu potasowego dla rozpuszczenia sernika a następnie wstrząsa ze znaczniejszemi ilościami eteru, to do tego ostatniego przechodzą **tłuszcze** zawarte w mleku. Tłuszcze te, przeważnie obojętne, z małym dodatkiem wolnych kwasów składają się z kwasu palmitynowego, stearynowego i oleinowego, oraz małych ilości kwasu octowego, masłowego i kapronowego, tudzież śladów kaprylowego, kaprynowego, laurynowego, mirystynowego i arachinowego.

Ze składników organicznych znachodzimy jeszcze **cukier mlekowy**, czyli laktozę ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$). Jest on słabo słodki, w wodzie trudniej rozpuszczalny aniżeli inne rodzaje cukrów, krystalizuje w rombách. Zachowuje się wobec znanych odczynników podobnie jak inne cukry, tylko nie ulega fermentacji alkoholowej z drożdżami, natomiast wobec pewnych bakterii, przyczem tworzy się kwas mlekowy.

Składniki mineralne mleka są: chlorek i fosforany potasu, sodu, wapniu, magneu i żelaza.

Z gazów zawartych w mleku prawie cała ilość przypada na bezwodnik węglowy, oprócz którego znajdujają się zaledwie ślady tlenu i azotu.

Oto stosunek części stałych w mleku rozmaitych zwierząt:

Mleko.	Woda.	Składniki stałe.	Białko.	Tłuszcz.	Cukier.	Sole.
Suki . .	754'4	245'6	99'1	95'7	31'9	7'3
Kocicy .	816'3	183'7	90'8	33'3	49'1	5'8
Kozy . .	869'1	130'9	36'9	40'9	44'5	8'6
Owcy . .	835'0	165'0	57'4	61'4	39'6	6'6
Krowy .	874'2	125'8	34'1	36'5	48'1	7'1
Klaczy .	900'6	99'4	18'9	10'9	66'5	3'1
Oślicy .	900'0	100'0	21'0	13'0	63'0	3'0
Świni . .	823'7	107'3	60'9	64'4	40'4	10'6

Gazy mleka krowiego. 10 Vol. % bezwodnika węglowego, 0,6 Vol. % azotu, ślady tlenu.

Przed porodem i kilka dni bezpośrednio po porodzie (około 7, w złych dojek i pierwiastek do 14 dni) posiada mleko inne własności. Nazywa się **siarą** (*colostrum*). Jestto płyn żółty, oddziaływania zazwyczaj kwaśnego, czasem alkalicznego o Cg. 1'040—1'080, a więc wyższym aniżeli mleka, posiada bowiem więcej składników stałych. Oprócz kuleczek tłuszczu podobnie jak w mleku, zawiera jeszcze duże ciała siary, mieszczące w sobie liczne kulki tłuszczu. Białka i galczenia mlekowego jest w siarze więcej znacznie aniżeli w mleku, natomiast o wiele mniej sernika, wskutek czego krzepnie przy zagotowaniu. Cukier zawarty w siarze nie jest cukrem mlekowym lecz prawdopodobnie gronowym.

Skład siary jest zmienny. Oto tablica ułożona przez Englinga.

Składniki	Z 22 rozbiórów			Siarą 8-letniej krowy				
	Średnia	Maximum	Minimum	godziny po ocieleniu				
				Natychmiast	10	24	48	72
Woda	71'69	67'43	75'66	73'17	78'77	80'63	85'81	86'64
Sucha pozostałość	28'31	32'57	24'34	26'83	21'23	19'37	14'19	13'36
Sernik . .	4'83	7'14	2'64	2'65	4'28	4'50	3'25	3'33
Białko . .	15'85	20'21	11'18	16'56	9'32	6'25	2'31	1'03
Tłuszcz . .	3'37	4'68	1'88	3'54	4'66	4'75	4'21	4'08
Cukier . .	2'48	3'83	1'34	3'00	1'42	2.85	3'46	4'10
Popiół . .	1'78	2'31	1'18	1'18	1'55	1'02	0'96	0'82

Ilość i skład mleka zależą wiele od indywidualności zwierzęcia. Mleko dwóch zwierząt tej samej rasy i wśród tych samych zewnętrznych warunków może się bardzo różnić tak pod względem jakościowym jak i ilościowym.

Rasa ma wielki wpływ na wydajność i skład mleka. Krowy nizinne zachodnie z nad brzegów morza północnego

są najmleczniejsze. Pierwsze miejsce między nimi zajmują holenderskie, mleko ich jednak jest najchudsze, zawiera 2,75—3,3% tłuszczu. Po nich następują alpejskie z mlekiem tłustym (3,7—4,5% tłuszczu). Rasy angielskie dają mleko bardzo tłuste (4%), niektóre zaś jak Jersey nawet 5—6% tłuszczu. Krowy stepowe niemleczne dają również mleko tłuste (4%).

Bydło holenderskie i pokrewne daje przy 600—700 klgr. żywej wagi przeciętnie 3—4 tysięcy litrów rocznie. Alpejskie przy 5—6 tysiącach klgr. przeciętnie 5-krotną żywej wagi, nizinne 5—7-krotną żywej wagi. Niektóre słynne krowy jak »Liesel« z Zwittau, lub Czarna Jette hr. Pinto na Śląsku dawały 5—8 tysięcy litr. rocznie, a 21—23 l. przeciętnie dziennie, co wynosi około 10-krotną żywej wagi.

W gospodarstwach mlecznych 5—6-krotną żywej wagi uważa się jako rezultat zadowalniający, a nas dochodzą udoje często zaledwie 3—5 krotnej.

Z innych zwierząt domowych odznaczają się wielką mlecznością kozy, u których roczny udój wynosi w kilku miesiącach laktacji od 8—15-krotnej wagi ciała. O wce natomiast dają mało mleka bo 2—3-krotną, a wyjątkowo tylko fryzyjskie 3—5-krotną swej wagi. Klacze również mało wydzielają mleka.

Pokarm wpływa też na mleko. Obfity dowóz białka wzmacnia wydajność mleka i ilość tłuszczu, jak to stwierdzono doświadczalnie na zwierzętach mięsożernych i mniejszych przeżuwaczach a mianowicie psach i kozach. Przy karmieniu natomiast przeważnie węglowodanami obniża się procent tak białka jak i tłuszczu. Tłuszcz w pokarmach zwiększa ilość tłuszczu w mleku.

U bydła stwierdził Kühn wzrastanie ilości części stałych w mleku, a mianowicie białka i tłuszczu przy obfitem podawaniu białek w paszy. Najlepiej oddziaływa na produkcję mleka i procent tłuszczu trawa i siano alpejskie, koniczyna i lucerna, z zbóż zaś owies. Zawartość sucha w mleku wynosząca od grudnia do kwietnia przeciętnie 11,5—12%, wzrasta od maja do września stale na 13—13,5% w tych samych oborach, a więc

z rozpoczęciem żywienia paszą zieloną, najwodnistszą wprawdzie lecz najposilniejszą i najstrawniejszą.

Załączona tablica zestawiona jest podług liczb otrzymanych w stacyi doświadczalnej w Kiel.

	% części stałych		% tłuszczu		
	1878	1879 r.	1878	1879	1880
Listopad	—	—	—	—	3'220
Grudzień	11'72	11'80	3'291	3'364	3'260
Styczeń	11'68	11'73	3'252	3'361	3'230
Luty	12'01	11'63	3'407	3'187	3'110
Marzec	11'97	11'75	3'351	3'170	3'000
Kwiecień	11'99	11'79	3'328	3'188	3'000
Maj	12'19	12'08	3'554	3'370	3'190
Czerwiec	12'20	11'97	3'421	3'277	3'050
Lipiec	12'42	12'54	3'827	3'489	3'070
Sierpień	12'99	12'92	4'031	3'790	3'460
Wrzesień	13'47	13'02	4'340	4'150	3'970
Październik . . .	13'04	—	—	—	3'730

Skład tudzież ilość mleka zmienia się następnie w różnych okresach laktacyi, tj. czasu od początku wydzielania mleka aż do ustania tegoż. Czas ten trwa u kłaczy 5—9 miesięcy, kozy i owcy 15—18 tygodni, świni 10 tygodni, u krów zaś zwykle do nowego ocielenia.

U bydła dojność jest najobfitsza w I-szym okresie po ocieleniu. Jeśli to przypada późną jesienią, to obfita dojność trwa w czasie utrzymania stajennego przez zimę, dochodzi jednak do *optimum* w II-gim okresie, tj. majowego utrzymania na pastwisku. Z końcem lata pod jesień w koniczyskach dorównywa często III-ci okres pierwszemu. Ostatni tj. IV-ty okres jesienny przy stajennem utrzymaniu, ku schyłkowi dojności krów daje udoje najsłabsze.

Tak trwanie tych okresów, jak i wydajność mleka podczas tychże zależna jest w wysokim stopniu od indywidualności.

Podajemy tutaj wyniki doświadczeń robionych w Kiel na krowach nizinnej rasy z Anglii.

Średnia dojka wagi 455 klgr. dała mleka

w I. okresie	42 dni,	516'6 klgr. razem,	12'3 klgr. dziennie
» II. »	140 »	1344'0 » »	9'6 » »
» III. »	56 »	229'6 » »	4'1 » »

w 238 dniach, 2090'2 klgr. mleka, 8 klgr. dziennie.

Udój roczny wynosił 4'6 krotną żywej wagi.

Dobra dojka wagi 450 klgr dała mleka

w I. okresie	133 dni,	1625'4 klgr. razem,	12'2 klgr. dziennie
» II. »	70 »	609'0 » »	8'7 » »
» III. »	91 »	318'5 » »	3'5 » »

w 394 dniach, 2552'9 klgr. mleka, 8'5 klgr. dziennie.

Ilość mleka wynosiła 5'7 krotną żywej wagi.

Bardzo dobra dojka 465 klgr. żywej wagi dała mleka

w I. okresie	161 dni,	2038'1 klgr. razem,	12'6 klgr. dziennie
» II. »	91 »	937'3 » »	10'3 » »
» III. »	92 »	567'5 » »	6'1 » »

w 344 dniach, 3542'9 klgr. mleka 10'3 klgr. dziennie, czyli 7'6 krotną żywej wagi krowy.

W miarę ubywania mleka w dalszych okresach laktacji wzrasta procent części stałych.

Mierny ruch wzmacnia ilość mleka, forsowny natomiast obniża wskutek tego, że krew w wielkiej ilości przyływa do rozszerzonych naczyń mięśni, skąpo natomiast do gruczołów mlekowych.

Wiek krowy wpływa też na wydajność mleka. Krowy młode dają mniej mleka aniżeli starsze najwięcej między 5 a 7 rokiem, potem znów mniej, jak to uwidoczniła załączona tablica Holst-Labedowa, na której wiek wyrażony jest w latach, ilość zaś roczna mleka w litrach.

Wiek.	Holender.	Holender.	Wschod. Fryzyjska.	Amsterdam.	Holender.	Wschod. Fryzyjska.
3	—	—	—	—	4173	—
4	3333	—	3463	—	4752	—
5	3321	4390	3355	—	5382	—
6	4139	4001	4448	5505	5095	—
7	4322	4471	4895	5061	5267	5459
8	4127	4184	4356	5038	4614	4858
9	3488	3321	—	—	—	4623
10	—	3206	—	4334	—	—
11	—	—	—	2943	—	4013

Poznawszy własności składników mleka, łatwo zrozumieć własności i przemiany tegoż wśród różnych warunków.

Barwa mleka zawisa od kulek tłuszczu, a po części według Hammarstena od rozczynu sernika.

Tworzenie się korzuska przy zagotowywaniu i nieścianianie się mleka podczas tego objaśniają nam własności sernika.

Śmietanka powstaje przez podpływanie lekkich kulek tłuszczu ku powierzchni, po zebraniu jej więc pozostaje mleko o mniejszej zawartości tłuszczu, czyli chudsze mleko zbierane. Ciężar właściwy śmietanki mleka krowiego wynosi 0'95—1'028, zaś mleka zbieranego 1'032—1'037.

Robienie masła polega na zbijaniu kulek tłuszczu w podchłodzonym mleku, przez co łączą się ze sobą, w grudki a następnie tworzą kawałki masła, pływające na powierzchni. Masło stojąc czas dłuższy na powietrzu zmienia się pod wpływem pewnych grzybków, przy czem wytwarza się akroleina i lotne kwasy tłuszczowe, nadające masłu niemiły zapach i smak. Nazywa się to jełczeniem masła.

Płyn pozostały po odjęciu masła, zawierający, białka, cukier, małe ilości tłuszczów i sole, zowie się maślanką.

Fabrykacja serów polega na ścinaniu sernika już to przy reakcyi kwaśnej, jak przy dobrowolnym ścinaniu mleka, już też za pomocą podpuszczki w mleku słodkiem. Strącony ser-

nik zabiera ze sobą znaczną część tłuszczów. Sery pozostając czas dłuższy przy słabym przystępie powietrza stają się tłuste, rozplywające, mają smak i zapach bardzo ostry. Polega to na wytwarzaniu peptonów, oraz na powolnem utlenianiu sernika na tłuszcze. Sprawy te zależą w wysokim stopniu od bakterji tak, że można sztucznie otrzymywać różne gatunki serów przez doddawanie pewnego rodzaju bakterji.

Płyn pozostały po strąceniu sernika nosi nazwę s e r w a t k i.

Mleko stojąc czas dłuższy w niezbyt niskiej ciepłocie ścina się i oddziaływa silnie kwaśno, tj. tworzy się k w a ś n e m ł e k o. Sprawa ta zależy częściowo od enzymy zawartej w gruczołach mlekowych, głównie jednak od mikroorganizmów (*bacterium lacticum*), pod wpływem których zamienia się cukier mlekowy w kwas mlekowy, a ten sprawia ścinanie się sernika.

Cukier mlekowy może też przechodzić fermentacyę alkoholową pod wpływem pewnych grzybków. Na tem polega wyrabianie musujących i upajających napojów z mleka, przyczem białko zmienia się w pepton. Napój taki przyrządzony z mleka klaczy nosi nazwę k u m y s u, z krowiego zaś k e f i r u.

Powstawanie mleka. O powstawaniu mleka w gruczołach mlekowych skąpe mamy wiadomości. Że mleko nie jest żadną przesączyną, tego udowodniać nie potrzeba, zawiera ono bowiem zupełnie inne składniki aniżeli krew. W tworzeniu się mleka biorą czynny udział komórki gruczołu, jak to wykazuje okoliczność, że w gruczołach czynnych można widzieć w komórkach utworzone kulki tłuszczu, odpowiadające wejrzeniu ciałkom mleka. Tak samo i sernik jest najprawdopodobniej wytworem tych komórek. W jaki jednak sposób powstają te składniki, jest dla nas zagadką.

Unerwienie gruczołów mlekowych nie jest też dostatecznie zbadane. Wymię krowy, owcy i kozy zaopatruje nerw nasieniowy wewnętrzny (*n. spermaticus internus*), odchodzący od części lędźwiowej rdzenia. Nerw ten dzieli się podług Röhriga na trzy gałęzie, z których jedna biegnie

wprost do powłok brzucha, dwie pozostałe zaś dochodzą do wymienia. Pierwsza z nich (*ramus medius*) oddaje małą gałązkę do *arteria pudenda*, silniejszą znacznie gałązkę brodawkową (*r. papillaris*), w końcu jedną lub dwie gałązki gruczołowe (*r. glandulares*). Druga gałąź (*r. inferior*) przebiega między *arteria* i *vena pudenda*.

Przecięcie gałązki brodawkowej nie sprawia w mleku żadnych zmian, tylko opadnięcie samej brodawki. Podrażnianie końca obwodowego zaś wywołuje wzwód (erekcję) brodawki, dośrodkowego zaś zwiększenie wydzielania mleka. Przecięcie *r. inferior* wzmagą znacznie, bo i do 20 razy ilość wydzielonego mleka, a drażnienie obwodowej części znosi wydzielanie.

Do wymienia dochodzą więc gałązki czuciowe i ruchowe, sprawiające wzwód brodawki i skurcz przewodów mlekowych, wreszcie gałązki naczyniowe, odgrywające ważną rolę przy wytwarzaniu mleka.

Na podstawie swych badań uzasadnia R ö h r i g wzmaganie się wydzielania mleka przez ssanie lub wydajanie odruchem, powstające przez drażnienie gałązek czuciowych i przenoszenie podniety na gałązki naczyniowe. Czy jednak istnieją jakieś odrębne włókna wydzielnicze nie mamy dotychczas żadnych danych.

Walentowicz przecinał nerwy nasieniowe wewnętrzne u kóz i owiec i znalazł zwiększanie się ilości mleka w wymieniu, z przeciętym nerwem, tudzież wzmożenie ilości tłuszczu. Gruczoł z przeciętym nerwem nie wydajany przez czas powinien wydelał następnie prawidłowo mleko skoro poczęto je znów zdajać, podczas gdy gruczoł normalny nie wydajany szybko zanika. Podczas niewydajania zwiększała się ilość sernika, a zmniejszała tłuszczu. Ponieważ więc usunięcie nerwu sprawia zwiększanie się wydzielania mleka, przeto Walentowicz twierdzi, że nerw nasieniowy jest nerwem tamującym; w jaki jednak sposób to tamowanie się odbywa, nie można określić.

PRZEMIANA MATERYSI.

Znając składniki, które ustroj przyjmuje, oraz te, które utracą w ciągu swego istnienia, można badać przemianę materysy w ustroju, a więc odżywianie w ścisłym tego słowa znaczeniu. Celem tej nauki jest śledzenie jakie zadanie spełniają pewne składniki pokarmów i o ile one są niezbędne dla ustroju zwierzęcego.

Podwaliny metod badania przemiany materysy za pomocą porównywania pokarmów przyjmowanych i wydaliny ustroju jak kału i moczu dał znakomity chemik Justus Liebig. On pierwszy poznał doniosłość tych stosunków. Pokarmy podzielił na tkankotwórcze i oddechowe, czyli ciepłodajne. Ponieważ tkaniny złożone są prawie wyłącznie z białek, a więc ciał azotowych przeto białkom jedynie przypisywał zdolność wytwarzania nowych tkanin i zastępowania zużytych. Pokarmy zaś bezazotowe, jak tłuszcze i węglowodany spalając się z tlenem czerpanym przez oddychanie dostarczały ciepła.

Wydoskonalenie i ugruntowanie jednak nauki o przemianie materysy zawdzięczamy trzem monachijskim badaczom, którzy wspólnymi siłami dokonali olbrzymiej pracy i utworowali drogę szeregom innych pracowników. Nazwiska ich są Bischoff, Pettenkoffer i Voit. W naukowych badaniach nad żywieniem zwierząt domowych położyli wielkie zasługi Grouven, Stohmann, Henneberg, Wolff i inni.

Sposoby obliczania przemiany materii. Co do przemiany białek dają nam wskazówkę ciała azotowe, wydalone z ustroju. Jeśli nie będziemy uwzględniali produkcji mleka i wełny, to pozostanie nam tylko powietrze wydychane płucami i skórą, moczu i pot. Ten ostatni jednak odgrywa tak małą rolę, że możemy go w zupełności pominąć. Pozostanie więc moczu i powietrze wydychane, w których będziemy szukać ostatecznych produktów, powstałych przy przemianie materii w ustroju. Oczywiście, że jeśli nam się rozchodzi o związki białek, to przede wszystkim musimy się liczyć z azotem. Odnajdziemy go prawie w zupełności w moczniku. Inne połączenia, jak kwas moczowy, kreatynina a nawet kwas hipurowy w moczu zwierząt trawożernych mają podrzędne znaczenie, zawierają bowiem tylko nieznaczną część azotu powstałego z rozpadu białek.

Przeważna liczba badaczy uważa azot w moczu za jedyną wskazówkę dla oznaczania białek, przerobionych przez ustrój. Znajdąc więc jego ilość w pokarmach i oznaczywszy w kale, dowiadujemy się ile ustrój białka sobie przyswoił, tj. strawił, wessał i wprowadził do obiegu materii. Oznaczywszy zaś ilość jego w moczu, przekonamy się ile białka zostało przerobionego w ustroju. Jeżeli ilość azotu wydanego jest mniejsza aniżeli przyjętego, to ustrój zatrzymał go, czyli przybyło mu białek. Jeżeli zaś odwrotnie jest większą, to oznacza, że ustrój zużył nietylko wszystko białko przyjęte, lecz nadto pewną ilość własnego białka, a więc doznał pewnej straty.

W nowszych czasach pojawiły prace starające się udowodnić, że nie cała ilość azotu przyjętego w pokarmach odnajduje się w moczu, lecz także w powietrzu wydychanym. Powietrze to zawiera zawsze nieco więcej azotu, aniżeli wdychane, a Seegen i Nowak twierdzą, że znajduje się w niem około $\frac{1}{10}$ azotu przyjmowanego z pokarmami. Inni badacze jednak przeczą temu. Tak np. Gruber żywił psa przez 17 dni mięsem, które zawierało razem 368·53 gr. azotu i znalazł przez ten czas w kale i moczu 368·28 gr. azotu, a więc prawie dokładnie tę samą ilość.

Znając ilość azotu wydanego, obliczamy następnie ilość białka podług odsetek, w jakich się w nich azot znajduje. Białka mają wprawdzie rozmaity skład, jednakże różnice te nie są znów tak zbyt wielkie. Ogólnie przyjęto następujący przeciętny skład odsetkowy białek: C = 53'6, H = 7'0, N = 16'0, O = 23'0, S = 1'0. Odnośnie do tego więc trzeba znaną ilość azotu pomnożyć przez $\frac{100}{16'0} = 6'25$ aby otrzymać odpowiednią ilość białka.

Siarka białek utlenia się w ustroju na kwas siarkowy, który się następnie w moczu znajduje. Jest to bardzo ważna okoliczność, szczególnie jeżeli chcemy badać zachowanie się związków azotowych, nienależących do białek, bowiem w kwasie siarkowym mamy kontrolę, o ile azot w moczu zależy od białka a od innych ciał azotowych. Uwzględniwszy ilość azotu i siarki w białkach, to stosunek azotu do spalonej siarki, a więc kwasu siarkowego wynosi 5'2:1.

Węgiel opuszcza ustrój prawie wyłącznie jako bezwodnik węglowy przez płuca i skórę. Pomnożywszy ilość bezwodnika węglowego przez 0'273, otrzymamy ilość węgla spalonego. Jeżeli obliczymy ilość jego w pokarmach, kale i moczu, oraz powietrzu wydychanem, to znów dowiadujemy się czy go ubyło czy też przybyło.

Możemy też oznaczyć skąd pochodzi węgiel, jeśli obliczymy ilość zużytego białka, w której mamy przeciętną zawartość węgla. Odjąwszy następnie tę ilość węgla z białka od ilości węgla znalezionego w wydzielinach ustroju, dowiadujemy się ile go pochodzi z ciał bezazotowych, a mianowicie tłuszczów, węglowodanów bowiem zawiera ustrój zwierzęcy bardzo nieznaczna tylko ilość. Ponieważ tłuszcze zwierząt posiadają przeciętnie 76'5% węgla, przeto pomnożywszy ilość znalezionego węgla przez $\frac{100}{76'5} = 1'3$, otrzymujemy ilość spalonego tłuszczu.

Wodór spala się w ustroju na wodę. Przybytek lub ubytek wody w ustroju można obliczyć, porównywując przybytek lub ubytek zwierzęcia na wadze, z przeróbką białka, tłuszczu i wody.

Henneberg żywił dorosłego woła, ważącego 712 klgr. przez 28 dni, codziennie 5 klgr. siana i koniczyny, 6 klgr. słomy owsianej, 37 klgr. śrótu bobowego, 0,06 klgr. soli kuchennej i 56,1 klgr. wody. Wołu przybywało codziennie o 1,035 klgr.

Wół przyjmował dziennie:

	Wody.	Skład. min.	Węgla.	Wodoru.	Azotu.	Tlenu.
70,875 klgr. pożywienia.	58,200	0,890	5,825	7,500	0,310	4,9000

Wydawał dziennie:

40,65 klgr. kału	35,075	0,575	2,585	0,310	0,105	2,00
13,9 moczu	13,075	0,305	0,22	0,025	0,170	0,105
9,795 bezwod. węgl.	—	—	2,67	—	—	7,125
0,03 węglekó w wodu	—	—	0,02	0,01	—	—
Razem 64,375 klgr.	48,150	0,880	5,495	0,345	0,275	9,230

Oprócz tego wydzielał dziennie 9,5025 klgr. wody płucami i skórą.

Przyrost dzienny wynosił:

Wody.	Skład. min.	Węgla.	Wodoru.	Azotu.	Tlenu.
0,525	0,010	0,330	0,050	0,035	0,850

Odpowiada to przyrostowi	białka	0,220 klgr.
	tłuszczu	0,280 »
	soli	0,010 »
	wody	0,525 »

Pod kierunkiem Henneberga w Weende przeprowadzono też doświadczenia na baranach, które żywiono wyłącznie sianem łąkowym, solą i wodą.

Liczby załączone odnoszą się do 24 godzin i zwierzęcia ważącego 47,8 klgr.

Przemiana materji	Sucha pozostałość	Woda	Składniki mineralne	Węgiel	Wodór	Azot	Tlen
Zwierzę przyjęło							
2936·5 paszy i napoju							
1216·0 siana	997·3	218·6	67·9	460·1	85·8	18·1	584·0
6·0 soli	5·7	0·3	5·7	—	0·03	—	0·27
1714·5 wody źródlan.	1·8	1712·7	1·6	0·1	1·91·3	—	1·522·5
0·8 z ubytku ciała	0·8	—	0·8	—	—	—	—
587·6 tlenu z powiet.	—	—	—	—	—	—	587·6
Sa. 3524·9		1931·6	76·0	460·2	276·2	18·1	2694·4
Zwierzę wydało							
1814·5 wydalini:							
1257·0 kału	424·9	832·1	44·0	202·5	117·5	8·45	884·6
557·5 moczu	79·7	477·8	31·1	23·2	57·5	7·65	439·9
70·3 przyrost ciała:							
9·5 wełna	7·4	2·1	0·9	3·5	0·7	0·75	3·7
7·8 mięso	7·8	—	—	4·1	0·6	1·25	1·9
17·1 tłuszcz	17·1	—	—	13·1	2·1	—	1·9
35·9 woda	—	35·9	—	—	4·0	—	31·9
1·640·1 produkty od- dechowe:							
780·0 bezwod. węgl.	—	—	—	212·7	—	—	567·3
1·5 gaz bagienny	—	—	—	1·1	0·4	—	—
858·6 wody	—	858·6	—	—	95·4	—	663·2
Sa. 352·4		2206·5	76·0	460·2	276·2	18·10	2694·4

Nadmiar wody wynoszący 274·0 gr. powstał wskutek utleniania 30·55 gr. wodoru składników organicznych. Po odciążeniu 9·5 gr. wełny i 0·8 gr. składników nieorganicznych z ubytku ciała, przybyło 70·3 gr. mięsa (białka), 10·3 gr. tłuszczu i 60·0 gr. wody.

Stosunek soli był następujący:

	Potas	Sód	Wapno	Magnezya	Kwas fosforowy	Kwas siarkowy	Chlor	Kwas krzemowy	Popiół
Kał	1'14	1'43	0'35	3'67	4'03	0'86	—	22'32	42'80
Mocz	18'01	3'09	0'40	1'14	0'07	1'31	8'41	0'43	32'86
Wetna	0'76	—	0'03	0'01	0'01	0'04	0'05	0'01	0'91
Razem wydanych	19'91	4'52	9'78	4'82	4'11	2'21	8'46	22'76	76'57
Razem przyjętych	21'27	5'68	8'44	4'47	4'08	2'46	0'05	19'47	75'61
Różnica —	1'36	1'16	—	—	—	0'25	1'28	—	—
Różnica +	—	—	1'34	0'35	0'03	—	—	3'29	0'86

Ustrój więc przyswoił sobie niewielkie ilości alkaliów i chloru a utracił natomiast wapna i magnezyi. W fosforze była zupełna równowaga.

Soxhlet w Wiedniu robił doświadczenia na cielętach karmionych wyłącznie mlekiem. Przyrost tutaj był znacznie większy, bo wynosił dziennie przeciętnie 925 gr. u cieląt 2—3 tygodniowych, ważących około 50 klgr.

	Sucha pozostałość	Azot	Białko	Węgiel	Tłuszcz	Cukier mlekowy	Popiół	Kwas fosforowy	Wapno
Mleko = 8093 gr.	965	39'2	245	488	235	422	62	19	15
Kał = 91 gr.	22	2'2	13'5	9	0'5	—	1'6	0'2	0'5
Strawione i wchłon.	943	37'0	231'5	479	236'5	422	60'4	18'8	14'5
W % pożywienia	97'7	94'4	94'4	98'2	99'8	100	97'4	99'0	96'7
Mocz = 5370	—	10'2	—	11'6	—	—	27'4	5'0	—
CO ₂ wydych. 945	—	—	—	258'6	—	—	—	—	—
W ciele rozłożone	—	—	63'5	—	78'5	422	—	—	—
Przybytek w ciele	—	26'8	168'0	209'8	158'0	—	33'0	13'8	14'5
W % pożywienia	—	68'4	68'4	43'0	66'6	—	53'2	72'6	96'7

Z 925 gr. przybytku dziennego przypada na białko 168 gr., na tłuszcz 158 gr., na sole nieorganiczne 33 gr., na wodę 566 gr.

Przemiana materji u zwierząt głodzonych.

Doświadczenia powyższe robione były na zwierzętach przy dostatecznym żywieniu. Ważnem jest pytanie jak się odbywa przemiana materji przy zupełnym braku pokarmów, tj. głodzeniu. U zwierząt głodzonych przemiana materji trwa wciąż dalej. Zwierzę wydziela związki świadczące o tem, oczywiście, że muszą się one tworzyć na koszt ciała. Zwierzę traci podczas tego bardzo znaczną część swego ciężaru.

Falk głodził psa ważącego 1012 gr. przez 2 tygodnie, podczas czego utracił w 1-szym dniu 82 gr., w 2 — 44 gr., 3 — 38 gr., 4 — 40 gr., 5 — 32 gr., 6 — 27 gr., 7 — 31 gr., 8 — 25 gr., 9 — 26 gr., 10 — 26 gr., 11 — 22 gr., 12 — 23 gr., 13 — 21 gr., 14 — 19 gr.

Najwięcej traci więc zwierzę w początkach głodzenia, potem o wiele mniej. Zwierzęta ciepłokrwiste giną o wiele wcześniej podczas głodzenia aniżeli zimnokrwiste, przyczem tracą około 40% ciężaru ciała. Pies, którego Falk głodził utracił około 47·73%.

Ważną jest rzeczą wiedzieć jaki udział biorą w tem różne narządy. Voit oznaczał ten stosunek u kota. Przedstawia on się w następujący sposób:

Kości	13·4%	=	5·4%	ogólnej utraty
Mięśnie	30·5	=	41·2	» »
Wątroba	53·7	=	4·8	» »
Nerki	25·9	=	0·6	» »
Śledziona	66·7	=	0·6	» »
Trzustka	17·0	=	0·1	» »
Jądra	40·0	=	0·1	» »
Płuca	17·7	=	0·3	» »
Serce	2·6	=	0·02	» »
Jelita	18·0	=	2·0	» »
Mózg i rdzeń	3·2	=	0·1	» »

Skóra	20·6%	=	8·8%	ogólnej utraty
Tkanka tłuszczowa	97·0	=	26·2	» »
Krew	27·0	=	3·7	» »
Inne części	36·8	=	5·0	» »

Najwięcej utracił kot tłuszczu, bo prawie całą ilość, następnie mięśni, a najmniej stosunkowo ucierpiał układ nerwowy. Ciało zwierząt zagłodzonych zawiera nader mało wody.

Ilość zużytego białka w czasie głodzenia obliczał Falk podług wydzielanego mocznika.

Pies ważący 21·210 klgr. wydawał w czasie 59 dniowego głodzenia następujące ilości mocznika:

W ostatnim dniu jedzenia 63·96 gr. mocznika.

W czasie głodzenia.

Dzień.	Ilość mocznika.	Dzień.	Ilość mocznika.	Dzień.	Ilość mocznika.
1	14·91 gr.	21	7·33 gr.	41	4·78 gr.
2	11·27	22	7·55	42	4·62
3	9·64	23	7·34	43	4·88
4	9·60	24	7·07	44	4·62
5	9·50	25	7·92	45	4·30
6	10·89	26	7·30	46	4·00
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	8·39	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	5·64	54	4·82
15	9·76	35	5·59	55	4·40
16	8·89	36	5·80	56	6·43
17	9·28	37	5·62	57	3·53
18	8·47	38	5·72	58	4·06
19	8·78	39	5·36	59	3·50
20	7·92	40	5·00		

Ilość wydzielonego mocznika, a więc zużytego białka nie jest wciąż jednakową. Najwięcej zużywa się w pierwszym dniu głodzenia i to zależnie od ilości białka zawartego w pokarmach, przyjętych dzień poprzednio.

Voit podawał różne ilości białka jednemu i temu samemu psu i badał następnie ilość mocznika wydzielonego w pierwszym dniu głodzenia. Wynosi ona :

Ilość mocznika.

Pożywienie przed głodzeniem.	W ostatnim dniu jedzenia	W pierwszym dniu głodzenia
2500 gr. mięsa	180·8	60·1
2000 » »	142·9	33·6
1500 » »	110·8	29·7
800 » » i 200 gr. tłuszczu	51·8	19·8
Coraz mniej mięsa w ostatnim dniu 176 gr.	26·2	16·9
Po głodzeniu dużo tłuszczu	16·1	15·4

Voit rozróżnia dwójakiego rodzaju białko w ustroju, a mianowicie białko tkaninowe (*Organeiweiß*) i zapasowe (*Circulierendes* lub *Vorrathseiweiß*). Białkiem zapasowym nazywa to, które dostaje się z krwią do tkanin i tam zostaje złożone, jednak jeszcze nie uorganizowane. Ilość tego białka przy dobrem żywieniu wynosi około 5% białka tkaninowego, podczas gdy w głodzeniu spada do 1%. Z tego białka zużywa się 70—80% w 24 godz. i odnajduje w połączeniach azotowych moczu; z białka zaś tkaninowego zaledwie 0·8%. Rozkład ten białka zapasowego opisuje Voit w następujący sposób: »Potężny strumień cieczy, zawierający białko opuszcza ustawicznie krew, przesiąka narządy i wraca znów do krwi. Podczas tego przy wzajemnem oddziaływaniu na siebie komórek i osocza odbywa się rozkład płynnego, nieuorganizowanego białka, być może w podobny sposób, w jaki możemy dokonać rozdziału chemicznych związków w naszych względnie niedokładnych doświadczeniach osmotycznych, lub przy pomocy włoskowatości.«

Zwierzęta trawożerne posiadają mniej białka zapasowego i mniej też tracą białka tkaninowego. Grouven oznaczył tę ilość białka u wołu głodzonego na 1'27 klgr., a powinno go być dwa razy tyle, odnośnie do badań nad zwierzętami mięsożernymi.

Wpływ podawania tłuszczów na przemianę białka. Voit podawał psu 1500 gr. mięsa dziennie, przyczem ilość wydzielanego mocznika była stałą. Potem głodził tego psa i badał rozpad białka przez 10 dni. Następnie karmił go znów przez czas pewien zupełnie taksamo jak poprzednio, a potem przez 10 dni dawał mu tylko po 100 gr. tłuszczu.

Ilości mocznika były następujące:

Ostatni dzień karmienia	Ilości mocznika w gr.	
	Przy głodzeniu.	Przy podawaniu tłuszczu
	110'8	111'8
Dzień głodzenia.		
1	26'5	27'2
2	18'6	16'3
3	15'7	14'1
4	14'9	12'9
5	14'8	12'4
6	12'8	10'8
7	12'9	10'5
8	12'1	10'7
9	11'9	11'2
Razem	140'2	126'1

Przy podawaniu więc tłuszczu zaoszczędził pies ilość białka odpowiadającą 14'1 gr. mocznika. Tłuszcz zatem ochrania do pewnego stopnia białko od rozpadu.

Wpływ wody na przemianę białka. Ilość wody ma także wielki wpływ na wydzielanie mocznika. Im więcej zwierzę pije wody w czasie głodzenia, tem więcej wydaje mocznika. Rozpad białka przy znacznych ilościach wody może wzrósć o 25⁰/₀.

Zadawano sobie pytanie czy woda wywołuje tylko mocznik

zatrzymany w tkaninach, czy też rzeczywiście wymaga rozkład białka.

Następujące doświadczenie Voita rozstrzyga tę sprawę. Podawał on pewne ilości mocznika wraz ze stałą zawsze ilością mięsa. Otrzymał następujący wynik:

Pokarm		Ilość mocznika	Nadwyżka mocznika
1500 gr. mięsa	+ 0 mocznika	110·8	0
» » »	+ 5·4 »	116·6	5·8
» » »	+ 5·1 »	115·9	5·1
» » »	+ 7·9 »	119·9	8·1
» ż »	+ 0 »	110·8	0

Przekonał się więc, że mocznik zostaje odrazu wydzielany, a nie zatrzymywany w tkaninach. Woda przeto sprawia rzeczywiście rozpad białek.

Przemiana materji przy różnych kombinacyach pokarmów. Dotychczas zastanawialiśmy się nad przemianą materji przy dostatecznym żywieniu lub przy zupełnym braku pokarmów, tj. przy głodzeniu. Obecnie zajmiemy się rozglądaniem jak się ta przemiana odbywa przy karmieniu zwierzęcia pewnemi kombinacyami składników.

Bischoff i Voit stwierdzili, że pies głodzony, ważący 35 klgr., który wydzielal dziennie 12 gr. mocznika oddawał go następnie 184 gr., skoro go poczęli żywić 2500 gr. mięsa dziennie, a więc z przyjmowaniem białka wzrasta też i jego rozpad.

Oto ilości wydzielanego dziennie mocznika przy różnych ilościach mięsa:

Ilość mięsa	Ilość mocznika	Ilość mięsa	Ilość mocznika
176 gr.	27 gr.	1000 gr.	77 gr.
300	32	1500	128
480	35	1800	139
500	40	2000	144
600	49	2200	154
800	56	2500	173
900	68	2660	181

Białko więc, które zostaje zjedzone i wejdzie w obieg materji zostaje odrazu rozszczepione w ustroju.

Odnosi się to w zupełności i do zwierząt trawożernych, jak to uwidacznia doświadczenie Henneberga i Stohmanna na wole.

Ciężar wołu.	Ilość białka wchłoniętego.	Ilość białka rozłożonego.
533'5 kgr.	375 gr.	220 gr.
531'5	405	345
650'5	560	375
651'0	875	625
671'0	1875	1280

Na rozkład białka wpływa jednak nietylko ilość doprowadzonego białka, lecz stosunek tegoż do pokarmów przyjmowanych poprzednio. I te stosunki badał Voit i są następujące:

Przed doświadczeniem otrzymywał pies 500 gr. mięsa dziennie. W czasie doświadczenia 1500.

Przeróbka mięsa przed doświadczeniem	=	547 gr.	—	47 gr.
» » w 1 dniu	=	1222 . .	+	278
» » w 2 »	=	1310 . .	+	190
» » w 3 »	=	1390 . .	+	110
» » w 4 »	=	1410 . .	+	90
» » w 5 »	=	1440 . .	+	60
» » w 6 »	=	1450 . .	+	50
» » w 7 »	=	1500		0

Przed doświadczeniem otrzymał pies 1800 gr. mięsa. W czasie doświadczenia 1000 gr.

Przeróbka mięsa przed doświadczeniem	=	1800 gr.	+	0
» » w 1 dniu	=	2153 . .	+	347
» » w 2 »	=	2480 . .	+	20
» » w 3 »	=	2532 . .	+	32

Przed doświadczeniem otrzymywał pies 25000 gr. mięsa. Podczas doświadczenia 2000 gr.

Przeróbka mięsa przed doświadczeniem	=	1500 gr.	. . .	0
»	»	w 1 dniu	. . . . .	= 1153 . . — 153
»	»	w 2 »	. . . . .	= 1086 . . — 86
»	»	w 3 »	. . . . .	= 1088 . . — 88
»	»	w 4 »	. . . . .	= 1080 . . — 80
»	»	w 5 »	. . . . .	= 1020 . . — 20

Przed doświadczeniem otrzymał pies 1800 gr. mięsa. Podczas doświadczenia 25000 gr.

Przeróbka mięsa przed doświadczeniem	=	2500 gr.	. . .	0
»	»	w 1 dniu	. . . . .	= 2229 . . — 229
»	»	w 2 »	. . . . .	= 1970 . . + 30

Liczby te udowadniają, że jeżeli ilość białka w pokarmach przyjmowanych poprzednio była większa aniżeli w czasie doświadczenia, to ta ostatnia nie wystarczała do zachowania równowagi i ustrój tracił część białka tkaninowego. Przeciwnie zaś, jeżeli ta ilość była poprzednio mniejsza a zwierzę potem dostawało więcej białka, to nawet nagromadzało się w ustroju. Po pewnym czasie następuje zrównoważenie.

Nagromadzanie białka u zwierząt trawożernych podlega innym prawom aniżeli u mięsożernych, mianowicie co do okresu, w którym występuje wyrównanie przybytku i rozpadu białka. Woły wypasane przybierają na wadze wskutek przyrostu mięsa długo w czasie podawania jednostajnej paszy a nawet często w późniejszych okresach wypasania więcej, aniżeli w pierwszych.

Dawniej mniemano, że dla utrzymania życia wystarcza ilość białka, jaką ustrój przerabia w czasie głodzenia. Ilość ta jest dość stałą, jak to wskazuje mocznik, wydzielany przez zwierzęta głodzone. Ponieważ zaś przy karmieniu większymi ilościami białka zużywa go się też znacznie więcej, aniżeli by to odpowiadało rozpadowi białka w czasie głodzenia, nazywano to więc zbyt kownem żywieniem. Zapatrywanie to było mylnem, rozpad bowiem białka w dalszych dniach głodzenia, skoro już osiągnie stałą wartość odbywa się na koszt tkanin, podczas gdy w stanie prawidłowym zużywa się białko zapasowe. Zwierzę karmione takimi ilościami

białka, jakie odpowiadają rozkładowi podczas głodzenia ginie w krótkim czasie, a do zachowania go przy życiu potrzeba około $2\frac{1}{2}$ razy tyle białka. Dlatego też o zbytkownem żywieniu w tem znaczeniu nie ma mowy.

Podług Voita mogą żyć zwierzęta dobrze odżywione przy karmieniu wyłącznie mięsem bez tłuszczów, potrzeba go jednak znacznych ilości. Tak np. dla zachowania równowagi u psa wającego 30—35 klgr. przez 49 dni, trzeba było 1500 gr. mięsa chudego dziennie. Zwierzęta chude źle odżywione nie zdołają się jednak utrzymać przy życiu, jedząc tylko mięso. Należy tutaj zwrócić uwagę, że przy żywieniu mięsem ma się już kombinacye trzech składników, bo białka, soli nieorganicznych i wody.

Zastanowimy się z kolei nad przemianą materji przy karmieniu mięsem i tłuszczem.

Podawanie tłuszczu zaoszczędza w pewnym stopniu rozkład białka. Doświadczenia jednak pouczyły, że to zaoszczędzanie nie jest zbyt wielkie, a karmienie nawet znacznymi ilościami tłuszczu nie jest w stanie nigdy zapobiec rozszczepianiu białka przy równoczesnem podawaniu go z pokarmami. Oto liczby dowodzące tego.

Mięso.	Tłuszcz.	Mocznik.	Przeróbka mięsa.	Przyrost lub ubytek mięsa w ciele.
1500	—	110	1512	— 12
1500	150	107	1474	+ 26
500	—	40·2	556	— 56
500	100	37·2	520	— 20
500	300	32·6	466	+ 44

Ilość zaoszczędzonego białka wynosi przeciętnie 7⁰/₀, a w wyjątkowo tylko korzystnych warunkach może dojść do 15⁰/₀.

Przy karmieniu zwierząt mięsem i tłuszczem wynosi ilość rozszczepionego białka zawsze jeszcze więcej aniżeli przy zupełnem głodzeniu.

Jeśli się podaje średnie ilości mięsa a zarazem dużo tłuszczu, to nietylko że się zaoszczędza białka i wzmaga jego przyrost w ciele, lecz także to samo odnosi się do tłuszczu.

Mięso.	Tłuszcz.	Przeróbka mięsa,	Przyrost lub ubytek mięsa w ciele.	Przeróbka tłuszczu.	Przyrost lub ubytek tłuszczu w ciele.
500	0	566	— 66	47	— 47
500	100	491	+ 9	66	+ 34
500	200	517	— 17	109	+ 91

Jak z tych liczb widać, nie zaoszczędza się białka w prostym stosunku do przyjmowanego tłuszczu. Przy małych ilościach mięsa ulega białko rozpadowi mimo dodatku tłuszczu, dopiero przy znacznie większych ilościach mięsa w połączeniu z tłuszczem można stwierdzić przyrost, jak to wykazały doświadczenia Voita.

Więcej mięsa przyrasta zwierzęciu przy żywieniu przez czas dłuższy pewną stałą ilością mięsa i dużą ilością tłuszczu, aniżeli większymi ilościami mięsa a mniejszymi tłuszczu. Pochodzi to stąd, że przy obfitości tłuszczu w pokarmach nagromadza się on w ciele, a wtedy znacznie powolniejszy jest rozpad białka aniżeli u zwierzęcia chudego.

To samo co tłuszcz w żywieniu zwierząt mięsożernych, sprawiają w zupełności węglowodany wobec zwierząt trawożernych. Nawet w odsetkach istnieje ten sam stosunek. Ilość białka zaoszczędzonego przez dodatek węglowodanów wynosi przeciętnie 9% a dochodzi najwyżej do 15. Zwierzę tłuste zaoszczędza przytem znacznie więcej białka aniżeli chude. Oto liczby wykazujące stosunek przyrostu mięsa przy różnych ilościach węglowodanów według doświadczenia Voita.

Mięso.	Cukier.	Przeróbka mięsa.	Przyrost lub ubytek mięsa w ciele.
500	100	537	— 37
500	200	505	— 5
500	300	466	+ 34

Następujące doświadczenie wykonał I. Munk.

Mięso.	Cukier i skrobia.	Przeróbka mięsa.	Przyrost lub ubytek mięsa w ciele.
200	250	263	— 63
200	300	223	— 23

Mięso	Cukier i skrobia.	Przeróbka mięsa.	Przyrost lub ubytek mięsa w ciele.
200	500	201	— 1
200	500	172	+ 28
200	500	132	+ 68
200	500	168	+ 32
200	500	122	+ 78

Z pomiędzy węglowodanów zasługuje na szczególniejszą uwagę błonnik. Zdania są co do niego podzielone. Niektórzy badacze jak Weiske i Wolf odmawiają mu wszelkiej wartości pożywnej, podczas gdy Henneberg, Stohman i inni przyznają mu pewną pożywność. Ma on według nich zaoszczędzać białko, podobnie jak skrobia i cukier. Weiske jednak udowadnia, że zaoszczędzenie białka, jakie można otrzymać przy karmieniu zwierząt słomą owsianą nie zależy od błonnika, lecz od innych związków wyciągowych bezazotowych.

Przeszliśmy już kombinacje białka z solami i wodą, następnie tłuszczem i węglowodanami. Zastanowimy się teraz jak się zwierzę zachowuje przy żywieniu prostszą kombinacją składników.

Liczne doświadczenia wykazały, że dla utrzymania zwierzęcia przy zupełnem zdrowiu należy dawać pokarm mieszany, zawierający wszystkie składniki. Już białko z solami i wodą nie może w zupełności zadość uczynić potrzebom zwierzęcia przez czas dłuższy, chyba wtedy, gdy już poprzednio było dobrze odżywione i tłuste. Jeśli zaś odejmie się którykolwiek z wymienionych składników, zwierzę ginie przy takim żywieniu.

Białko niezbędne jest do życia. Przy pokarmie złożonym z tłuszczu, węglowodanów, soli i wody nie można zwierzęcia zachować przy życiu, mimo bardzo hojnego podawania tego pokarmu, tem mniej oczywiście gdy się daje węglowodany, sole i wodę lub też sole i wodę samą. Wtedy śmierć nader rychło występuje.

Znaczenie soli nieorganicznych. Pokarm mieszany z białka, tłuszczu, węglowodanów i wody, nie jest dosta-

tecznym do utrzymania życia po odjęciu soli nieorganicznych, które dawniej uważano jako przypadkowy jakiś i nic nie znaczący składnik ustroju. Doświadczenia jednak wykazały, że tak nie jest. Sole są nader ważnym warunkiem do zachowania życia, a szczególnie chlorek sodu, potas, wapno, magnezya, żelazo i kwas fosforowy. Można bardzo wiele pokarmu podawać zwierzęciu, a jeżeli tylko odetnie się lub ograniczy dowóz soli, to zwierzę wkrótce ginie.

Forster żywił psy pokarmem pozbawionym soli, a mianowicie sernikiem wytrawionym dokładnie wodą, lub też wylugowanymi podobnie odpadkami, pozostałymi przy sporządzaniu wyciągu mięsnego. Oprócz tego dostawał pies masło przetopione i mąkę ziemniaczaną, wytrawioną rozcieńczonym kwasem solnym. Za napój służyła woda destylowana. Pies, który otrzymywał taki pokarm, podupadał z każdym dniem coraz to więcej na zdrowiu, stawał się osowiały, bardzo pobudliwy, a mięśnie popadały w ustawiczne drżenie. Po trzech tygodniach wymiotował pokarm i oddawał kał bardzo rzadki.

Pies ten przyjął 576·7 azotu, wydał zaś razem z kałem azotu 605·5 gr., a więc o 29·8 gr. więcej, co odpowiada 876 gr. mięsa, a więc zanadto małej utracie, aby mogła spowodować śmierć. Forster więc przypisywał ją utracie składników nieorganicznych. Tak np. pies jego utracił 29·8 gr. fosforu.

Rozbierano skład soli nieorganicznych u dwóch psów o prawie równym ciężarze, z których jeden (I) był żywiony pokarmami bez soli. Jest on następujący:

	Pies I Ciężar	Pies II Ciężar	Różnica
Świeża krew	2077	2320	243
Składniki stałe	515·9	515·9	—
Popiół	19·7	28·1	8·4
Kwas fosforowy	2·5	3·0	0·5
Chlor	4·48	6·49	2·01
Mięśnie	12150	13410	1260

	Pies I Ciężar	Pies II Ciężar	Różnica
Składniki stałe	3499	3499	—
Popiół	142'1	151'5	9'4
Kwas fosforowy	59'5	64'3	4'8
Mózg	108	121	13
Składniki stałe	28'86	28'86	—
Popiół	1'82	1'91	0'09
Kwas fosforowy	1'02	1'01	—

Bunge tłumaczy dlaczego ustrój ginie przy braku soli w następujący sposób: Podczas rozpadu białka i utleniania się jego siarki powstaje kwas siarkowy, który w prawidłowych warunkach łączy się z zasadami nieorganicznymi. Skoro zaś tych brak, wtedy działa na zasady wchodzące w skład tkanin, wyciąga je z nich i przez to sprowadza zagładę tkanin. Sole więc potrzebne są ustrojowi tylko dla zobojętnienia kwasu siarkowego. Doświadczenia stwierdzają to tłumaczenie. Żywiono myszy sernikiem strąconym z mleka wraz z tłuszczem, pozbawionym soli przez wytrawianie rozcieńczonym kwasem octowym. Do tego dodawano cukru trzcinowego. Myszy takie ginęły dość szybko. Skoro zaś dodano do tego pokarmu węglanu sodowego lub potasowego, wtedy myszy żyły znacznie dłużej, jakkolwiek także ginęły po pewnym czasie. Jeżeli zaś zamiast węglanów dano chlorki, a więc połączenia trwalsze, to myszy ginęły taksamo prędko jak przy braku soli.

Pozostaje teraz do rozstrzygnięcia dlaczego, chociaż po dłuższym czasie, przecież zwierzęta ginęły przy dodatku węglanu sodowego. Na to nie można dotychczas odpowiedzieć. Podawano myszom wszystkie składniki, jakie się w mleku znajdują, tak organiczne jak i nieorganiczne w tym samym zupełnie stosunku a mimo to zwierzęta ginęły w takim samym czasie jak przy dodatku węglanu sodowego, podczas gdy karmione mlekiem żyły w dobrym zdrowiu. Jaka jednak przyczyna, że naturalna mięsza-

nina tych samych składników działa inaczej aniżeli sztuczna nie wiemy i kwestyę tę musimy zostawić otwartą.

Dodatek soli do pokarmów zwiększa przeróbkę białka, jednak nie w wysokim stopniu, bo tylko do 4—5% przy znacznych ilościach soli kuchennej.

Łaknienie soli jest znacznie większe u zwierząt trawożernych aniżeli u mięsożernych. Zwierzętom mięsożernym wystarczają te drobne ilości soli, jakie się znajdują w pokarmach, a większy dodatek wprost niechętnie przyjmują, trawożerne zaś pożądata jej nader chciwie. To samo odnosi się także i do ludzi żywiących się przeważnie pokarmami mięsnymi, a roślinnymi. Ci ostatni czują o wiele większą potrzebę soli kuchennej.

O wpływie wody na przemianę materii było już poprzednio.

Znaczenie fizjologiczne składników pokarmów. Wytwarzanie tkanin. Pokarmy zastępują części zużyte ustroju, a zarazem wytwarzają pewien zasób energii.

Co do pierwszego zadania, a mianowicie wynagradzania ubytku tkanin, to mamy wyjaśnienie większej części w doświadczeniach przytoczonych poprzednio. Tkaniny zawierają w swym składzie białko, ciało azotowe, którego nic innego zastąpić nie zdoła jak tylko białko przyjęte z pokarmami. Żadne połączenia bezazotowe, ani tłuszcze, ani węglowodany nie są w stanie dokonać tego.

Inaczej jednak przedstawia się sprawa z tłuszczem, który stanowi poważną część tkanin w ciele zwierząt. Jasnymby się powinno wydawać i najpierw nasuwać przypuszczenie, że zostaje on w tkaninach złożony, przy doprowadzaniu go z pokarmami. A jednak długi czas uważano to za rzecz wprost niemożliwą, sądzono bowiem, że tłuszcz nie może być jako taki wessanym a mydło wchłonięte napowrót złożone w tłuszcz z gliceryną. Tymczasem i jedna i druga sprawa odbywa się w ustroju. Bezpośrednie zresztą doświadczenia udowadniają, że tłuszcz zjedzony zostaje złożony w tkaninach.

Przez dłuższe głodzenie można zwierzę pozbawić tłuszczu

Hoffman czynił to, poczem psu podawał pokarm składający się z dużych ilości tłuszczu i niewielkiego dodatku białka. Po 5-ciu dniach takiego żywienia zabijał psa, oznaczał tłuszcz w ciele i znalazł go w tak znacznej ilości, że nie mogła ona bezwarunkowo powstać w inny sposób jak ze zjedzonego tłuszczu.

Pettenkoffer i Voit oznaczali za pomocą swego przyrządu wszelkie wydatki psa karmionego tłuszczem i małą ilością mięsa. Otóż azot doprowadzony pojawiał się w całości w moczu, rozbiór zaś powietrza wydychanego świadczył, że węgiel w znacznej części pozostawał w ustroju, jak się musi przypuszczać w postaci tłuszczu, gdyż ten stanowi prawie wyłącznie ciała bezazotowe w ciele. Ilość ta zanedo była wielką, aby mogła powstać z białka.

Doświadczenia te więc wykazują, że tłuszcz pokarmów przechodzi w tkaniny.

Nie jest to jednak wyłączone źródło tłuszczu w tkankach, Robiono doświadczenia w podobny sposób jak powyżej opisane, z tą jednak różnicą, że zamiast tłuszczu podawano węglowodany. Otóż u prosiąt karmionych jęczmieniem stwierdzono bardzo wielki przybytek tłuszczu, który nie mógł powstać ani z małych ilości tłuszczu zawartego w pokarmie, ani z rozpadu białka, jak przekonały rozbiory.

To samo stwierdziły doświadczenia czynione w przyrządzie Pettenkoffera. Wykazały, że znaczna ilość przyjmowanego węgla z węglowodanami zostawała zatrzymywana w postaci tłuszczu.

Pozostaje nam jeszcze do uwzględnienia pytanie czy z białka również tłuszcz się wytwarza? Że może powstawać dowodzą liczne badania. Psu głodzonemu, a więc pozbawionemu tłuszczu podawano przez kilka dni małe ilości fosforu, przyczem zdwoiło się wydzielanie azotu, a więc rozszczepianie białka, a zmniejszyło o połowę zużytkowywanie tlenu, a więc spalanie węgla. Sekcja wykazała u takiego zwierzęcia stłuszczenie wszystkich narządów.

Ze może się z niego wytwarzać, świadczy o tem przemiana białka na tłuszcz w serach, oraz inne jeszcze rozliczne względy.

Robiono też doświadczenia bezpośrednie na zwierzętach celem przekonania się czy w prawidłowym stanie zmienia się białko w tłuszcz, gdyż oczywiście doświadczeń na zwierzętach otrutych fosforem nie można przenosić wprost na zdrowe. Przeciw tym doświadczeniom, które stwierdzały wytwarzanie się tłuszczów z białek podnosi Bunge różne zarzuty i utrzymuje, że u zwierząt ssących prawidłowych nie jest ono stanowczo dowiedzionem.

Wytwarzanie energii. Zwróćmy się teraz do stosunków wytwarzania energii. U zwierząt przeradza się energia napięcia przedewszystkiem w ciepło i pracę mięśniową. Tlen wdychiwany przez ustrój spala składniki organiczne, przyczem musi się ciepło wywiązywać. Do składników tych należą przedewszystkiem węglowodany i tłuszcze, a następnie i białko po rozszczepieniu. Ile się ciepła przy tem wytwarza i jakie są jego losy, o tem poucza nauka o cieple.

Źródła pracy mięśniowej upatrywano dawniej wyłącznie w białkach idąc za poglądem Liebiga. Doświadczenia jednak Voita wykazały mylność tego zapatrywania. Oznaczał on u psów jednostajnie żywionych wydzielanie azotu w spoczynku i podczas biegania w deptaku. Ilość azotu wydzielonego w 24 godzinach była albo ta sama, albo tylko bardzo niewiele większa podczas pracy mięśni jak w spoczynku. Oto liczby które podaje Voit.

	Ilość mocznika w 24 godz.
Spoczynek	15'4
Spoczynek	15'4
8 godz. bieganie	15'8
Spoczynek	13'9
Spoczynek	11'6
Spoczynek	11'6
8 godz. bieganie	11'2
Spoczynek	12'5
Spoczynek	11'8

Wspólnie z Pettenkofferem oznaczał Voit nietylko ilość azotu wydzielonego w moczu, lecz zarazem ilość zużytego tlenu i wydalonego bezwodnika węglowego u człowieka w spoczynku i podczas pracy. Wydzielanie azotu było jednakie w obu razach, natomiast o wiele więcej przyjmował człowiek tlenu podczas pracy i wydelał bezwodnika węglowego.

Fick i Wislicenus wchodzili na szczyt Faulhornu wzniesionego o 1956 mt. nad poziom morza, przyczem jedli same tylko związki bezazotowe. Podczas 6 godz. wycieczki, oraz przez następne 6 godz. zbierali mocz i oznaczali w nim ilość azotu, a podług niej ilość rozszczepionego białka. Wynosiła ona u Ficka 38 gr., u Wislicenusa zaś 37 gr. Ciepło otrzymane przy spalaniu 37 gr. białka daje 250 jednostek ciepła, które mogą wykonać 106000 kilogramometrów pracy, podczas gdy praca, jaką wykonał Wislicenus wynosiła w przybliżeniu przeszło 180000 kilogramometrów, a więc około 80000 więcej, nie mogła zatem mieć źródła w białkach.

Doświadczenia Wolffa i Kellnera na koniach dały odmienne wyniki. Konie zużywały przy pracy znacznie więcej białka aniżeli w spoczynku, jak to wykazywało zwiększenie azotu. Przyczyną tego było jednak niedostateczne żywienie, skoro bowiem podano koniom więcej węglowodanów, wtedy azot wydelał się w takiej samej ilości.

Przedewszystkiem więc źródła pracy mięśniowej należy szukać w związkach bezazotowych mianowicie węglowodanach, przedewszystkiem zaś w glikogenie.

Glikogen czyli skrobia zwierzęca jest związkiem wykrytym w r. 1857 przez Kl. Bernarda w wątrobie. Jeśli się wątrobę wyjętą ze zwierzęcia zaraz po śmierci wrzuci do wrzącej wody, rozdrobni na kawałki i wygotuje, to otrzymuje się płyn mleczny, z którego po wyłączeniu przymieszki białka można strącić za pomocą alkoholu glikogen jako biały osad.

Jestto połączenie nadzwyczaj podobne do skrobii i dextryny, $C_6 H_{10} O_5$, a więc odpowiadające budową węglowodanom. Gliko-

gen nie posiada ani smaku ani woni. W wodzie jest rozpuszczalny, nie przenika jednak przez błony zwierzęce, a więc należy do kolloidów. Jodem barwi się na czerwono. Gotowany z rozcieńczonymi kwasami mineralnymi, tudzież pod wpływem enzymów dyastatycznych zmienia się w cukier.

Oprócz w wątrobie znajduje się glikogen także i w innych narządach, a przedewszystkiem w mięśniach.

Co do powstawania glikogenu w wątrobie sprzeczne są zdania. Ilość jego wzrasta skoro się zwierzę karmi obficie węglowodanami, a mianowicie cukrem. Temu ostatniemu przeto przypisywano zdolność wytwarzania glikogenu. Ponieważ nadto znajdowano większą ilość cukru w krwi żyły wrotnej, a więc dochodzącej do wątroby, aniżeli w krwi odwodzonej przez żyłę wątrobową, przeto twierdzono, że w komórkach wątrobowych zostaje cukier przerabiany na glikogen i składany, a dopiero w miarę potrzeby ustroju napowrót w cukier zmieniany i zużywany. Urządzenie to ma według niektórych badaczy jak np. Bungego chronić ustrój od przeładowania cukrem, któregooby nie mógł spalić. Znaleziono nawet w wątrobie enzymę dyastatyczną, która ma spełniać zadanie zmieniania glikogenu w cukier. Po śmierci zwierzęcia działanie jej ma się nader rozwijać i dlatego w dłuższy czas po niej nie znajduje się całkiem, lub tylko ślady glikogenu, a natomiast dużo cukru, którego za życia bardzo tylko mało.

Inni badacze udowodnili powstawanie glikogenu nietylko z cukru, lecz także i z tłuszczów, a nawet białka.

Doświadczenia dla stwierdzenia tych stosunków są nader trudne do przeprowadzenia, nie dziw więc, że podania różnią się pod wieloma względami i są nieraz wprost sprzeczne. Seegen w najnowszych czasach udowadnia w obszernej pracy, że wytwarzanie się glikogenu w wątrobie jest sprawą zupełnie niezależną od wytwarzania cukru i naodwrot. Podług niego wątroba w stanie prawidłowym wytwarza w swych komórkach tak glikogen jak i cukier. Utrzymuje że krew żyły wątrobowej jest zawsze bogatsza w cukier aniżeli żyły wrotnej. Po śmierci wię-

cej jest wprowadzie cukru w wątrobie aniżeli za życia, glikogenu zaś pozostaje ta sama ilość, a więc komórki wątrobowe zachowują przez czas pewien po śmierci zwierzęcia zdolność wytwarzania cukru. Istnienia jakiejś swoistej enzymy dyastatycznej w wątrobie zaprzecza Seegen. Tak cukier jak i glikogen powstają podług niego z białek, tłuszczów i węglowodanów.

Źródła siły mięśniowej szukano przedewszystkiem w gliko-genie. Już Kl. Bernard zauważył, że mięśnie znajdujące się w bezwzględny spoczynku po przecięciu nerwów zawierały więcej glikogenu niż mięśnie prawidłowe i przypuszczał, że te ostatnie zużywały go podczas kurczenia się.

Kültz znajdował zaledwie ślady glikogenu w wątrobie psów, które przez kilka godzin ciągnęły znaczniejsze ciężary.

Doświadczenia te wykazują, że mięśnie czerpią rzeczywi-ście energię potrzebną do pracy z węglowodanów, czy jednak wyłącznie tylko?

Voit zmuszał przez kilka dni do pracy głodzone psy, a nie zauważył zwiększania wydzielania azotu w moczu, a więc wzmo-żonego rozszczepiania białka. Doświadczenia Kültza wykazują, że glikogen zostaje zużyty zaraz w pierwszym dniu, a więc nie pozostaje nic innego do przyjęcia, jak tylko, że praca mięśniowa odbywała się na koszt tłuszczu.

Białko też może służyć jako źródło siły mięśniowej, jednak dopiero skoro się wyczerpią węglowodany i tłuszcze, jak to wy-kazują doświadczenia na zwierzętach pracujących przy niedosta-tecznym żywieniu.

Białko tkanin zużywa się w małych ilościach zawsze pod-czas pracy mięśni, jednakże nie bezpośrednio na wytworzenie tejsze. Jestto to samo co zużywanie się żelaza w maszynach pa-rowych, gdzie ono jednak nie obraca się w pracę. Węglowo-dany zaś są tym węglem, który spalając się wprawia maszynę w ruch.

W r. 1891 ogłosił Pflueger doświadczenia, które go do-prowadziły do wprost przeciwnych wyników. Karmił on psy

mięsem i małym tylko dodatkiem tłuszczu (11 gr. dziennie) i zmuszał je do wykonywania pracy mechanicznej (49117—109608 kgrmetr. dziennie). Przy takim żywieniu zwierzę pracowało energicznie przez $\frac{3}{4}$ roku. Twierdzi on, że jeżeli się karmi zwierzę dostateczną ilością białka wraz z pokarmami bezazotowymi, to w pierwszym rzędzie zostaje białko rozłożone przy pracy mechanicznej, dopiero gdy tego niedostateczna ilość, to tłuszcze i węglowodany. Związki bezazotowe są podług Pfluegera martwym tylko materiałem a ogólnie przyjęta nauka, że praca mięśniowa nie wywołuje zwiększenia przeróbki azotu, jeżeli się doprowadza w dostatecznej ilości tłuszcz i węglowodany jest mylną.

Stoimy więc wobec wprost sprzecznych zdań dwóch bardzo poważnych szkół, monachijskiej, Voita i Pfluegera w Bonn. Z rozstrzygnięciem tej sprawy należy się jeszcze wstrzymać do dalszych badań w tym kierunku.

CIEPŁO ZWIERZĘCE.

Zwierzęta ssące posiadają wyższą ciepłotę aniżeli otoczenie i ciepłota ich waha się w nader szczupłych granicach. Przy oziębianiu lub też ogrzewaniu można ją tylko bardzo niewiele zmienić. Należą do zwierząt o stałej ciepłocie (*homiotherme Thiere*), czyli jak dawniej nazywano ciepłokrwiste.

Inaczej zupełnie zachowują się pewne zwierzęta jak np. żaby, które ciepłotę swego ciała zastosowują do ciepłoty otoczenia i to w nader szerokich granicach, tj. stają się zimniejsze w otoczeniu zimniejszym, a cieplejsze w wyższej temperaturze. Stąd nazwa zwierząt o zmiennej ciepłocie (*poikilotherme*), lub jak się pospolicie mniej właściwie mówi, zwierząt zimnokrwistych.

Źródła ciepła. Chemiczne przemiany odgrywają nader ważną rolę i są obfitem źródłem ciepła w ustroju. Przy utlenianiu związków organicznych wywiązuje się znaczna ilość ciepła, które można obliczyć w jednostkach, czyli kaloryach, za pomocą kalorymetrów. Jednostką ciepła nazywamy tę ilość, która zdoła podwyższyć ciepłotę kilograma wody o jeden stopień Celsyusza. Ponieważ ciepło da się zmienić w pracę mechaniczną i odwrotnie, przeto liczbę wskazującą na ile jednostek pracy może się zmienić jednostka ciepła i naodwrot, ile jednostek pracy może przejść w jednostkę ciepła nazywa się mechanicznym równoważnikiem ciepła. Wynosi on 425 kilogramometrów, to znaczy,

że ilość ciepła, która nagrzewa kilogram wody o jeden stopień, może podnieść jeden kilogram do wysokości 425 metrów.

Rozmaici badacze oznaczali ilość kaloryi, powstających przy spalaniu związków zawartych w pokarmach. Danielewski podaje dla jednego grama suchej substancji następujące ilości w tak zwanych małych kaloryach, tj. ilość ciepła, która podwyższa jeden gram wody o jeden stopień Celsyusza.

Sernik	5855	Cukier gronowy	3939
Włóknik	5772	Cukier mlekowy	4162
Pepton	4876	Cukier trzcinowy	4173
Glutyna	5493	Żółtko	4479
Krew wołowa	5900	Mleko krowie	5733
Mięso wołowe	5724	Kartofle	4234
Włóknik roślinny	6231	Ryż	4806
Glutyna roślinna	6141	Groch	4889
Legumina	5573	Tatarka	4288
Tłuszcz palmitynowy	8883	Kukurudza	5188
Tłuszcz oleinowy	8958	Mocznik	2537
Tłuszcz stearynowy	9036	Związki wyciągowe mięśni	4400
Tłuszcz wołowy	9686	Kwas octowy	3318
Gliceryna	4179	Kwas masłowy	5647
Skrobia	4479	Kwas palmitynowy	9316

Ponieważ białko nie spala się całkowicie w ustroju, a tylko do mocznika, którego się wytwarza $\frac{1}{3}$ część, przeto ciepło spalania jednego gramu białka w ciełe wynosi 5100 kaloryi.

100 gr. białka zwierzęcego daje taką samą ilość ciepła jak 52 tłuszczu, 114 gr. skrobii i 129 gr. cukru gronowego, 100 gr. białka roślinnego = 55 tłuszczu, 121 skrobii, 137 cukru gronowego.

Po za chemicznymi sprawami dostarcza też ciepła przemiana żywej siły w ustroju. Przy pracy mięśniowej znaczna część tejże zmienia się w ciepło.

Ciepłota. Warunki wymienione sprawiają, że zwierzęta

posiadają pewną znaczną ciepłotę. Można ją mierzyć za pomocą termometru a wynosi ona przeciętnie

u konia i osła	37·5—38 ⁰ C.
u wołu	38·0—38·5
	39·5—40
u psa i kota	38·5—39·0
u królika	39·5—40

Ciepłota nie jest równomierna w całym ciele. Skóra jest stosunkowo najzimniejsza, im zaś więcej w głąb się posuwa, tem cieplejsze są narządy.

Krew też nie posiada jednostajnej ciepłoty we wszystkich obszarach naczyniowych. Tak np. zimniejsza jest nieco w sercu lewem aniżeli prawem, co przypisują niektórzy badacze oziębianiu jej w płucach przy wdychiwaniu chłodniejszego powietrza. Najgorętsza krew jest w żyłach wątrobowych.

Ciepłota różnych narządów zależną jest od wielu wpływów. Tak np. gruczoły podczas czynności są cieplejsze, tak samo i mięśnie kurczące się. Otoczenie samo ma wielki wpływ, szczególnie na narządy leżące powierzchownie.

Zapomocą podobnych przyrządów, jakich się używa w fizyce, tj. kalorymetrów obliczano ilość ciepła wytwarzaną przez zwierzęta. Podług Despreza wydawał pies w godzinie 4610 jednostek, w 24 godz. 39300. Senator oznaczał to ciepło u psa ważącego 6330 gr. Wynosiło ono 14370 kaloryi; równocześnie wydał pies 3·67 gr. bezwodnika węglowego.

Regulacja ciepła. Mimo znacznych zmian w ciepłocie otoczenia, oraz innych warunków, zwierzę zachowuje zawsze jednakową ciepłotę. Sprawiają to urządzenia regulujące w ciele stosunki ciepła już to przez odpowiednie zmiany w wytwarzaniu ciepła, już też w oddawaniu tegoż na zewnątrz. Niektórzy badacze przypisują istnienie osobnych ośrodków w układzie nerwowym, które wywierają wpływ na ciepłotę za pośrednictwem pewnych nerwów.

Istnienia jednak takiego specjalnego unerwienia nie wykazano dotychczas.

W zimnem otoczeniu wzrasta z początku ciepłota wskutek wzmocnienia się wytwarzania ciepła. Można wtedy stwierdzić zwiększenie się wydawania bezwodnika węglowego.

Zwierzę w czasie zimna czuje większą potrzebę pożywienia i to takiego, które przede wszystkim wytwarza ciepło, a więc tłuszczy i węglowodanów.

Lecz nie tylko wytwarzanie ciepła ulega odpowiedniom zmianom. Stosunki wydawania tegoż otoczeniu też zostają regulowane.

W zimie futro zwierząt staje się gęstsze, a więc trudniej przewodzące ciepło.

Pod działaniem zimna zwążają się naczynia krwionośne skóry, parowanie na jej powierzchni zmniejsza się, przytem ciepła krew nie przyplywa w tak znacznych ilościach ku powierzchni, a co za tem idzie nie oziębia się.

Serce też dopomaga tej regulacyi, w zimie bowiem bije znacznie rzadziej. Liczba oddechów też się zmniejsza, wskutek czego oziębianie przez płuca nie jest tak znaczne.

Przeciwnie rzecz się ma w podwyższonej ciepłocie. Naczynia skórne rozszerzają się, krew dopływa do nich nader żywo i stykając się z otoczeniem chłodniejszym oziębia się. Przytem pot wydobywa się kroplami i parując oziębia skórę. Serce bije znacznie gwałtowniej, oddech przyspiesza się, co znów wzmagą oziębianie się krwi w płucach.

Wszystkie te zmiany polegają na zadrażnieniu układu nerwowego zimnem lub ciepłem. Stosunki te utrzymują ciepłotę ciała w ciągłej równowadze, oczywiście że do pewnych granic, których nie można przekroczyć. Skoro ciepłota otoczenia jest zbyt wysoka lub niska, wtedy ustrój nie zdoła wynagrodzić tego za pomocą swych urządzeń regulujących i następują poważne zaburzenia, a nawet śmierć.

Do przyczyn sprowadzających śmierć z powodu naruszenia równowagi ciepła, przynajmniej u mniejszych zwierząt, należy pokostowanie. Jeżeli się mniejsze jakieś zwierzę np. królika powlecze pokostem, to ginie on nader prędko, jednakże nie wskutek zniesienia oddychania skórniego, jak dawniej mniemano, lecz przez nadzwyczajne oziębianie. Pod wpływem pokostu rozszerzają się nadzwyczaj skórne naczynia, krew do nich napływa w znacznej ilości, a ponieważ nadto pokost łatwo ciepło przewodzi, przeto krew szybko się oziębia. Jeżeli się zapobieże wtedy oziębianiu przez umieszczenie zwierzęcia w ciepłym otoczeniu, to może żyć długo mimo pokostowania.

FIZYOLOGIA MIĘŚNI.

W ustroju zwierzęcym znachodzą się trojakiemu rodzaju mięśnie, a mianowicie prążkowane, gładkie oraz mięsień sercowy.

Budowa mięśni. Mięśnie prążkowane podlegają woli ustroju, stąd też nazywają się dowolnymi, podczas gdy ruchy mięśni gładkich są od niej zupełnie niezależne. Pierwsze z nich przyczepiają się do kośćca i sprawiają ruchy członków, drugie zaś znachodzą się przeważnie w narządach wewnętrznych, jak w przewodzie pokarmowym, układzie moczopłciowym i t. d.

Mięśnie prążkowane złożone są z drobnych włókienek ułożonych obok siebie w pęczki. Włókienka te posiadają jądra i osłonkę (*sarcolemma*), są nadto poprzecznie prążkowane, tj. widać na nich smugi ciemniejsze i jaśniejsze. Włókienka takie łączą się w pęczki, które posiadają swoją własną pochewkę (*perimysium*).

Mięśnie gładkie tworzą komórki wrzecionowate, łączące się ze sobą w rozmaite twory, jak sznury, błony i t. d. Komórki te posiadają jądra.

Mięśnie w spoczynku oddziałują słabo alkalicznie.

Skład mięśni. Z mięśni żywych (żaby) wycisnąć można płyn zwany osoczem mięsnem, bardzo łatwo krzepnący. Z tego powodu należy zachować przy otrzymywaniu go pewne ostrożności. Najłatwiej można go otrzymać przez wyciskanie mię-

śni zamrożonych, przy czem splywa żółtawy plyn, oddziaływający alkalicznie. Osocze mięśni krzepnie nader szybko przy cieplocie ciała, poczem ciecz odłączona od skrzepu oddziałuje zawsze kwaśno.

Ciało przepnące, należące do białek nazywa się *myozyną*. Stanowi ona główną część składową substancji kurczliwej mięśni. Ilość jej wynosi u różnych zwierząt 30—110 pro mil. Należy do rzędu gałczeni.

Upatrując podobieństwo z krzepnieniem krwi chciano wytłómaczyć krzepnienie osocza mięśniowego także sprawą zależną od enzymy i udało się niektórym badaczom wynaleść ciało przyspieszające to krzepnienie, oraz takie, z którego ten skrzep powstaje, a więc *myozynorodną*, odpowiednio do włóknikorojnej.

Oprócz myozyny otrzymano też z mięśni inne białka, należące do gałczeni, jak muskulinę i myoglobulinę a następnie innego rodzaju białko, *myoalbuminę*.

Oprócz białek zawierają mięśnie znaczne ilości związków wyciągowych krystalicznych.

Do związków wyciągowych zawierających azot należy kreatyna, hipoksantyna, ksantyna, guanina, karnina, kwas moczowy i mocznik.

Z bezazotowych związków wyciągowych napotyka się inozyt, glikogen i kwas mlekowy.

Inozyt, $C_6H_{12}O_6H_2O$. Zaliczany był dawniej do węglowodanów, podczas gdy najnowsze badania stwierdziły, że należy do połączeń aromatycznych (*hexahydroxybenzol*). W państwie roślinnem znachodzi się w niedojrzałej fasoli. Jestto połączenie krystaliczne, smaku słabo słodkiego. Nie okazuje żadnego z oddziaływań cukrów.

Glikogen omówiony był poprzednio.

Z kwasów mlekowych $C_3H_6O_3$ znachodzi się w mięśniach kwas, powstający przy fermentacyi cukru mlekowego, a przede wszystkim kwas paramlekowy, czyli mięsno

mlekowy. Obecność kwasu etyleno mlekowego jest bardzo wątpliwą.

Oprócz tych związków znajdują się w mięśniach tłuszcze i pewien swoisty barwik, mało dotychczas zbadany.

Ze składników nieorganicznych napotyka się chlorki, fosforany i siarczany potasu, sodu, wapniu, wapna i żelaza.

Z gazów przeważną część zajmuje bezwodnik węglowy, oprócz tego znachodzi się azot i ślady tlenu.

Ilości tych składników są nader zmienne, jak to wykazuje następująca tabliczka.

Skład mięśni zwierząt ssących w 1000 częściach:

Składniki stałe	217—255
Woda	745—783
Składniki organiczne	208—245
Składniki nieorganiczne	9—10
Myozyna	35—106
Składniki osłonki	78—161
Białkany alkaliów	29—30
Kreatyna	2
Związki ksantynowe	0'4—0'7
Kwas inozynowy	0'1
Tauryna (u konia)	0'7
Inozyt	0'03
Glikogen	4—5
Kwas mlekowy	0'4—0'7
Kwas fosforowy	3'4—4'8
Potas	3'0—4'0
Soda	0'4
Wapno	0'2
Magnezya	0'4
Chlorek sodu	0'04—0'1
Tlenek żelaza	0'03—0'1

Przemiana materji w mięśniach. W mięśniach można stwierdzić przemianę materji zależną od spraw zachodzących w samej protoplasmie. Jeżeli mięśnie wycięte umieści się w przestrzeni szczelnie zamkniętej, to po pewnym czasie przybywa bezwodnika węglowego, a ubywa tlenu. Więcej jednak znika tlenu, aniżeli się go później odnajduje w połączeniu z węglem. W atmosferze wodoru również wydają mięśnie bezwodnik węglowy, co świadczy o rozkładzie w samej protoplasmie mięśni, nie zależnym od utleniania.

Sprężystość mięśni. Mięśnie są dokładnie sprężyste, tj. że mięsień obciążony wydłuża się, a po usunięciu ciężarka całkowicie wraca do dawnego stanu. Sprężystość ta istnieje tylko w niewielkich granicach, tj. przy małym obciążeniu. Skoro się zaś przekroczy tę granicę, to mięsień nie wraca już w zupełności do stanu poprzedniego.

Pobudliwość mięśni. Mięśnie są pobudliwe, tj. posiadają zdolność oddziaływania na pewne wpływy skurczem, polegającym na skróceniu i zgrubieniu mięśnia. Wszelkie warunki sprawające ten skurcz, nazywamy podnieciami czyli bodźcami.

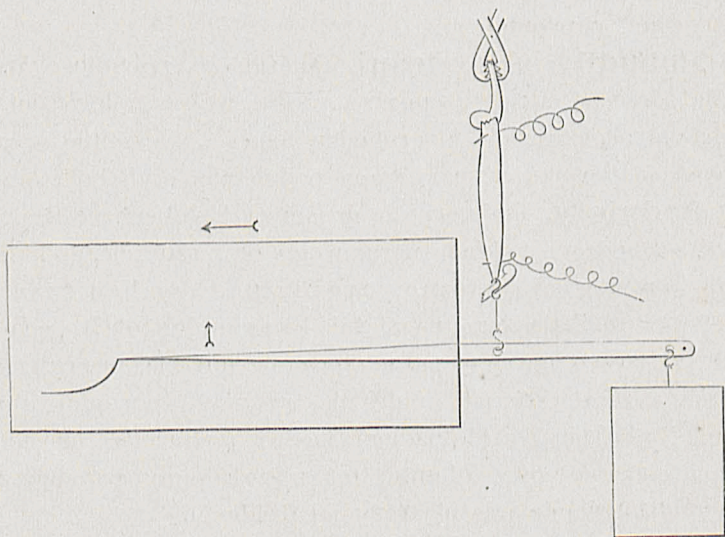
Podniety. Podniety dla mięśni są fizjologiczne tj. prawidłowe, pochodzące z układu nerwowego, oraz sztuczne, do których należą wpływy chemiczne, termiczne, mechaniczne lub elektryczne. Zadziałanie na mięśnie kwasami lub solami pewnymi, nagłe podwyższenie ciepłoty, uszkodzenie mięśnia, np. przecięcie, wreszcie przeprowadzenie prądu elektrycznego powoduje skurcz mięśni. Najłatwiej i najdokładniej można podrażniać mięśnie za pomocą elektryczności, dlatego też uwzględnimy przedewszystkiem oddziaływanie mięśnia przy jej działaniu.

Rozróżniamy prądy stałe, tj. galwaniczne, oraz prądy indukcyjne. Zajmiemy się tymi ostatnimi. Najodpowiedniejszym przyrządem do otrzymywania prądów indukcyjnych jest tak zw. przyrząd saneczkowy Du Bois-Reymonda, polegający na tem, że przez ciągle otwieranie i zamykanie prądu stałego w drucie nawiniętym na walec, tj. cewce pierwszorzędnej, wzbudza się prądy

indukcyjne w drugiej cewce, nasuwanej na poprzednią, oplecionej licznymi zwojami cienkiego drutu. Ta ostatnia nosi nazwę cewki drugorzędnej. Od tej cewki odprowadza się prąd dwoma drutami, zwanymi biegunami lub też elektrodami do mięśnia, który chcemy podrażniać.

Skoro w cewce pierwszorzędnej zamkniemy lub otworzymy prąd stały, wtedy w chwili zamykania lub otwierania wzbudza się w drugorzędnej cewce krótkotrwały prąd indukcyjny. Jeśli się stosuje taki prąd na mięsień, to mówi się o jednym uderzeniu, lub podrażnieniu, gdy zaś prąd pierwszorzędny przerywa się i zamyka kilkadziesiąt lub więcej razy na sekundę, wtedy powstaje cały szereg prądów indukcyjnych.

Fig. 16.



Myograf.

Ażeby móc badać wpływ tych prądów na mięsień, nie wystarcza bezpośrednia obserwacja wzrokiem. Zbudowano w tym celu znaczną liczbę przyrządów polegających na zasadzie dźwigni (fig. 16). Na długim ramieniu takiej dźwigni znajduje się

blizko osi haczyk, za który zaczepia się mięsień. Na końcu tego ramienia przylepione jest cieniuchne piórko, które się przytyka do nakopconego walca, podobnie jak w kimografie Ludwiga, obracającego się z nader wielką chyżością. Wskutek tego każde wychylenie dźwigni znaczy się na walcu jako linia krzywa. Najodpowiedniejszym do doświadczeń jest mięsień łydkowy żaby (*m. gastrocnemius*), który odpreparowuje się w ten sposób, że główny punkt przyczepiania pozostawia się z kawałkiem kości dla lepszego umocowania. Przy pomocy tego kawałka kości utwierdza się mięsień stale, zaś ścięgno Achillesa przyczepia się do dźwigni myografu. Dźwignię myografu obciąża się ciężarkiem, przyczepionym w to samo miejsce co i mięsień, przez co ciężarek ten działając w przeciwnym kierunku aniżeli mięsień napina lekko ten ostatni.

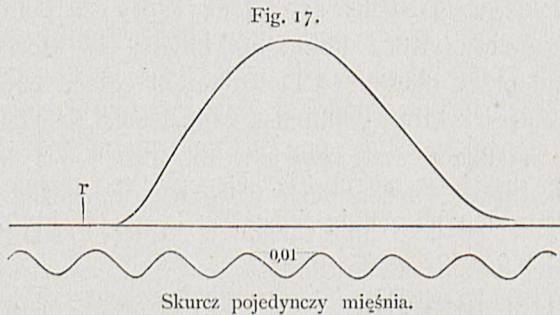
Prąd doprowadza się za pomocą drucików, z których jeden obwija się około ścięgna Achillesa, drugi zaś około górnego górnego punktu odejścia mięśnia. Obok walca ustawia się nadto przyrząd elektryczny zwany sygnałem, który za pomocą piórka znaczy na walcu bardzo dokładnie chwilę, w której się przepuszcza prąd przez mięsień. Dla oznaczenia czasu używa się widelki stroikowych, które podobnie zaopatrzone są piórkiem. Widelki takie, wydające stale pewien ton muszą też wykonywać stałą liczbę drgań w sekundzie. Drgania te można zapisywać piórkiem na walcu jako linię falistą, w której każda fala przedstawia pewną część sekundy.

Skurcz mięśnia. Skoro się przepuszcza jednorazowe uderzenie prądu inducyjnego przez mięsień, to można zauważyć nader szybkie drgnienie dźwigni myografu, przyczem na walcu rysuje się linia krzywa. Mięsień wykonał skurcz pojedynczy.

Na linii krzywej takiego skurczu można widzieć następujące stosunki. Sygnał elektryczny znaczy chwilę przepuszczenia prądu wcześniej, aniżeli się mięsień rozpoczyna kurczyć, czyli że mięsień nie kurczy się natychmiast skoro podnieta zadziała, lecz trochę później. Czas ten, jaki upływa między działaniem podniety

(fig. 17), a początkiem skurczu mięśnia nazywa się okresem utajonego podrażnienia. Wynosi on 0'004—0'01 sek. Krzywa skurczu mięśnia narasta stopniowo do szczytu i stopniowo też znów potem opada. Czas od początku skurczu aż do szczytu zowie się okresem narastania energii. Wynosi on 0.03—0'04 sek. i trwa zazwyczaj krócej aniżeli czas powrotu mięśnia od szczytu skurczu do stanu poprzedniego tj. czas rozkurczu, czyli opadania energii.

Liczby podane tutaj tyczą się mięśnia łydkowego żaby, u innych zwierząt jak np. u raka dochodzi on w mięśniach szczypców do 0'02 sek. na nawet i wyżej zależnie od warunków wpływających nań. Do takich warunków należy ciepłota. Przy wyższej ciepłocie okres utajonego podrażnienia staje się krótszym, przy niższej zaś dłuższym. Podobnie jak niska ciepłota przedłużają go znużenie mięśni tudzież znaczniejsze obciążenie. Od tychże warunków zależy również i czas trwania innych okresów skurczu mięśnia.

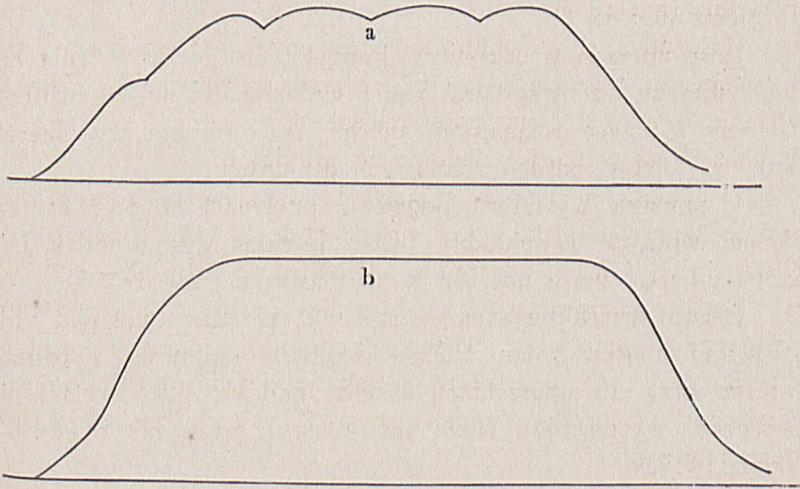


Wysokość linii krzywej, tj. odległość punktu najniższego w czasie spoczynku do najwyższego w czasie skurczu zależy w pewnych granicach od siły podniety. Jeśli się rozchodzi tylko o badanie siły skurczu mięśnia, to wystarcza zapisywać ruch dźwigni na nieobracającym się walcu lub też na tabliczce szklanej nakopconej jako linia prosta. Linia ta nazywająca się wysokością wzniosu daje nam względną miarę siły skurczu mięśnia.

Jeśli się używa bardzo słabych uderzeń prądu indukcyjnego, lecz dostatecznych już do wywołania skurczu, wtedy wysokość wzniosu jest nader mała, zaledwo widoczna, czyli skurcz jest minimalny. Są to najslabsze prądy, jakie zdołają pobudzić mięsień do skurczu.

Wysokość wzniosu staje się tem większa, im silniejszy jest prąd, jednak do pewnego tylko stopnia, tj. do osiągnięcia maksymalnego skurczu. Skoro się potem wzmacnia siłę prądu coraz więcej, to wysokość wzniosu pozostaje już ta sama i mówi się wtedy o prądach nadmaksymalnych, tj. silniejszych aniżeli potrzeba do wywołania najenergiczniejszego skurczu. Mięsień drażniony takimi prądami nie jest już w stanie silniej się kurczyć.

Fig. 18.



Skurcz tężcowy *a* niedokładny, *b* dokładny.

Jeśli stosujemy parę pojedynczych uderzeń prądu na mięsień, wtedy skutek zależy od różnych warunków. Jeśli czas między oboma uderzeniami jest tak długi, że mięsień mógł się już rozkurczyć po pierwszym uderzeniu, to powstaną dwie jednakie krzywe, nie zależne zupełnie od siebie. Jeśli zaś drugie zadrażnienie wypadnie podczas okresu rozkurczu, to mięsień nie rozkur-

czy się zupełnie, lecz ponownie dojdzie do takiej samej wysokości, jeśli podnieta była maksymalna. Inaczej przedstawia się rzecz, gdy podniety są słabe, leżące poniżej maksymalnej, wtedy skoro drugie uderzenie trafia mięsień na szczycie skurczu, to skurczy się on znów jeszcze energiczniej i powstaje krzywa rozpoczynająca się od szczytu skurczu pierwszej.

Gdy pojedyncze uderzenia prądu następują licznie po sobie w pewnych małych przestankach, wtedy mięsień nie ma czasu rozkurczać się zupełnie i powstaje linia krzywa, mniej lub więcej falista lub ząbkowana (fig. 18 *a*). Fale te znikają zupełnie skoro uderzenia stają się bardzo szybkie i wtedy powstaje linia krzywa jednostajna, znacząca t. zw. skurcz tężcowy, czyli tetaniczny mięśnia. Mięsień pozostaje wtedy w ciągłym skurczu przez czas drażnienia (fig. 18 *b*).

Ilość uderzeń w sekundzie potrzebnych do sprawienia takiego skurczu tężcowego jest nader zmienna dla mięśni różnych zwierząt, a nawet rozmaitych mięśni tego samego zwierzęcia. Waha się ona w bardzo obszernych granicach.

U ślimaka wystarcza ponawiać uderzenia co 10 sek. aby mięśnie wprawić w dokładny tężec, podczas gdy u żółwia potrzeba do tego już 3 uderzeń w sekundzie, u żaby 10—15.

Bardzo charakterystyczne stosunki przedstawiają pod tym względem mięśnie raka. Mięśnie brzuszne (ogonowe) popadają w tężec przy 40 uderzeniach w sek., podczas gdy dla mięśni szczypców wystarcza w zimie już 3—8, w lecie zaś około 15 uderzeń w sek.

Podobna różnica istnieje też u królika, posiadającego dwójakiego rodzaju mięśnie tj. czerwone i białe, dla czerwonych wystarcza około 10 uderzeń w sek., dla białych zaś potrzeba ich około 30. U ptaków występuje tężec przy 70—100 podniet w sek., u owadów zaś około 340.

Skoro zwrócimy uwagę, że poruszanie się zwierząt polega na naprzemiennym skurczu i rozkurczu pewnych grup mięśni, to łatwo zrozumieć, że szybkość ruchu stoi w bezpośrednim związku

z ilością podniet potrzebnych do wywołania tęcza. Ruchy np. ślimaka lub żółwia są nader powolne, nie może on częściej skurczyć i rozkurczać mięśni, przy częstszych bowiem podnietach nerwowych ustaje już ruch wskutek popadania mięśni w tęzec. Podobnie rak powoli tylko zamyka i otwiera szczypce, podczas gdy ogonem wykonywać może ruchy nader szybkie, służące mu do pływania. Musimy tutaj zrobić pewną uwagę co do lotu owadów, podczas którego skrzydła tak zdumiewająco często wibrują. Zjawisko to tłómaczy Fleischl nie częstością skurczów mięśni przyczepiających się do skrzydeł, lecz sprężystem urządzeniem nasady skrzydeł. Podług niego wystarcza już znacznie mniejsza liczba skurczów mięśni, a więc podobna jak np. u żaby, a tylko dzięki temu sprężystemu urządzeniu skrzydła wibrują tak niesłychanie często, podobnie jak wibruje sprężyna stalowa, której jeden koniec stale jest przytwierdzony a drugi wyprowadzany ze swego położenia i puszczaany.

Czynny rozkurcz mięśnia. Oprócz skurczu mięśnia tj. zgrubienia i skrócenia, można jeszcze wywołać w pewnych razach przez podrażnianie bądź to bezpośrednie, bądź też pośrednie tj. przez nerwy stan wprost przeciwny a mianowicie wydłużenie mięśnia, czyli rozkurcz. Mięsień łydkowy żaby traci po odcięciu jego nerwów od środkowego systemu nerwowego swoje napięcie i znajduje się już w maksymalnym rozkurczu, a więc zjawiska powyższego nie można na nim w prawidłowych warunkach obserwować. Istnieją jednak mięśnie, które po wycięciu z ustroju czas dłuższy w pewnym napięciu pozostają. Do takich należą mięśnie zaopatrujące szczypce raka. Ruchoma część szczypców osadzona jest jakby na zawiasach w części nieruchomej a dwojakiego rodzaju mięśnie przyczepiające się do niej po jednej i po drugiej stronie tej jakby dźwigni w środku podpartej wychylają ją w obie strony, a więc zamykają lub otwierają szczypce. Mięsień zwieracz (*adductor*) jest krótki lecz nader silny, jego przeciwnik zaś tj. rozwieracz jest wężki i słabszy. Chcąc badać działanie jednego tylko z tych mięśni należy przeciąć ścię-

gno drugiego w punkcie przyczepienia. Po odcięciu szczypców mięśnie te nie tracą swego napięcia lecz zachowują pewne pośrednie i szczypcy są do połowy otwarte. Przy podrażnieniu elektrycznem mięśnie te okazują nader ciekawe zjawiska. Mięsień rozwieracz zamiast kurczyć się pod wpływem prądów indukcyjnych rozkurcza się przy zastosowaniu słabszych prądów. Przy wzmaganiu powolnem siły prądu rozkurcz staje się coraz to wybitniejszy, jednak tylko do pewnych granic, potem znów jest coraz to słabszy w miarę nasilania prądu a przy pewnej sile brak wszelkiej zmiany w stanie mięśnia. Skoro się dopiero użyje jeszcze silniejszego prądu rozpoczyna się znów skurcz mięśnia wzrastający w miarę siły prądu w sposób opisany przy mięśniach żaby.

Odwrotne zjawisko przedstawia mięsień rozwierający szczypcy. Słabe prądy wprawiają go w skurcz tem silniejszy im prąd staje się mocniejszy, znów jednak do pewnej tylko granicy, przy powiększaniu bowiem dalszem siły prądu skurcz staje się coraz to słabszy, następnie mięsień wcale nie reaguje, a przy jeszcze silniejszych prądach rozpoczyna się rozkurcz mięśnia i to tem energiczniejszy im prąd jest silniejszy. Istnieje więc między oboma mięśniami antagonizm nietylko pod względem kierunku działania lecz i co do zachowania się wobec podniet, a mianowicie podniety sprawijające skurcz zwieracza wywołują rozkurcz rozwieracza i na odwrót. Zjawisko to czynnego rozkurczu podpada pod kategorie zjawisk t a m o w a n i a czynności fizyologicznych.

Liczne badania nakazują przypuszczać, że istnieją odrębne nerwy sprawijające skurcz i rozkurcz. Wykazano, że mięśnie szczypców raka zaopatrują nerwy odmienne nawet pod względem budowy. Nerw błędny, który tamuje ruchy serca, nerwy rozszerzające naczynia należą do rzędu nerwów tamujących a rozkurcz odnośnych mięśni możemy uważać jako czynny, powstający pod bezpośredniem działaniem nerwów bez uciekania się do hypotetycznych komórek zwojowych, czyli jak je nazywano ośrodków obwodowych.

Praca mięśni. Mięsień kurcząc się może wykonywać pewną pracę, tj. podnieść ciężar do pewnej wysokości. Stosunek ciężaru do wysokości daje nam miarę pracy, a jednostką jest siła potrzebna do podniesienia jednego kilograma do wysokości jednego metra, tj. kilogramometer. Ponieważ jednostka ta jest dla badań fizjologicznych znacznie za duża, przeto przyjmuje się zamiast niej i gr. podniesiony do wysokości 1 mm., tj. gram-milimeter.

Mięsień nie obciążony, jakkolwiek kurczy się bardzo silnie, nie wykonywa jednak żadnej pracy mechanicznej. Również i mięsień podrażniany obciążony takim ciężarem, którego już wznieść nie zdoła, nie wykonywa pracy. Najmniejszy ciężar, którego mięsień już nie podnosi podczas maksymalnego podrażnienia, który jednak nie rozciąga mięśnia przy podniecaniu, jest miarą bezwzględnej siły mięśnia.

Wielkie zasługi w tym kierunku położył swemi badaniami Edward Weber. Obciążał on mięsień żaby różnymi ciężarkami i zapisywał wysokość, do jakiej je podnosił mięsień podrażniany maksymalnie. Oto liczby, które znalazł.

Obciążanie w gramach	Wysokość wzniosu w milimetrach	Praca w gram- milimetrach
5	27'6	138
15	25'1	376
25	11'45	286
30	6'3	220

Liczby te udowadniają, że największą pracę wykonać może mięsień przy podnoszeniu średnich ciężarów, przy większych jest już ona mniejsza.

Mięsień jest w stanie wykonywać tem większą pracę im jest grubszy, tj. im więcej zawiera włókien mięsnych, ułożonych obok siebie.

Mięsień podnosi ciężary tem wyżej im jest dłuższy, tj. im więcej włókien ułożonych jest w nim ponad sobą.

Zmiany w mięśniu podczas skurczu. Podczas

skurczu mięśnia zachodzą w nim jeszcze inne zmiany porócz zmian kształtu, a mianowicie w przemianie materji, ciepłe i zjawiskach elektrycznych.

Zmiany chemiczne. Ilość glikogenu w mięśniach czynnych zmniejsza się bardzo znacznie. Ilość zużywanego tlenu i wydalonego bezwodnika węglowego zwiększa się podczas kurczenia się mięśni. Badając krew żylną, odpływającą z mięśni podrażnionych, zauważył Ludwig i jego uczniowie, że ilość tlenu zmniejsza się w niej do 5%, zaś bezwodnika węglowego wzrasta do 50%. Oprócz tego pomnażają się związki azotowe wyciągowe, kwas mlekowy i kwas fosforowy. Mięsień czynny oddziaływa z tego powodu kwaśno. Wszystko to świadczy nietylko o utlenianiu, lecz o rozszczepianiu zachodzącym w protoplazmie mięśnia.

Na podstawie zjawisk chemicznych usiłuje Hermann objaśnić powstawanie skurczu. Mięsień zawiera podług niego jakiś hypotetyczny związek azotowy, zwany istotą inogeniczną. Istota ta rozpada się w czasie czynności mięśnia na bezwodnik węglowy i kwas mlekowy, które unosi prąd krwi, oraz na myozynę, która krzepnąc sprawia skurcz, tj. zmiany w kształcie mięśnia. Krew dowozi znów pewne składniki bezazotowe i tlen, które napowrót zmieniają myozynę na istotę inogeniczną i w ten sposób sprawiają rozkurcz. Przypuszczenie to jednak nie może tłómaczyć skurczu i rozkurczu mięśni wyciętych, w których krew nie krąży.

Zmiany w ciepłocie. Za pomocą czułych przyrządów termoelektrycznych można udowodnić wytwarzanie się ciepła tak przy pojedynczych skurczach, jak i przy tężcowym. Ilość ta ciepła nie pozostaje w bezpośrednim stosunku i zawisłości od pracy mięśniowej. Jest ona tem większa im większe jest obciążenie, bez względu na pracę wykonywaną. Silne naprężenie mięśnia zwiększa ilość ciepła. Tak samo i energiczniejsze podrażnianie. Stosunki te dowodzą, że tak praca, jak i wytwarzanie ciepła w mięśniach są zjawiskami równorzędnymi, powstającymi przy prze-

mianie energii, której źródła szukać należy w zmianach chemicznych w protoplasmie mięśni.

Zmiany elektryczne. W mięśniach żywych można stwierdzić pewne zjawiska elektryczne, a mianowicie prądy krążące w nich.

Do badania prądów galwanicznych służą przyrządy zwane galwanometrami, bussolami itd. Polegają one na tej zasadzie, że jeżeli się przeprowadzi naokoło igły magnetycznej drut, w którym prąd krąży, to igła wychyla się z pierwotnego położenia odpowiednio do kierunku i siły prądu. Jeśli się połączy ogniwo Daniela z bussolą, to igła wykazuje prąd, krążący w ogniwie od cynku do miedzi, zaś w łączniku od miedzi do cynku.

Przeciawszy mięsień i połączywszy przekrój poprzeczny oraz podłużny, tj. jego naturalną powierzchnię z czułą bussolą, można wykazać w nim podobnie jak w ogniwie istnienie prądu, krążącego w mięśniu od przekroju poprzecznego do podłużnego, w łączniku zaś od podłużnego do poprzecznego. Przekrój poprzeczny jest więc ujemny, podłużny zaś dodatni. Prąd ten nosi nazwę prądu spoczynkowego, a objawia się w bussoli wychyleniem igły magnetycznej. Jeśli się podczas tego podrażnia mięsień, to igła cofa się nieco, wychylenie staje się mniejsze, czyli prąd słabnie, w mięśniu w stanie czynnym. Zjawisko to nazywa się wahaniami wstecznym.

Znużenie mięśni. Mięsień drażniony czas dłuższy odpowiada coraz to słabszym skurczom, w końcu przestaje się zupełnie kurczyć. Stan ten nazywa się znużeniem mięśnia. Jeśli się pozwoli mięśniowi znużonemu odpocząć czas pewien, to znów kurczy się jak poprzednio przy podrażnianiu. Przyczyny znużenia mięśnia szukano w nadmiernem wytwarzaniu się związków wyciągowych, kwasu mlekowego i węglowego. Rzeczywiście, skoro się takie związki sztucznie do mięśnia wprowadzi, to mięsień zachowuje się podobnie jak znużony. Ciało te podczas odpoczynku wyługowują krew krążącą i mięsień wraca do prawidłowego stanu. Temu jednak tłumaczeniu sprzeciwiają się doświadczenia

robione na mięśniach wyciętych, które tak samo się nużą i tak samo przychodzą do siebie po wypoczynku jak i mięśnie w ustroju mimo braku krążenia krwi.

Obumieranie mięśni. Po śmierci zwierzęcia kurczą się jeszcze mięśnie czas jakiś pod wpływem sztucznych podnieć. Są pobudliwe, a więc żyją jeszcze. Mięśnie zwierząt o zmiennej ciepłocie, czyli zimnokrwistych, jak np. żaby, żółwia itd. żyją po wycięciu długi czas jeszcze, bo wśród odpowiednich warunków kilka a nawet kilkanaście dni. Po dłuższym jednak czasie i one przestają oddziaływać na podniety, tracą więc swoją pobudliwość, aby jej nigdy więcej nie odzyskać. Następuje śmierć mięśni.

Tężec pośmiertny. Mięśnie przedstawiają po śmierci pewne zjawiska, do których należy tężec pośmiertny, czyli stężenie trupie, sprawiające, że zwierzę staje się sztywne, członków jego nie można z łatwością ani zgiąć ani wyprostować. Mięśnie w takim stężeniu są mętne, nie sprężyste i kruche. Oddziałują nader silnie kwaśno, zawierają dużo kwasu węglowego, mlekowego oraz myozyny. Krzepnienie tej ostatniej jest przyczyną tężca pośmiertnego, a zależy od wytwarzania się związków powyżej wymienionych. Jeśli się przeprowadza przez mięśnie, znajdujące się w tężcu pośmiertnym 10% roztwór soli kuchennej, rozpuszczającej myozynę, to mięśnie wolnieją a stężenie znika, Im obficie wytwarzają się związki sprawiające krzepnienie myozyny, tem szybciej występuje tężec pośmiertny. Składniki te powstają w mięśniach czynnych. Otóż jeżeli się zwierzę szczuje czas dłuższy, a więc zmusza jego mięśnie do bardzo silnego działania to zabite takie zwierzę popada prawie natychmiast w tężec.

W czas pewien po śmierci znika znów tężec, a to wskutek rozkładu poczynającego się w ciele, przyczem oddziaływanie kwaśne mięśni zmienia się na alkaliczne.

Mięśnie gładkie posiadają podobne własności jak i prążkowane. Przy podrażnieniu kurczą się, znacząc odpowiednią

krzywą. Różnica polega tylko na znacznej powolności, z jaką się kurczenie odbywa, tak, że można bezpośrednio wzrokiem obserwować te stany, któreśmy znaleźli badając skurcz mięśni prążkowanych przy pomocy myografu. Okres utajonego podrażnienia trwa w mięśniach gładkich 0'4—0'8 sek., a czas od początku skurczu do końca rozkurczu 1—3 min.



R U C H.

Częściowo obznajomiśmy się z tą nauką, mianowicie o ruchach warg, policzków, mięśni służących do żucia, ruchach języka, wreszcie klatki piersiowej. Działanie mięśni gładkich objaśniało nam ruchy zachodzące w przewodzie pokarmowym i narządzie moczowym. Obecnie zajmiemy się jeszcze nauką o poruszaniu się zwierząt i o wydawaniu głosu przy pomocy pewnych mięśni.

Urządzenie pozwalające zwierzęciu przenosić się z miejsca na miejsce składa się z kości, stawów i mięśni. Kości stykają się ze sobą za pomocą stawów. W miejscu zetknięcia zaopatrzone są chrząstkami stawowymi, o gładkich powierzchniach, ślizgających się na sobie podczas ruchu. Miejsce to zamknięte jest szczelnie torebką stawową, odchodzącą od zewnętrznych granic chrząstek, zawierającą wewnątrz gęsty, mazisty płyn, smarowidło stawowe (*synovia*). Na zewnątrz torebki znajdują się liczne więzadła, dopomagające do utrwalenia stawu i utrzymania płaszczyzn stawowych chrząstek w ciągłym zetknięciu. Sam ucisk powietrza atmosferycznego wystarcza do sprawienia, że kości w stawie nie rozchodzą się, a w jamie stawowej nie może powstać próżnia.

Ruchy członków określają ich powierzchnie stawowe. Istnieją stawy z ruchami obrotowymi około jednej osi, t. j. zawiasowe (charniery), pozwalają one zginania i wyprostowywania członków. Do tych należą staw pęciny, koronowy i kopytowy.

Odmianę tych stawów stanowią stawy zawiasowo-śrubowe, które nie zbliżają kości do siebie w jednej płaszczyźnie lecz kość ruchoma opisuje linię śrubową, jak np. rzecz się ma w stawie łokciowym i skokowym.

Do stawów z ruchami około jednej osi należą też stawy obrotowe jak staw między pierwszym i drugim kręgiem szyjnym tudzież między kością łokciową i promieniową. Ruch odbywa się tutaj około osi prawie pionowej, która z kośćmi tworzącymi staw równolegle przebiega.

Są dalej stawy o dwóch osiach, umożliwiające nie tylko powyżej wymienione ruchy, lecz i odwodzenie i przywodzenie członków; do tych należą staw kłykciowy i siodłowy. Staw kłykciowy powoduje ruchy zgięcia i wyprostowania członków, tudzież ruchy jakie np. posiada staw między kością potylicową a pierwszym kręgiem szyjnym. Ruchy jakie się odbywają przy stawach siodłowych są zginanie i wyprostowywanie członków, tudzież przywodzenie i odwodzenie. U zwierząt mięsożerzych istnieje to w stawie napięstkowo-nadpęcinowym.

Stawy śrubowe jak np. kolanowy powodują nie tylko wyprostowywanie i zginanie, lecz równocześnie z tem ostatniem także i lekkie boczne skręcenie.

Stawy, przy których ruch odbywa się koło jednego stałego punktu są tak zwane stawy kuliste, główkowe lub panewkowe. Główka jednej kości porusza się swobodnie w panewce kości drugiej przezco ruch może się odbywać we wszelkich kierunkach o ile więzadła boczne nie stawiają oporu, jak np. więzadła boczne w stawie barkowym.

W stawach ścisłych krótkie lecz silne więzadła tamują ruchy, które mogą się wprawdzie odbywać w różnych kierunkach lecz są nieznaczne tylko.

Oprócz stawów istnieją pewne spojenia kości między sobą podatne do pewnego stopnia (*symphysis, synchondrosis*), które umożliwiają nader nieznaczne ruchy.

Mięśnie służące do poruszania się zwierząt, przyczepiają się przeważnie do kości długich i działają na nie jak na dźwignię. Pewne mięśnie, jak np. dwugłowy lub deltowy przyczepiają się po tej samej stronie punktu obrotu, czyli podparcia, gdzie leży punkt obciążenia dźwigni, jest to więc urządzenie odpowiadające dźwigni jednoramiennej. Punkt przyczepiania mięśni leży zwykle blisko punktu obrotu, co wprawdzie spowodowuje większy wydatek siły, lecz pozwala za to nader szybkich ruchów ramienia dźwigni. Inne mięśnie przyczepiają się po przeciwnej stronie punktu oparcia aniżeli działa punkt obciążenia, tworzą więc dźwignię dwuramienną. Do takich np. należy mięsień łydkowy. Są wreszcie mięśnie, które nie przyczepiają się do najbliższego członka, lecz przeskakują kilka stawów, jak np. mięśnie poruszające palcami.

Zazwyczaj działa wspólnie kilka mięśni naraz, jak np. mięśnie tłoczni brzusznej lub wdechowe. Mięśnie te zowią się synergicznymi. Mięśnie, mające wprost przeciwne działanie aniżeli inne, jak np. zginacze i wyprostowujące, wdechowe i wydechowe itd. nazywają się antagonistycznymi.

Stanie polega na ustawieniu ciała w równowadze za pomocą podparcia czterema kończynami. Kości członków tworzą wtedy między sobą pewne kąty, mianowicie u konia między łopatką a kością barkową $100-110^{\circ}$, między kością barkową a podbarchem $140-150^{\circ}$, między kością nadpęcinową i pęcinową 140° . W tylnej kończynie kąty te wynoszą między miednicą a kością udową $90-100^{\circ}$, między kością udową i podudzia $120-130^{\circ}$, kąt stawu skokowego 140° .

Przy siedzeniu równowaga zachowana jest przez podparcie przednimi kończynami, tył zaś opiera się na podstawie za pomocą guzów kości siedzeniowych.

Kładzenie się, leżenie i powstawanie odbywa się w różny sposób u rozmaitych zwierząt. Konie zginają grzbiet, nogi zbliżają ku sobie i ostrożnie na bok upadają. Przez wacze schylają głowę i zginają szyję, a zginając następnie przednie kończyny padają kolejno na oba kolana, przyczem wy-

suwają tylne kończyny naprzód pod brzuch i padają na ziemię. Świnie, psy i koty zginają najpierw tylne kończyny.

Konie leżą napół wyprostowane ze zgiętymi kończynami i wyprostowaną szyją, przeżuwacze zaś skłaniają głowę na wolną stronę ciała lub też kładą na ziemi opierając ją na dolnej szczęce. Psy i koty zginają silnie grzbiet i kończyny i leżą zwinięte w kłębek, trzymając głowę wsuniętą między brzuch i tylne kończyny. Wypoczywają też w ten sposób, że spierają się na tyle, a przednią część ciała podpierają łapami wyciągniętymi przed siebie.

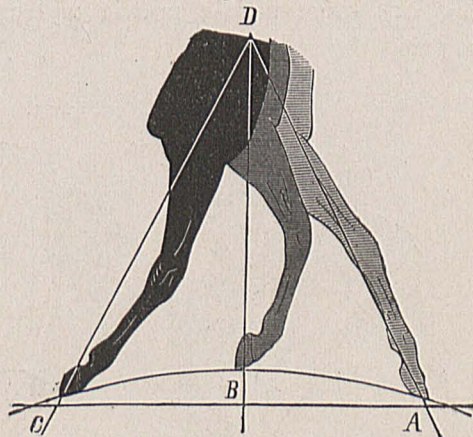
Konie powstają wyprostowując nogi na przód i rozkraczając, poczem podnoszą ciało przez szybkie wyprostowanie tylnych. Przeważnie kłękają na przednich nogach a równocześnie podnoszą tył, w końcu prostują kolejno przednie nogi. Świnie i zwierzęta mięsożerne powstają podobnie jak konie. X

Poruszanie się zwierząt z miejsca na miejsce odbywa się przez naprzemienne zwiększanie i zmniejszanie kątów między kośćmi członków, czyli zginanie i wyprostowywanie ich, przyczem główną rolę odgrywają tylne kończyny, przednie zaś służą przeważnie do podpierania ciała. Dokładnie można badać ruchy członków zwierząt w biegu za pomocą przyrządów rysujących, lub też błyskawicznych zdjęć fotograficznych.

Podczas stępa, czyli

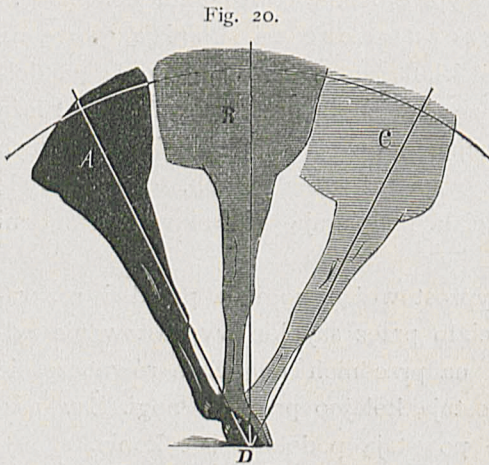
powolnego chodu, podnosi koń nogi naprzemian na cztery tempa w ten sposób: prawa przednia, lewa tylna, lewa przednia, prawa tylna. Nogi wykony-

Fig. 19.



Ruch wahadłowy przedniej kończyny. Górny punkt nieruchomy, dolny zakreśla łuk.

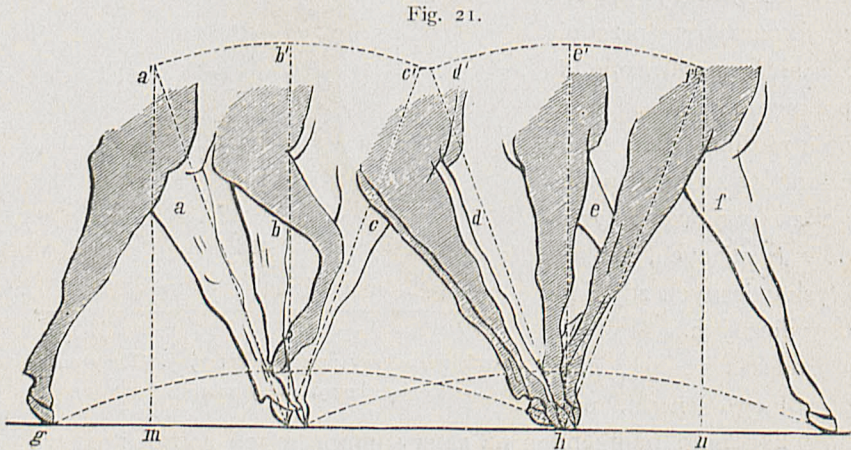
wują przytem ruchy wahadłowe, t. j. jeśli noga podniesiona jest od ziemi, to górny punkt jest nieruchomy, a dolny zakreśla łuk, lub kiedy dolny spoczywa stale na ziemi, wtedy górny łuk ten zaznacza. (fig. 19 i 20).



Dolny punkt nieruchomy, górny zakreśla łuk.

Łuk jaki zakreśla noga wisząca t. j. ta, której górny koniec jest nieruchomy jest dwa razy większy od łuku nogi podpartej, ponieważ punkt zawieszenia przenosi się naprzód o cały łuk $a'c'$ (fig. 21) t. j. łuk, jaki zakreśla górny punkt nogi opartej o ziemię.

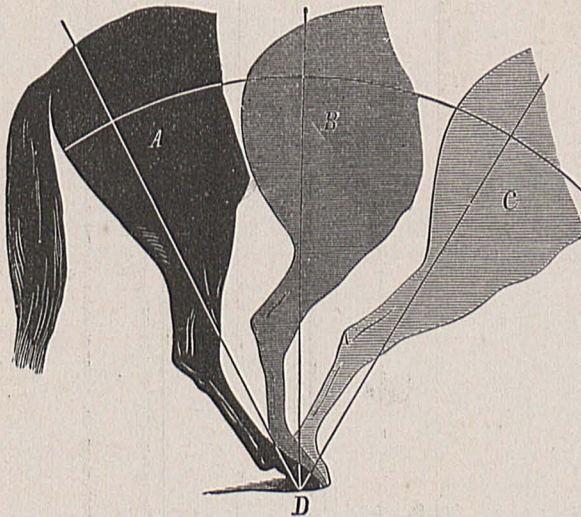
Podobny ruch wahadłowy wykonywują też tylne nogi (fig. 22), które nadają prawie wyłącznie zapęd, posuwając ciało naprzód.



Równoczesny ruch przednich nóg.

W Kłus jest przyspieszonym stępem, odbywającym się na dwa tempa, dlatego słychać tylko dwa uderzenia kopyt. Podnoszenie i opuszczanie nóg odbywa się podobnie jak w stępie, tj. razem przednia jednej strony, z tylną strony przeciwnej. Ciało buja między oboma tempami w powietrzu.

Fig. 22.



Ruch wahadłowy tylnej kończyny.

Cwał (galop) jest szybkim, skaczącym biegiem, podczas którego oś długości ciała jest skośnie położona do osi kierunku biegu, tworzy więc z nią kąt ostry. Ciało buja podczas cwału w powietrzu poziomo, poczem najpierw opada i dotyka ziemi tylna noga, dajmy na to lewa, potem równocześnie przednia lewa i tylna prawa. Przednia prawa jest jeszcze naprzód wyciągnięta. Skoro tylko lewa noga znów się podniosła, wtedy

opada przednia prawa na ziemię. Prawa tylna i lewa przednia są wyprostowane. Stosunki te ilustruje fig. 23.

Fig. 23.



Podkowy jasne należą do przednich nóg, ciemne do tylnych. Linijki po lewej stronie oznaczają długość kroku, *a b* odległość kończyn przednich i tylnych podczas stania, 2 *a b c d* ślady podków podczas stępu, 3 *a b c d* klusa, 4 *a b c d* cwału, *a* tylna lewa noga, *b* tylna prawa, *c* przednia lewa, *d* przednia prawa.

G Ł O S.

Głos wydają zwierzęta za pomocą krtani, która jest zbudowana tak jak piszczalki języczkowe. Rurę powietrzną piszczalki stanowi tchawica (*trachea*), nóżkę krtani (*larynx*), w której umieszczony jest błoniasty języczek, t. j. więzadła głosowe (*chordae vocales*), zbiornikiem zaś głosowym jest połyk (*pharynx*) i jama pyskowa. Powietrze wdmuchują do tej piszczalki płuca, odgrywające rolę mieszka.

Krtani utworzona jest z chrząstki pierścieniowej (*cartilago cricoidea*), tarczycowej (*cart. thyreoidea*) i nalewkowych (*c. arythenoidei*), ruchomych, które za pomocą mięśni mogą napinać i zwalniać więzadła głosowe, odchodzące od chrząstki tarczycowej i przyczepiające się do nalewkowych.

Mięśnie zaopatruje nerw krtaniowy dolny (*n. recurrens vagi*).

Wieżadła głosowe są wiotkie przy zwyczajnem oddychaniu, napinają się dopiero przy wydawaniu głosu, podczas czego zbliżają się do siebie i pozostawiają tylko wąską szczelinę zw. szparą głosową. Powietrze przeciskając się przez nią wprawia więzadła w drganie, które się udziela powietrzu w zbiorniku tj. w jamie pyskowej. Wysokość tonu zależy od napięcia i od długości więzadeł głosowych, tudzież od siły, z jaką zostaje powietrze wdmuchiwane; szerokość szpary głosowej nie wpływa na wysokość tonu.

Rżenie konia powstaje przy wydechu, składa się z krótkich, coraz niższych tonów. Ryczenie osła i muła składa się z ostrego, wysokiego tonu wywołanego wdechem, a następnie z coraz to niższych tonów. Ryczenie bydła rogatego nie posiada modulacji, zarówno jak beczenie owiec i ków. Świnia chrząka i kwiczy, tony posiadają tutaj pewne cieniowanie. Najzdolniejszy do modulacji jest głos psa, może on być szczekaniem, wyciem, warczeniem, skomleniem i t. d.

FIZYOLOGIA UKŁADU NERWOWEGO.

Podział. Układ nerwowy dzielimy na środkowy, tj. mózg wraz z mózdzkiem, rdzeń przedłużony i pacierzowy, następnie na obwodowy, tj. nerwy oraz ich zakończenia.

Budowa układu nerwowego. Nerwy oraz drogi nerwowe w substancji białej mózgu i rdzenia składają się z włókien bezrdzennych i rdzennych. Włókna bezrdzenne złożone są z drobnych włókienek, ułożonych obok siebie, jak np. w nerwach współczulnych lub też z włókien tych, zwanych włóknem osiowym i osłonki Schwanna, pod którą leży jądro. Włókna rdzenne posiadają nadto naokoło włókna osiowego pochewkę, zwaną osłonką rdzenną. Oprócz tych włókien napotyka się w układzie nerwowym środkowym twory, zwane komórkami nerwowymi, lub zwojami. Posiadają one na przekroju kształt zbliżony do kolistego lub trójkątnego. Złożone są z protoplazmy ziarnistej, wśród której znajdują się jądra. Komórki te posiadają wypustki rozgałęziające się i tworzące drobną siatkę, nadto wypustkę, która przechodzi bezpośrednio we włókno osiowe nerwów.

Skład chemiczny. W skład układu nerwowego wchodzi białka, mianowicie albuminy i gąłczenie, protagon, tj. ciało zawierające fosfor, rozkładające się na cerebrynę, związek azotowy, oraz lecytynę i tłuszcze. Dalej zawiera lecytynę, krea-

tyne, ksantynę, mocznik, kwas moczowy, kwas mlekowy, inozyt, cholesterynę, tłuszcze i sole nieorganiczne.

Układ nerwowy obwodowy.

Ogólne własności. W układzie środkowym leży źródło podniet dla ruchów; stamtąd bodźce przechodzą przez nerwy do miejsca swego przeznaczenia, tj. do mięśni. To samo tyczy się i innych podniet, jak np. wywołujących wydzielanie; i one powstają również w układzie środkowym i biegną do narządów obwodowych przez odpowiednie nerwy.

Jednakże układ nerwowy nietylko wytwarza i przewodzi podniety, ujawniające się na zewnątrz jako czynność narządów. Ma on jeszcze inne ważne zadanie do spełnienia, mianowicie odbieranie podniet, czyli wrażeń z zewnątrz z otaczającego świata, przewodzenie za pomocą nerwów i odczuwanie ich przez układ środkowy. Do takich spraw należą czynności zmysłowe, np. widzenie. Obraz pewien dostarcza podniety oku, tj. obwodowemu narządowi, w którym się kończy nerw wzrokowy, podnieta przebiega następnie po nerwie do mózgu, a więc narządu środkowego i tam zostaje świadomie odczuta, tam się tworzy pojęcie tego obrazu. To samo odnosi się do dźwięków zadrażniających narząd słuchowy, do bodźców smakowych itd. We wszystkich odnośnych wypadkach podnieta nie działa bezpośrednio na nerwy, lecz dopiero za pomocą pewnych narządów, zwanych narządami zmysłów, w których nerwy kończą się w rozmaity sposób.

Fizjologia nerwów.

Ogólne własności. Zadaniem nerwów jest tylko przewodzenie stanu czynnego czyli podniet, same ani ich nie odbierają, ani też nie wysyłają w fizjologicznych warunkach. Zdolność ta przewodzenia podniet nazywa się **przewodnictwem**. Podnieta przechodzić może w nerwach wzdłuż w obu kierunkach,

nigdy jednak na sąsiednie włókna. Chyżość tego przechodzenia wynosi w nerwach ruchowych 27—29 metrów w sekundzie.

Pobudliwość. Jakkolwiek nerwy służą tylko do przewodzenia podniet, jednakże są i w swoim przebiegu pobudliwe, tj. podpadają w stan czynny pod wpływem bodźców. Stan ten można badać wywołaniami przezeń zjawiskami, np. skurczem mięśnia przy drażnieniu nerwów ruchowych, lub objawami bólu, jeśli się podnieca nerw czuciowy. Podniety dla nerwów są podobne jak i dla mięśni, a więc termiczne, chemiczne, mechaniczne i elektryczne, a właściwie nagłe zmiany w tych stanach, które zowiemy bodźcami. Tak np. jeśli się podnosi ciepłotę powoli, to nerw zostanie zniszczony a nie popadnie w stan czynny. Ugniatając powoli nerw kulszowy, zaopatrujący mięśnie łapki żaby, można go zgnieść zupełnie a nie spostrzeże się żadnego oddziaływania mięśni, podczas gdy lekkie, lecz nagłe uderzenie w ten nerw wywołuje skurcz mięśni. To samo odnosi się do prądów elektrycznych. Jeżeli się prąd stały przeprowadza przez nerw przy bardzo powolnem wzmaganiu jego siły, to nawet bardzo silny nie wzbudzi skurczu mięśni, podczas gdy nagłe zamknięcie lub otwarcie prądu znacznie słabszego już go wprawi w stan czynny.

Pobudliwość nerwów zmienia nader wiele warunków. Oziębianie nerwu obniża ją, tak samo bardzo wiele związków chemicznych, przedewszystkiem zaś zasługuje na uwagę wpływ prądu stałego. Skoro się przeprowadza prąd stały przez nerw, to można stwierdzić znaczne obniżenie pobudliwości po obu stronach bieguny dodatniego (*anelectrotonus*), a podwyższenie przy biegunie ujemnym (*katelectrotonus*).

Prądy elektryczne w nerwach. Podobnie jak w mięśniach istnieją i w nerwach prądy elektryczne, mianowicie spoczynkowy, krążący od przekroju poprzecznego do podłużnego w nerwie, od podłużnego zaś do poprzecznego w łączniku. Przy podrażnianiu nerwów stwierdzić też można wahanie wsteczne, tj. osłabienie prądu spoczynkowego.

Nużenie nerwów. Nerwy nie nużą się tak łatwo jak

mięśnie, są więc pod tym względem o wiele wytrzymalsze. Natomiast znużone przychodzą o wiele powolniej do pierwotnego stanu.

Obumieranie nerwów. Przy obumieraniu nerwów można zauważyć w pierwszym okresie podwyższenie pobudliwości, które trwa czas krótki, potem gwałtowne obniżanie, w końcu zaś znika ona zupełnie.

Szczegółowa fizjologia nerwów. Jakkolwiek nerw posiada własność przewodzenia podniet w obu kierunkach, to jednak w prawidłowych warunkach przewodzi ją tylko w jednym, tj. albo od ośrodków ku narządom obwodowym, tj. mięśniom, gruczołom itd., albo od zakończeń obwodowych ku narządom środkowym. Według tego dzielą się nerwy na odśrodkowe i dośrodkowe.

Nerwy odśrodkowe są: ruchowe, tj. takie, które się kończą w mięśniach, wydzielnicze, kończące się w gruczołach i sprawujące wydzielanie, jak np. twarzowy dla ślinianek i troficzne, mające wpływ na odżywianie narządów.

Do nerwów dośrodkowych należą nerwy czuciowe i nerwy zmysłowe.

Pod względem anatomicznym rozróżniamy nerwy mózgowy, rdzeniowe i współczulne.

Nerwy mózgowy. Jest ich dwanaście par.

I. Nerw węchowy (*n. olphactorius*) jest nerwem zmysłowym, przewodzącym podniety węchowe.

II. N. wzrokowy (*n. opticus*) jest również dośrodkowy, przewodzi wrażenie świetlne.

III. N. okoruchowy lub oczny (*n. oculomotorius*) jest nerwem odśrodkowym, zawiera w sobie włókna ruchowe wszystkich mięśni gałki ocznej z wyjątkiem prostego zewnętrznego i skośnego dolnego; włókna dla mięśnia zwięzającego źrenicę, wreszcie dla mięśnia akomodacyjnego.

IV. N. błoczkowy (*n. trochlearis*) jest ruchowy, zaopatruje mięsień skośny dolny.

V. N. trójdzielny (*n. trigeminus*) jest mięszany. Zawiera

włókna tak czuciowe jak ruchowe, wydzielnicze i troficzne. Dzieli się na trzy gałęzie, których pierwsza zawiera włókna czuciowe górnej części twarzy, opon mózgowych, spojówki i rogówki, nadto wydzielnicze dla gruczołu łzowego i troficzne dla rogówki oka. Druga gałąź zawiera włókna czuciowe opon mózgowych, środkowego pasa twarzy i górnej szczęki, włókna troficzne i naczyniowe. Trzecia gałąź zaopatruje we włókna czuciowe dolną część twarzy, dolną szczękę, język, jako nerw językowy, który jest zarazem nerwem rozszerzającym naczynia. Gałązki ruchowe dochodzą do mięśni żucia.

VI. Nerw odwodzący oka (*n. abducens*) jest ruchowy, zaopatruje mięsień oczny prosty zewnętrzny.

VII. N. twarzowy (*n. facialis*) jest odśrodkowy, zawiera gałązki ruchowe mięśni twarzy, nosa, warg, włókna wydzielnicze i troficzne (w strunie bębenkowej).

VIII. N. słuchowy (*n. acusticus*) jest dośrodkowy, przewodni wrażenia dźwiękowe.

IX. N. języko-polykowy (*n. glosso-pharingens*) jest czuciowym, zawiera włókna czuciowe i smakowe języka.

X. N. błędny (*n. vagus*) zawiera włókna dośrodkowe i odśrodkowe. Najważniejsze były już wymienione w poprzednich rozdziałach, jak odchodzące do przewodu pokarmowego, krtani, płuc, serca i t. d.

XI. N. dodatkowy Willizjusza (*n. accessorius Willisii*) przebiega razem z nerwem błędnym, który czerpie od niego większość włókien ruchowych.

XII. N. podjęzykowy (*n. hypoglossus*) jest odśrodkowy, a mianowicie ruchowy języka, oraz zewężający naczynia tegoż.

Nerwy rdzeniowe odchodzą od rdzenia (patrz fig. 27) dwoma korzeniami, tj. przednim *ra* i tylnym *rp*, które się następnie łączą w zwoje międzykręgowy (*ganglion spinale intervertebrale*). Karol Bell w Anglii, a równocześnie Magendie we Francji odkryli, że korzenie przednie są wyłącznie ruchowe

tylne zaś czuciowe. Po wyjściu ze zwojów zawierają nerwy oba rodzaje włókien, są więc mieszane.

Korzenie przednie dostarczają włókien ruchowych dla mięśni tułowia i kończyn, dalej dla części mięśni gładkich, jak pęcherza, macicy, naczyń, następnie nerwów wydzielniczych (potowych) i troficznyc, a więc samych ośrodkowych.

Korzenie tylne dostarczają nerwów czuciowych skórze, z wyjątkiem miejsc zaopatrywanych przez nerw trójdzieln, a następnie narządom wewnętrznym.

Nerw współczulny otrzymuje wiele włókien od rdzenia jako tak zwane gałęzie łączące (*rami comunicantes*), część też działania przypisać należy tym gałązkom.

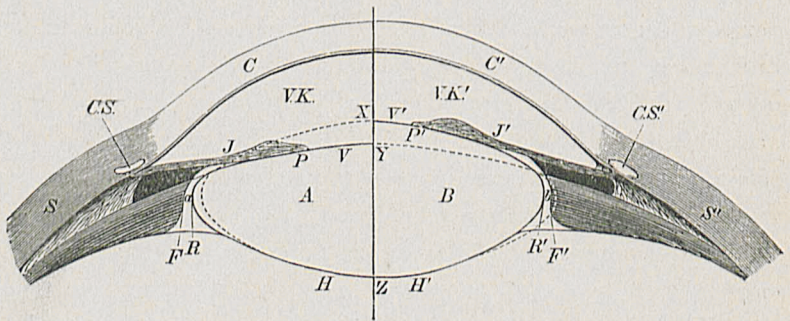
Część szyjna nerwu współczulnego zawiera gałązki rozszerzające źrenice, naczyniowe, a mianowicie zwężające naczynia ucha i twarzy, oraz wydzielnicze ślinianek.

Część piersiowa i brzuszna zawiera włókna przyspieszające serca, włókna naczyniowe, wydzielnicze (potu), ruchowe śledziony, jelita grubego, moczowodów i macicy.

środku łamiące oka, jak rogówkę, ciecz komory przedniej, soczewkę i ciało szklane, i skrzyżowawszy się padają na siatkówkę, tworząc obraz odwrócony przedmiotu z którego wyszły (*c d*).

Stosowanie oka. Gdyby soczewka oka miała zawsze jeden i ten sam stopień łamania światła, wtedy możnaby dokładnie widzieć tylko przedmioty w jednej i tej samej odległości, te by tylko bowiem rzucały na siatkówkę wyraźny obraz, promienie zaś pochodzące z dalszych lub bliższych przedmiotów zbiegałyby się przed lub po za nią. Istnieje jednak urządzenie pozwalające skupiać i te promienie, a więc widzieć dokładnie przedmioty rozmaicie odległe. Własność ta nazywa się stosowaniem oka czyli akomodacją.

Fig. 25.



Szemat stosowania oka do przedmiotów dalekich i bliższych. *C C'* rogówka, *V.K. V.K'* przednia komora, *J* tęczówka, *A B* soczewka, *Z Y* grubość soczewki w spoczynku, *Z X* przystosowanie oka.

Soczewka umieszczona jest w torebce, do której brzegów przyczepia się mięsień napinający naczyniówkę (*m. tensor choroideae s. ciliaris*). Przy patrzeniu w dal mięsień ten jest zwolniony, przy patrzeniu zaś w przedmioty bliższe napina się, wskutek czego zwalnia torebkę a soczewka sprężysta zmienia swój kształt, tj. staje się grubsza, a przednia jej płaszczyzna wypukła się, wskutek czego silniej załamuje światło (fig. 25).

Ilość światła reguluje źrenica. Przy silnem świetle zwęża się odruchowo i mniej promieni wpuszcza do wnętrza oka, przy słabszem zaś rozszerza się i więcej światła przez nią wchodzi.

Żrenica posiada dwa mięśnie, tj. zwięzający (*m. sphincter pupillae*) i rozszerzający (*m. dilatator p.*) (?). Pierwszy zaopatrują gałązki nerwu okoruchowego, drugi zaś współczulnego.

Działanie światła w oku polega na wzbudzaniu w pałeczkach i czopkach siatkówki pewnej sprawy, która zadrażnia zakończenie nerwu wzrokowego rozprzestrzeniające się w siatkówce. Jestto sprawa chemiczna.

Siatkówka zawiera barwik czerwony, zwany purpurą Bolla, który się rozkłada pod wpływem światła i napowrót znów regeneruje.

Nie wszystkie miejsca siatkówki są jednakowo czułe na światło. Miejsce wejścia nerwu wzrokowego jest zupełnie pozbawione wrażliwości, jestto tak zwana plamka ciemna. Miejsce zaś, gdzie siatkówka składa się prawie wyłącznie z plamek i czopków tj. plamka żółta jest najwrażliwsza. Przy patrzeniu kieruje się oko tak, aby promienie padały na to miejsce.

Widzenie barw. Promienie białe dadzą się rozłożyć na pojedyncze barwy tęczy, tj. czerwoną, pomarańczową, żółtą, zieloną, niebieską i fioletową. Światło czerwone posiada około 481 bilionów drgań w sekundzie, fioletowe zaś 764 biliony. Promienie o mniejszej ilości drgań czyli pozaczzerwone, tj. ciepłe i o większej ilości drgań, tj. pozafioletowe chemiczne nie zadrażniają wzroku. Brak zupełny podniety odczuwa się jako czarne. Przez mieszanie barw tęczy można otrzymać rozmaite barwy.

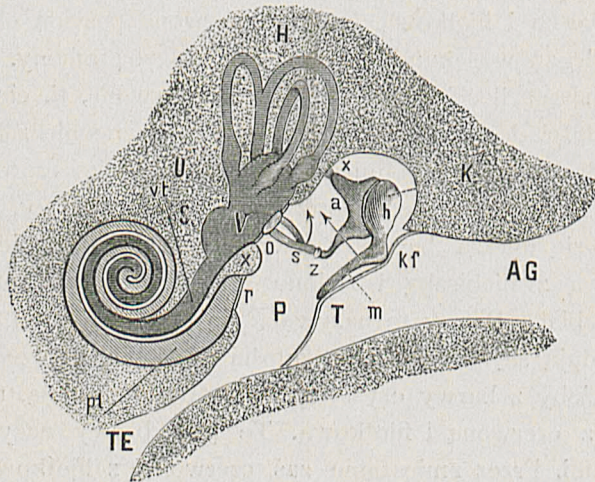
Jeśli się miesza barwę czerwoną z zielono niebieską, pomarańczową z niebieską i zielono żółtą z fioletową, otrzymuje się barwę białą. Barwy te nazywają się dopełniającymi a w widmie znajdują się w pewnej odległości od siebie, poprzegradzane innymi. Ażeby z barwy czysto zielonej otrzymać białą, trzeba ją zmieszać z czerwoną i fioletową. Te trzy barwy nazywają się zasadniczymi. Przez zmieszanie zaś czerwonej z fioletową otrzymuje się barwę purpurową.

Young i Helmholtz przyjmują, że istnieją trojakiemu rodzajowi włókna nerwowe w każdym punkcie siatkówki, a mia-

nowicie odczuwające tylko jedne z barw zasadniczych. Tak samo jak przez mieszanie barw można otrzymać najrozmaitsze barwy, tak samo odbiera się różne wrażenia barwne zależnie od kombinacji podrażnianych włókien.

Hering tłumaczy odczuwanie barw w inny sposób. Podczas podniecania nerwów w siatkówce zachodzi pewien rozkład materji, czyli dyssymilacya; materya ta odnawia się podczas spoczynku, czyli odbywa się assymilacya. Przy dyssymilacyi powstaje wrażenie białego, przy assymilacyi czarnego. Tak samo przy pierwszej sprawie powstaje wrażenie barwy czerwonej i żółtej, przy drugiej zielonej i niebieskiej. Gdzie tylko odbywa się dyssymilacya, tam zaraz w sąsiedztwie zachodzi assymilacya. Substancya chemiczna zdolna jest do trojakiemu rodzaju spraw chemicznych, posiada więc trojaki składniki odczuwające, białe i czarne, niebieskie i żółte, czerwone i zielone. Według tego czy przeważa sprawa dyssymilacyi czy assymilacyi w jakim składniku powstają wrażenia rozmaitych barw.

Fig. 26.



Schemat narządu słuchowego.

Słuch. Podniecią właściwą dla zmysłu słuchu są fale dźwiękowe, a narządem ucho (fig. 26). Fale dźwiękowe zbierane przez

muszle i ucho zewnętrzne *AG* dostają się do ucha środkowego i uderzają o sprężystą błonę bębenkową *T*, która przenosi drgania na kostki słuchowe, mianowicie młoteczek *h*, kowadełko *a* i strzemię *s*. Strzemię przyczepione jest do błony zamykającej ucho wewnętrzne *o* i wprawia ono tę błonę w drgania, które się udzielają cieczy labiryntu ucha wewnętrznego, w której znajdują się zakończenia nerwu słuchowego, zarówno jak w błoniastych częściach ślimaka *S* i kanałów półkolistych *H*.

Ucho rozróżnia tony i szmery. Tony są wywołane peryodycznymi drganiami, szmery zaś nieperyodycznymi. W tonie rozróżnia się siłę, wysokość i barwę. Siła zależy od wielkości (amplitudy) drgań, wysokość od ilości, barwa zaś od postaci drgań. Przyrządy nastrojone na pewien ton, np. widełki stroikowe, struny napięte itd. wydają ton, skoro taki sam ton zabrzmie w pobliżu. Drgania wtedy udzielają się tym przyrządom i wprawiają je w współdrżania. Włókna nerwowe w uchu zbudowane są podobnie, tak, że każde odpowiednio na pewien tylko ton reaguje.

Smak. Narządem smaku jest błona śluzowa języka i pewnych części paszczy. W podstawie języka znajdują się brodawki smakowe (*papillae circumvallatae*). Tę część języka zaopatruje nerw języko połykowy, koniec zaś i boki otrzymują włókna struny bębenkowej przebiegające wraz z nerwem językowym. Podniecia dla zmysłu smaku są ciała rozpuszczalne.

Powonienie. Podnieciami właściwymi dla zmysłu powonienia są ciała lotne, które zadrażniają zakończenie nerwu węchowego w okolicy węchowej (*regio olfactoria*) jamy nosowej.

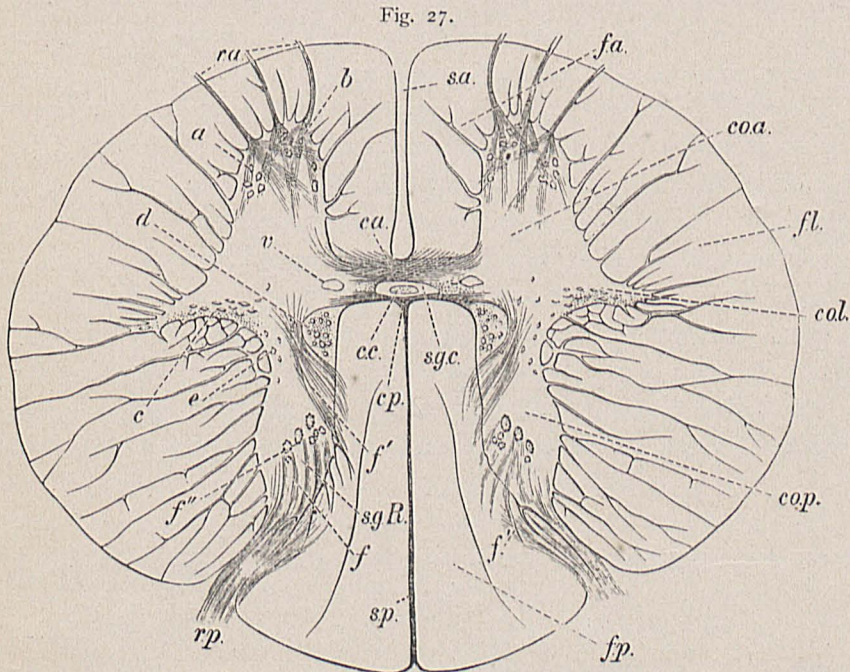
Dotyk. Narządem zmysłu dotyku jest cała skóra, w której kończą się nerwy czuciowe jako ciała Vater-Pacciniego, Krausego i Meissnera. Wrażenia, jakie te zakończenia otrzymują są dotykowe, uciskowe i ciepłoty. Skórą można również rozróżnić miejsce, w którym na nią podnieci działają.

FIZYOLOGIA UKŁADU NERWOWEGO ŚRODKOWEGO.

Fizjologia rdzenia. Rdzeń pacierzowy składa się z substancji białej, położonej na zewnątrz i szarej, która wewnątrz rdzenia tworzy kształt motyla (fig. 27). Substancja biała zbudowana jest z włókien nerwowych, przeważnie rdzennych, w szarej zaś znajdują się komórki zwojowe. Substancja biała umieszczona z przodu pomiędzy oboma skrzydłami motyla nosi nazwę sznurów przednich *f.a*, z boku pomiędzy przednim i tylnym skrzydłem sznurów bocznych *f.l*, pomiędzy zaś oboma tylnymi skrzydłami sznurów tylnych *f.p*. Przednie skrzydła motyla nazywają się rogami przednimi *co.a*, tylne zaś skrzydła rogami tylnymi *co.p*.

W rdzeniu znajdują się drogi, które podnieta przechodzi od mózgu do nerwów lub też odwrotnie. Drogi ruchowe i w ogóle odśrodkowe znajdują się w sznurach przednich i bocznych oraz rogach przednich, podczas gdy czuciowe przebiegają w sznurach tylnych i w tylnych rogach. Drogi ruchowe krzyżują się w rdzeniu przedłużonym, a więc podnieta wychodząca z lewej półkuli mózgowej sprawia skurcz mięśni odpowiednich strony prawej i odwrotnie. Drogi czuciowe krzyżują się odrazu w rdzeniu pacierzowym, w miejscu, gdzie odchodzą odpowiednie nerwy czuciowe.

Odruchy. Rdzeń jest głównym narządem pośredniczącym w odruchach. Odruchami lub czynnościami zwrotnymi nazywają się te czynności, gdzie podnieciada drażnienia nerwy czuciowe, przechodzi przez nie jak w tym razie do rdzenia, a następnie przez nerwy odśrodkowe do obwodowych narządów i wywołuje pewną czynność, jak np. skurcz mięśnia, a więc odruch w ścisłym znaczeniu, lub czynność gruczołu itd. Miejsce w rdzeniu,



Przekrój poprzeczny rdzenia pancerzowego.

gdzie podnieciada przechodzi z dróg czuciowych na ruchowe nazywa się ośrodkiem odruchu. Odruch odbywa się bez udziału świadomości i mimowolnie, podnieciada bowiem nie dochodzi do kory mózgowej, która jest siedzibą świadomości. Większa część opisanych poprzednio czynności należy do odruchów. Tak np. na drodze zwrotnej powstaje wydzielanie śliny, soku żołądkowego, ruchy żołądka, jelit itd. Odruchy są pierwszemi czynnościami

fizyologicznymi, jakie spetykamy u najniższych stworzeń, u których nie ma jeszcze śladu narządu nerwowego, jak np. u ameb, które zadrażnione drobnymi ciałami napotykanymi na drodze, tworzą wypustki zwane nibynóżkami (*pseudopoda*) i obejmują nimi te ciała. Również u wyższych stworzeń w początku życia istnieją tylko odruchy, a dopiero później wykształcają się ruchy świadome. Im wyżej rozwinięty jest mózg a co za tem idzie czynności psychiczne, tem więcej odruchy schodzą na drugi plan.

Odruchy można badać dokładnie na żabach z wyciętym mózgiem. Jeśli się szczypie łapkę takiej żaby, wtedy ona ją cofa; skoro się położy na grzbiecie kawałek bibułki napojonej kwasem siarkowym, wtedy stara się go zetrzeć i to łapką tej strony, po której bibułka leży. Skoro się zaś tę łapkę odetnie, wtedy ściera bibułkę drugą łapką, wykonywa więc ruchy, mające pozór zamierzonych, świadomych. Na tej podstawie przypisywali niektórzy fizyologowie rdzeniowi świadomość, a więc czynność psychiczną. Tak jednak nie jest. Mimo, że zwierzę wykonywa ruchy tak złożone, czyni to zupełnie bezwiednie, bez udziału świadomości. Żabę z wyciętym mózgiem można ugotować jeśli się wodę powoli nagrzewa, podczas gdy żaba posiadająca świadomość stara się z wody wyskoczyć, gdy przekroczy pewną ciepłość. Wąż z wyciętym mózgiem wije się naokoło pręta żelaznego tak samo czy tenże jest zimny, czy też rozpalony do czerwoności. Oczywiście więc, że o świadomości niema tutaj mowy.

Ośrodki rdzenia były już po części wymienione. Wzdłuż całego rdzenia znajdują się ośrodki naczyniowe, ośrodki wydzielania potu, w części szyjnej ośrodek rozszerzania źrenicy, w części lędźwiowej ośrodek wydawania kału i moczu, oraz wzwodowy.

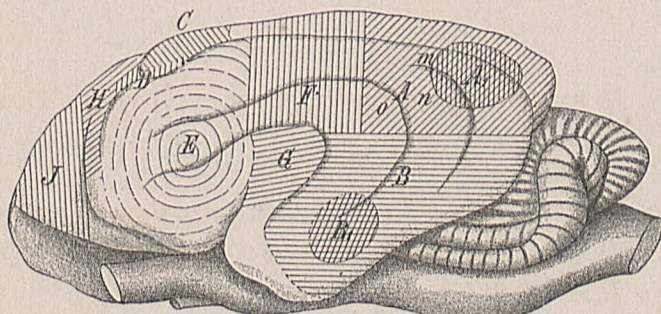
W rdzeniu przedłużonym znajdują się ośrodki żucia, ssania i połykania, ośrodek wymiotny, ośrodki oddychania, tamujący i przyspieszający ruchy serca, naczyniowy i potowy.

Fizjologia mózgu. Mózg składa się z substancji białej zbudowanej z włókien nerwowych, położonej wewnątrz mózgu

i substancji szarej, zawierającej komórki zwojowe, tworzącej na powierzchni mózgu cienką warstwę zwaną korą mózgową.

W substancji białej mózgu przebiegają podobnie jak w rdzeniu drogi, przez które przechodzi podnieta z kory mózgowej ku obwodowym narządom lub też z zakończeń czuciowych do kory mózgowej.

Fig. 28.



Ośrodki korowe psa, podług Munka. *A* sfera wzrokowa, *B* słuchowa, *C—J* czucia skór-
nego, *C* okolica motoryczna dla tylnych łap, *E* dla głowy, *t* dla ocz, *G* dla uszu, *H* dla
karku, *I* dla grzbietu.

W korze mózgowej jest siedlisko funkcji psychicznych, a więc polegających na świadomości. Miejsca kory mózgowej, z których wychodzi dowolna podnieta sprawiająca pewien ruch nazywają się ośrodkami psychomotorycznymi. Leżą one w mózgu więcej ku przodowi od linii dzielącej mózg na dwie połowy. Podrażnianie ich np. prądem elektrycznym wywołuje ruchy pewnych członków, zaś wycięcie zaburzenia w tychże ruchach.

Miejsca, w których stany wywołane przez podniecanie narządów zmysłowych dochodzą do świadomości, czyli zostają świadomie odczute nazywają się ośrodkami psychosensorycznymi. Ośrodki te leżą przeważnie w tylnej części mózgu (fig. 28).

Mózdzek. Czynności mózdzku nie są dokładnie zbadane. Uszkodzenie tegoż wywołuje zaburzenia w zachowaniu równowagi ciała.

CZYNNOŚCI ROZRODCZE.

Za pomocą czynności rozrodczych utrwała się istnienie rodzaju. Można je podzielić na zapładnianie, rozwój jaja i funkcyje zarodka, wreszcie poród.

Popęd płciowy. Zwierzęta zdolne są do rozplodu dopiero w pewnym wieku, t. j. skoro są dojrzałe. W czasie dojrzewania zachodzą zmiany w całym ustroju, najważniejsze jednak w narządach płciowych. Jądra samca stają się większe, nasienie wydziela się obficie i zbiera w pęcherzykach nasiennych, które do tego czasu były małe. Wzwód prącia powtarza się często, a nawet na sam widok samicy następuje wytrysk nasienia. U samicy rozwijają się sutki i nabrzmiewają jajniki, w których się rozwijają pęcherzyki Graafa.

Popęd płciowy u klaczy rozwija się w 1½ roku, trwa 5—7 i powtarza się 3—4 tygodnie. Czas ten nazywa się biciem. U bydła t. j. u jałowic okres ten nazywa się latowaniem a występuje w 8 miesięcy, trwa 24—36 dni i powtarza się co 3—4 tygodni. Bekowanie u owiec rozpoczyna się w 6—8 miesięcy, trwa 20—30 dni i powtarza się po 3—4 tygodniach. Hukanie nierogacizny występuje w 5—8 miesięcy, trwa dni 24—40 i ponawia się co 9—12 dni. Ciekanie suki rozpoczyna się w 6—8 miesięcy, trwa 9—10 dni i powtarza się co kilka dni.

U samców występuje popęd płciowy w tym samym czasie, trwa jednak przez rok cały.

W ogólności popęd płciowy występuje u zwierząt wcześniej aniżeli zupełna dojrzałość.

Podczas tego okresu popadają zwierzęta w pewien rodzaj gorączki, tracą łaknienie, natomiast wzrasta u nich pragnienie. U samic nabrzmiwiają sutki, błona śluzowa pochwy wydziela gęsty płyn czasami krwawy, podobny do wydzieliny kobiet w czasie miesiączkowania.

Zapładnianie jest czynnością narządów płciowych, polegającą na wprowadzaniu nasienia samca do narządów płciowych samicy. Podczas aktu zapładniania, wprowadza samiec do pochwy samicy prącie będące w stanie wzwodu. Akt ten nazywa się u koni i bydła stanowaniem, u innych zwierząt parzeniem.

Wzwód czyli **erekcya prącia** następuje przez silny napływ krwi do tętnic prącia, które wskutek tego znacznie grubieje, staje się twardem i sztywnem, posiada nadto wyższą ciepłość. Zwiększony dopływ krwi do tętnic spowodowany jest rozszerzeniem się tychże pod wpływem nerwów wzwodowych (*n. erigentes*), odchodzących od nerwów krzyżowych. Nerwy te zostają zadrażniane bądź odruchowo przez podniecanie nerwów czuciowych prącia, bądź też podnieta dochodzi do nich od mózgu wskutek powstawania wyobrażeń z zakresu płciowego. Ośrodek dla wzwodu leży w części lędźwiowej rdzenia.

Prócz zwiększonego przyływu krwi jeszcze i drugi czynnik tutaj dopomaga, a mianowicie utrudniony odpływ krwi żyłnej, żyły bowiem zostają pod uciskiem rozszerzonych tętnic, a to w swych początkach w ciałach jamistych, tudzież mięśni, a mianowicie mięśnia zaciskającego żyłę grzbietową prącia, opuszkowo i siedzeniowo jamistego.

U zwierząt, które mają prącie esowato zgięte wydłuża się prącie wskutek wyprostowania tegoż zgięcia.

Wytrysk nasienia następuje odruchowo przy drażnieniu prącia przez tarcie o ściany pochwy, a to przez silny skurcz przewodów i pęcherzyków nasiennych oraz mięśni cewki moczowej, wskutek czego nasienie zostaje wyrzucane.

Nasienie jest cieczą gęstą, ciągnącą się, oddziaływującą alkalicznie. Zawiera w sobie znaczną ilość plemników, czyli ciałek nasiennych, owalnych, zakończonych długą nitką. Ciałko takie nazywa się główką, nitka zaś ogonkiem. Ogonki poruszają się i posuwają przez to wciąż naprzód ciało nasienne. Plemniki posiadają bardzo wielką siłę żywotną i odporność. Składniki nasienia są: białko surowicze i białkany alkaliów, leucyna, tyrozyna, związki ksantynowe, kreatyna, cholesteryna, lecytyna, inozyt, tłuszcze i sole nieorganiczne. W 100 częściach nasienia konia znachodzi się 82·06 części wody a 17·94 części stałych.

Nasienie wytwarza się w jądrach, z których dostaje się do pęcherzyków nasiennych.

Jajko wytwarza się w jajnikach samicy z pęcherzyków w Graafa. Składa się z osłonki (*zona pellucida*) i treści, tj. żółtka. W żółtku znajdują się pęcherzyki zarodkowe (*vesicula germinativa*) złożone z masy drobnoziarnistej, w środku której zarysowuje się ostro szarawa plamka zarodkowa. Dojrzałe jajko przebija od czasu do czasu, a mianowicie w okresie popędu płciowego zwierząt, ściany jajnika i dostaje się jajowodami do rogów macicy, gdzie zostaje zapłodnione przez ciała nasienne, wtlaczające się w nie swymi ruchami.

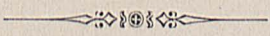
Ilość jajek zapłodnionych, a więc płodów wynosi u kłaczki i krowy zazwyczaj 1, u małych przeżuwaczy 1—4, świni i sukki 1—20, u kocicy 1—8.

Rozwój jajka i różnych narządów zarodka należy do specjalnej nauki o rozwoju czyli embryologii.

Poród. Równocześnie z rozwojem jajka rozpoczynają się zmiany w macicy. Rozwijają się w niej silnie mięśnie i na-

R-k 121/62

czynia. W pewnym czasie występują bóle porodowe i skurcze macicy, które wydają płód na zewnątrz. Poród następuje u królików w 20—30 dni po zapłodnieniu, u świni, kozy i owcy w 4—6 miesięcy, krowy 9 miesięcy, u jednokopytnych w 11 miesięcy. Słoń nosi płód 2 lata. Warstwa mięsna macicy silnie rozwinięta ulega po porodzie stłuszczeniu i wessaniu.



60084



1565



615289

SPIS RZECZY.

Zadanie i podział fizjologii	St
Czynności odżywcze	
Krew	
Limfa	10
Krążenie	23
Oddychanie	43
Trawienie	60
Mechanizm odżywiania	104
Chłonięcie	114
Wydzielanie	124
Przemiana materii	141
Ciepło zwierzęce	167
Fizjologia mięśni	172
Ruch	188
Głos	19
Fizjologia układu nerwowego	19
Fizjologia zmysłów	20
Fizjologia układu nerwowego środkowego	20
Czynności rozrodcze	2