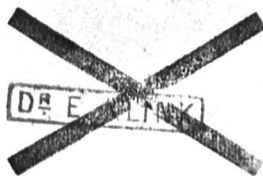


HISTOLOGIA
CIAŁA LUDZKIEGO.



Księgozbiór. Kabinek. Tow. Lek.

Nr. 342

HISTOLOGIA

CIAŁA LUDZKIEGO

NAPISANA PRZEZ

DRA H. HOYERA

ADJUNKTA-PROFESSORA FIZJOLOGII C. K. WARSZAWSKIÉJ MED.-CHIRURGICZNEJ
AKADEMIJ.



WARSZAWA

NAKŁADEM CESARSKO-KRÓLEWSKIÉJ WARSZAWSKIÉJ

MEDYKO-CHIRURGICZNEJ AKADEMIJ.

—
1862.



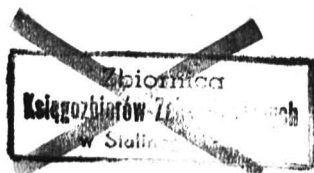
39375

Wolno drukować.

w z. Sekretarza Naukowego
Cesarsko - Królewskiej Warszawskiej Medyko - Chirurgicznej
Akademii.

Prof. J. Alexandrowicz.

w Druk. K. Kowalewskiego.



PRZEDMOWA.

Po założeniu w Warszawie Akademii Medyko-Chirurgicznej, dała się uczuć bardziej niż przedtém potrzeba dzieł podręcznych, obejmujących wszelkie gałęzie nauki lekarskiej. Jako wykładający Fizjologię i Histologię, miałem sobie za obowiązek, podać dzieła dotyczące się tych nauk. Przystąpiłem nasamprzód do opracowania Histologii, gdyż dotąd głównie tą częścią nauki się zajmowałem. W niniejszym dziełku podaję samą tylko właściwą Histologię czyli ogólną część Anatomii mikroskopowej; wydanie szczegółowej części czyli opisu histologicznego składu organów, musiałem z różnych przyczyn odemnie niezależnych, odłożyć na przyszłość. Rzeczą jest wiadomą, że Histologia już sama przez się stanowi dość ważną naukę, na której obecnie opiera się ogólna część Fizjologii, Histologia patologiczna i po części także Patologia ogólna. Nauki o sprawach żywotnych tkanek, tak w stanie normalnym, jak w stanie chorobnym, inaczej zrozumieć nie można, jak tylko przy pomocy ogólnej Histologii.

Podstawą na której wsparłem opracowanie niniejszej Histologii jest nauka o komórce. Nauka ta, przyjęta obecnie we wszystkich prawie dziełach traktujących o Histologii, dała popęd do ważnych odkryć i wielkich postępów, w skutek których Histologia w nowszych czasach doszła do tak podniesionego znaczenia, że użyteczność jój na każdym spotykamy kroku. Nauka tedy o komórce t. j. nauka o składzie, o formie

i o rozmnażaniu się komórek, o tworzeniu się z nich tkanek, o odżywianiu i wpływie tychże na objawy żywotne w tkankach, opartą jest na poznaniu samodzielnych spraw żywotnych odbywających się w roślinach, które składają się z samych komórek i nie zawierają bardziej złożonych organów; podstawą jej jest także zbadanie jajka zapłodnionego w pierwszej epoce rozwoju, gdzie komórki również okazują samodzielną czynność, ale nie zamieniły się jeszcze na pochodne tkanki z właściwymi czynnościami. Wiadomo jaki wpływ wywarła nauka o komórce w ostatnich czasach na Patologię ogólną, a to przez liczne ważne spostrzeżenia zrobione na polu Histologii patologicznej.

Moje zadanie jako piszącego Histologię, pojąłem w ten sposób, że należy uczynić ją możliwie najpożyteczniejszą; gdy do uczynienia jej taką, niezbędnym jest warunkiem pokazanie, że jest ona w stosunku do Fizjologii ogólnej tém, czém jest Anatomia opisowa w stosunku do Fizjologii szczegółowej, nie ograniczyłem się przeto na samém skreśleniu formy i zewnętrznej, o mikroskopowego składu tkanek, nie ograniczyłem się również na opisaniu sposobu tworzenia się ich z komórki, lecz starałem się także wyłożyć i te właściwe czynności tkanek, które odgrywają nieskończenie ważną rolę w życiowych czynnościach całego organizmu. Musiałem dla tego wprowadzić do niniejszego wykładu część chemiczną, tłómaczącą i rzucającą światło nietylko na sprawę odżywiania ale i na inne czynności żywotne. Nie chciałem, aby to dziełko było prostym zbiorem wiadomości dotyczących się samej zewnętrznej formy tkanek, lecz miałem zamiar wzniecić zamiłowanie i rozbudzić interes uczącego się do Histologii i zarazem pokazać mu drogę, po której można, użytkując z tej nauki, dobywać się do owiej części spraw żywotnych, które aż do nowszych czasów były zakryte nieprzenikliwą zasłoną, a teraz dopiero powoli zaczynają się odsłaniać. Z tego też powodu zwróciłem większą uwagę na Chemię i Fizjologię tkanki mięsnej i tkanki nerwowej, gdyż właśnie na tém polu nauka w nowszych czasach stosunkowo największe zrobiła postępy.

Jak z przedsięwziętej wywiązałem się pracy, pokaże sposób przyjęcia i spodziewana przezemnie dla studjujących korzyść. Muszę jednak przedewszystkiem poprosić o łaskawą względnosc w jej osądzeniu; sam dobrze czuję, jakie tam pozostały wady, lecz trudno było dla mnie wszystkich tych wad uniknąć. Trzymałem się o ile możności samych rozpraw oryginalnych, przestudjowałem sumiennie dzieła traktujące główne kwestje histologiczne i fizjologiczne, porównywałem dokładnie zdania różnych badaczów; lecz nie mogłem czerpać ze wszystkich źródeł pierwotnych, gdyż biblioteki nasze nie posiadają wszystkich potrzebnych rozpraw, więc częstokroć musiałem uciekać się do sprawozdań rocznych z postępów Histologii i do dzieł podręcznych. Krytykę opierałem o ile możności na własnych doświadczeniach, starałem się wszystkie fakta sprawdzić i kwestje rozstrzygnąć przez dokładne poszukiwania. Co do własnych doświadczeń, nie twierdzę stanowczo, ażeby błąd jaki wkraść się tam nie miał, lecz pod tym względem jako człowiek mimo największej ostrożności, wystawiony byłem na możność popełnienia błędu. Gdy były zdania przeciwne i gdy ich nie mogłem pogodzić własnem sprawdzeniem, to kwestję zostawiłem w zawieszeniu, ponieważ lepiej jest przedstawić rzecz jako wątpliwą, jak krytykować przypuszczenie bez oparcia téj krytyki na własnem doświadczeniu.—Histologia należy do nauk nowych, jeszcze nie rozwiniętych, na każdym kroku napotyamy w niej na niedostateczne i wątpliwe doświadczenia i na pytania jeszcze wcale nie rozwiązane. Dla tego téż trudniej wyłożyć Histologię, niż wszelką inną naukę, opartą na wielkiej liczbie faktów rozstrzygniętych.

Zmuszony również jestem poprosić o względnosc dla wad stylu i dla błędów w języku i w wyrazach naukowych. Wad tych nie mogłem zupełnie uniknąć, gdyż pochodzą z mego wychowania w szkołach i uniwersytetach zagranicznych. Dla saméj téj przyczyny nie podjąłbym się wypracowania niniejszego dziełka, gdybym nie miał nadziei, że ze względu na pożytek rzeczy znajdę łatwiej względnosc za wykroczenie przeciw formie. Z wyrazów naukowych, takie tylko używa-

łem, jakie Komitet Warszawskiego Towarzystwa lekarskiego wybrał, albo jakie znalazłem w innych naukowych dziełach. Brak odpowiedniego wyrazu polskiego, zastąpiłem greckim lub łacińskim, np. morfologia, diffuzja i t. p.; być może, znajdują się w przyszłości odpowiednio pomysłane wyrazy.

Tytułów rozpraw, z których czerpałem fakta, nie przytaczałem, gdyż podług mego zdania z takiego przytoczenia korzyści nie ma, a objętość dzieła zbytecznie się powiększa. Nieprzewyciężone trudności przedstawiły się, gdym umyślił zaopatrzyć dziełko w drzeworyty podług własnych preparatów. Zmuszony więc byłem przenieść takowe z dzieł: Ecker'a, Kelliker'a, Leydig'a i t. d. Staraniem mojem było o ile możności dobierać takich rysunków, jakie najlepiej odpowiadają mojemu wyobrażeniu o formie utworów opisanych; po części znalazłem odpowiednie drzeworyty, po części musiałem jednak się uciekać do drzeworytów nie zupełnie odpowiadających mojemu wymaganiu.

Nareszcie czuję się obowiązany, złożyć tu najszczerze moje podziękowanie tym, którzy mi pomagali w poprawianiu stylu i języka, a mianowicie Panu L. Natansonowi Doktorowi i Panu S. Portnerowi studentowi tutejszej Akademii lekarskiej. Bez przyjacielskiej pomocy tych zacnych panów nie byłbym w stanie méj pracy przeprowadzić.

AUTOR.

TREŚĆ DZIEŁA.

	<i>Str.</i>
<i>Wstęp</i>	5
0 komórce	9
1. Morfologiczny skład komórki	10
2. Kształt i wielkość komórki	13
3. Objawy diffuzyjne w komórkach	15
4. Objawy chemiczne w komórkach	16
5. Objawy fizjologiczne w komórkach	18
a. O rozmnażaniu się komórek	19
b. Odżywianie, wzrost i rozpadanie się komórek	23
c. Tworzenie się tkanek za pomocą komórki; odnowa tkanek	25
d. Względna czynność komórek	27
e. Czynności żywotne różnych części komórek	28
f. Czynności żywotne komórek skupionych	30
<i>Podział Histologii</i>	32
I. 0 jajkach i ciążkach nasiennych	33
a) <i>O jajkach</i>	33
1. Morfologiczny skład jajka	33
2. Tworzenie się jajka	35
3. Objawy fizjologiczne w jajkach	37
4. Chemiczny skład jajka	39

	<i>Str.</i>
b) <i>O ciałkach nasiennych</i>	41
1. O morfologicznych częściach nasienia	41
2. Objawy żywotne	44
3. Tworzenie się ciałek nasiennych	46
4. O składzie chemicznym	48
II. O krwi i limfie	49
1. Skład morfologiczny	49
2. Objawy difuzyjne i fizyczne	52
3. Własności chemiczne	54
4. O tworzeniu się ciałek krwi	56
5. Znaczenie funkcjonalne krążków czerwonych	58
III. O utworach nabłonkowych	59
1. Skład morfologiczny	59
2. O migawkach	63
3. O tworzeniu się, odżywianiu i odnawianiu nabłonków	65
4. O objawach funkcjonalnych nabłonków	71
5. O własnościach chemicznych	74
6. Rozmieszczenie nabłonków w ciele ludzkim	79
IV. O utworach substancji łącznej	82
1. <i>Tkanki z przeważającą substancją śluzową</i>	89
a. Struna grzbietowa	89
b. Kula szklista oka	90
c. Tkanka galaretowata	91
2. <i>Tkanka łączna w ściślejszém znaczeniu</i>	95
1. Morfologia tkanki łącznej	98
2. Przemiany tkanki łącznej	104
a. Włókna sprężyste w tkance łącznej	104
b. Błonki jednolite	107
c. Skostnienie	107

d.	Komórki gwiazdowate barwni- kowe	109
e.	Tkanka tłuszczowa	111
f.	Tkanka łączna jako materiał do tworzenia innych tkanek . . .	113
g.	Patologiczne zmiany tkanki łącz- nej	113
3.	Rozmieszczenie tkanki łącznej w ciele ludzkim	114
4.	O czynnościach fizjologicznych tkanki łącznej	114
5.	O składzie chemicznym	119
3.	<i>Tkanka sprężysta</i>	121
4.	<i>Tkanka chrzęstna</i>	126
a.	Chrzęstka szklista	129
b.	Chrzęstka włóknista	131
c.	Chrzęstka sprężysta czyli siatko- wata	132
	Objawy żywotne w chrzęstkach	133
	Własności chemiczne chrzęstki	136
5.	<i>Tkanka kostna</i>	138
	Tworzenie się kości	144
	Objawy żywotne w kościach	146
	Stosunki chemiczne	147
	O składzie zębów	148
V.	O tkance mięsnej	152
1.	Forma i skład morfologiczny tkanek mięsnych	155
a.	O włóknach mięsnych gładkich	155
b.	O włóknach mięsnych poprzecz- nie prążkowanych	157
2.	Rozmieszczenie włókien mięsnych w ciele ludzkim	175
3.	Chemiczny skład tkanki mięsnej	180
a.	Własności mikrochemiczne	180

	<i>Str.</i>
b. Rozbiór ogólny tkanki mięsnej	187
4. Objawy fizjologiczne w tkance mięsnej	199
Tworzenie się, rośnienie, odnawianie	
i rozpadanie tkanki mięsnej	209
VI. O tkance nerwowej	217
1. Forma i skład morfologiczny pierwiastków nerwowych	220
a. Włókna czyli cewki nerwowe	220
b. Komórki nerwowe	234
2. Rozmieszczenie utworów pierwiastkowych w układzie nerwowym	248
a. Rdzeń pacierzowy	248
b. Mózg	254
c. Zwoje nerwów mózgowych, rdzeniowych i nerwu sympatycznego	265
d. Nerwy	268
e. Obwodowe zakończenia nerwów	269
3. Skład chemiczny tkanki nerwowej	281
a. Własności mikrochemiczne utworów nerwowych	282
b. Rozbiór organów nerwowych w ogólności	286
4. Objawy fizjologiczne w tkance nerwowej	290
Tworzenie się tkanki nerwowej, jej	
wzrost, odnawianie i rozpadanie	305
Dodatek: O gruczołach	313

W S T Ę P.

Histologią nazywamy naukę, która się zajmuje poznaniem *utkania* (*textura*) ciała zwierzęcego czyli opisem *tkanek* (*textus*). Wyrazem „tkanka” oznaczamy pewne utwory pierwotne, z których organa zwierzęce są złożone. Liczba głównych rodzajów tkanek jest dosyć ograniczona.

Pierwsze początki Histologii możnaby odnieść do prac pierwszych badaczy organizacyi zwierzęcej t. j. do Aristotelesa i Galena, którzy już rozróżniali części ciała jednorodne i różnorodne (*partes similes et dissimiles*). Odróżnienia te były jednak tylko powierzchowne i mało znaczące. Dokładniejsze poszukiwania zrobił wielki wskrzesiciel anatomii *Andreas Vesalius* (*de corporis humani fabrica libri septem, 1543*) i znakomity jego następca *Fallopius* (*tractatus quinque de partibus similibus, 1600*).

Mając wzgląd na teraźniejsze znaczenie mikroskopu w Histologii wypada z pochwałą wymienić staranne poszukiwania *Malpighiego* (1628—1694), *Leeuwenhoek*a (1632—1723) i *Swammerdama*

ma, którzy najpierw używali *mikroskopu* do zbadania budowy najdrobniejszych części anatomicznych ciała zwierzęcego. Jednak ich odkrycia, jakkolwiek pod ostatnim względem bardzo znakomite i ciekawe, naukę o tkankach nie bardzo zubożyły.

Naszemu dopiero wiekowi było przeznaczone wykryć prawdziwe zasady Histologii i rozwinąć tę naukę do wysokiego stopnia na którym obecnie jest postawiona. X. B i c h a t (1771–1802) dziełem swoim nieśmiertelném *l'Anatomie générale* (1801) zbudował podstawę terażniejszej histologii. Zasługa jego nie jest tak wielka pod względem podziału tkanek w pewne jednorodne gromady, jak ze względu na wykazanie znaczenia tkanek w fizjologicznych i patologicznych sprawach organów. Twierdzenia bowiem jego odnoszące się do zewnętrznych własności i podziału tkanek okazały się po części mylnemi; myśli jego przeciwnie służą dotychczas jako podstawy wszelkich twierdzeń i poszukiwań. Terażniejsza zaś Histologia nie ogranicza się tylko nad prostém wykazaniem pewnych tkanek (części zasadniczych czyli typów) wszystkie organa w ciele zwierzęcém składających, lecz stara się dowieść, że owe części pierwotne równością formy powinowate, posiadają także podobne czynności fizjologiczne t. j. że tym samym sposobem powstają, odnawiają, normalnie i patologicznie zmieniają się i te same odbywają funkcyę. Ta zgodność zjawisk fizjologicznych polega nie tylko na podobieństwie formy, lecz także na jednorodności składu chemicznego i na własnościach fizycznych z tego składu wynikających. Histologia więc nie tylko jest anatomią ogólną, nie

tylko stanowi pierwszą część anatomii opisowej, lecz należy głównie do fizjologii i z tego stanowiska powinna być traktowana. Trzeba więc zbadać formy tkanek i pierwotne ich części organiczne; skład ich chemiczny; dalej sposób tworzenia się, rośnienia i przeobrażenia się tych utworów; odnowę, wydzieliny i stosunki funkcyi tkanek do całego organizmu; a nareszcie sposób ich rozpadania i znikania.

Po śmierci Bichata Histologia ze względu na znaczenie fizyologiczne nie wielkie zrobiła postępy, opisy zaś formy tkanek były coraz dokładniejsze. Najbardziej do tego się przyczyniły ulepszenia zaprowadzone w budowie mikroskopów, które umiejętnie użyte dozwoliły dokładnie zbadać najdrobniejszy skład tkanek w organizmie.

Niezmierny wpływ na postęp Histologii wywarło dzieło T. S c h w a n n a — *Mikroskopische Untersuchungen ueber die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen*, Berlin w roku 1839 wydane, w którym autor naukę o komórce w anatomii i fizjologii roślin przyjętą szczęśliwie zastosował do Histologii zwierzęcej. Wykrycie komórki we wszystkich tkankach organizmu zwierzęcego dało badaczom nowy popęd do wielu bardzo ważnych prac i odkryć, które spowodowały ważne zmiany w pojęciach o systemie tkanek i utworzyły nowe wyobrażenia o czynnościach żywotnych. Nie tu miejsce do wyszczególnienia tych ważnych odkryć i wymienienia ich autorów, wspomnę tu tylko w krótkości o najgłówniejszych faktach, które Histologią do wysokiego znaczenia podniosły:

1. Dowód o powinowactwie i jednorodności tkanek łącznych (t. j. tkanki łącznej w ściślejszym znaczeniu, chrząstki, kości i tkanki sprężystej) podany przez Reicherta i uzasadniony na tak zwanym prawie jednociągłości (*lex continuitatis*) Reicherta.

2. Fakt dowiedziony przez Reicherta, Remaka, Koellikera i Virchowa, iż każda komórka powstaje z drugiej komórki już istniejącej; z czego wynika, że samoistne tworzenie się komórek jest niepodobieństwem.

3. Dowód że różne utwory organiczne powstają za pośrednictwem właściwej czynności komórek, np. wydzieliny, substancya między-komórkowa i tak zwane cuticulae. Ważnym jest dla patologii twierdzenie Virchowa, iż wysięki zapalne są utworami zmiennej czynności komórek.

4. Twierdzenie Virchowa, że komórki w skutek swych własności pod działaniem wpływów chemicznych, fizycznych i tak zwanych żywotnych, mogą albo powiększać, albo zmieniać swoje czynności fizjologiczne t. j. czynności rozmnażania się, odżywienia się, i czynność funkcyonalną ze względu na cały organizm.

Oprócz badaczy nadmienionych zjednali sobie w nowszym czasie wielkie zasługi na polu Histologii następnii autorowie: Purkyně, Henle, Wagner, Valentin, Bruns, Leydig, Gerlach, H. Meckel, H. Müller, Meissner, Gegenbaur, Luschka, M. Schultze, Biddericała szkoła Dorpacka, Todd i Bowman, Hassal, Queckett, Corti, P. A. Béclard, Robin, Mandl, i wielu innych.

O KOMÓRCE.

Każdy organizm bądź roślinny bądź zwierzęcy pochodzi z komórki (*cellula*). Rośliny i zwierzęta niższe rozmnażają się po części przez dzielenie się albo przez pączkowanie (*generatio gemmipara*). W tej sprawie ma miejsce albo zwyczajne rozmnażanie się pojedynczych komórek, np. w jestestwach jednokomórkowych, albo oddzielenie się większej ilości komórek od matczynego organizmu i wspólna ich przemiana na nowe jestestwo. Oprócz tego rodzaju płodzenia istnieje u wszystkich prawie zwierząt i większej ilości roślin sposób rozmnażania się za pomocą zawiązka (*germen*). Zwierzęta kręgowce tworzą się tylko z zawiązka, który u nich się zowie *jajkiem* (*ovulum*). Każdy rodzaj zawiązka, a zatem i jajko, jest prawdziwą komórką. Komórka taka pochodzi sama z innej komórki w organizmie matczynym się znajdującą. Po nabyciu samodzielności wyrabia ona sama przez się i zapomocą materji twórczej z zewnątrz nabraną niezmierną liczbę nowych komórek, które łącząc się pomiędzy sobą według pewnych praw przekształcają się na tkanki; tkanki dałej składają organa, a z organów powstaje cały organizm.

Można więc ciało człowieka uważać za system organiczny, który stanowi pewną ograniczoną całość. Całość ta jest złożona z części głównych i części podrzędnych, które pomiędzy sobą są związane według pewnych praw jako system logiczny. Najdrobniejsze części w takim układzie stanowią tkanki, które jednak także są złożone z pewnych pierwiastków organicznych czyli cząstek uorganizowanych. Wykazanie tworzenia się tkanek (*histogenesis*) i zbadanie ich czyn-

ności fizyologicznych polegających na składzie tkanek chemicznym, należy do główniejszych zadań Histologii. Czynności te jednak zależą głównie od komórek w skład tkanek wchodzących. Objawy żywotne komórek albo przynajmniej utworów z komórek pochodzących panują nad czynnościami tkanek. Przed opisem więc samych tkanek wypada określić wszelkie objawy zależące od komórek. Dla tego każda nowsza Histologia rozpoczyna się od wykazania własności komórek

1. Morfologiczny skład komórki.

Oznaczamy nazwą komórki tę najmniejszą całość organiczną, która się przedstawia jako pęcherzyk napełniony substancją płynną lub galaretowatą i wewnątrz opatrzony utworem pęcherzykowatym. *Błona komórkowa* (*membrana cellularis*) okazuje się jako błonka cienka, delikatna, przezroczysta, bezbarwna, jednolita. Otacza ona nakształt osłony zawartość

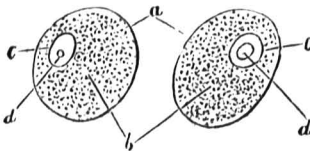


Fig. 1.

mniej więcej ciekłą, nazwaną *treścią komórkową*. Do wewnętrznej powierzchni błony przylega owe ciało pęcherzykowate, które się zowie *jądrem* (*nucleus*). Jądro to składa się z delikatnej i szklistej błonki, z zawartości płynnej i z jednego albo więcej ziarnistych drobnych ciałek, nazwanych *jąderkami* (*nucleoli*), które jednak nie we wszystkich komórkach zwierzęcych wyraźnie się okazują.

Fig 1. Dwie komórki szematyczne; a błona, b treść, c jądro, d jąderko (z Histologii Freya).

Istotę komórki stanowią więc: błona, treść i jądro. Ciała podobne do komórek, błony jednak nieposiadające, i pęcherzyki z płynną zawartością, ale jądrami nie opatrzone, nie zasługują właściwie na nazwę komórek. Trudno jednak we wszystkich utworach organicznych obecnie za komórki uważanych wykazać z dokładnością wszelkie części stanowiące istotę komórki. Ale nie można także powiedzieć, że takie ciała są utworami innego rodzaju, gdyż objawy ich żywotne odpowiadają prawie zupełnie czynnościom fizyologicznym komórek. Komórki, osobliwie w ciele zwierzęcym, tak są odmienne co do kształtu, wielkości i zawartości, że w zbadaniu różnych tkanek trzeba odnieść się do pierwotnego ich stanu albo do początków rozwoju, aby się przekonać, czy utwory te rzeczywiście są komórkami lub przynajmniej pochodzą z komórek. Dla tego np. kwestya o znaczeniu tak zwanych ciałek tkanki łącznej dotychczas nie jest jeszcze rozwiązana, a zdanie Virchowa, który pierwszy dowodził, że to są istotne komórki, ma jeszcze wielu przeciwników. Jednakże ważnym jest wykazać naturę komórkową w ciałkach, które pod względem morfologicznym mało okazują podobieństwa do komórek rzeczywistych, gdyż czynność właściwa komórkowa w takich także ciałkach znajdować się zdaje, które pierwotnie były prawdziwymi komórkami, lecz powoli straciły jądro albo treść mniej więcej zmieniły. Wspomnę tu tylko o tak zwanych krążkach czerwonych we krwi, o komórkach napełnionych kryształami i t. p.

Rzadko daje się spostrzedz w zwierzętach komórkę zupełnie odpowiadającą powyżej opisanemu wzorowi; zwykle komórki bardzo są zmienione, tak co do kształtu, jak i co do pojedynczych części. Najmniej podlega zmianie jądro, a rzadko kiedy staje się niewidzialnym. Z obecności jądra często wnioskujemy, czy jaki utwór jest komórką, albo czy przypadkiem tylko ma podobieństwo do komórki. Czasem znajdują się w jednej komórce dwa, nawet i trzy jądra; znaczy to, że z komórki matczyną tworzą się młode komórki. W patologicznie zmieniających się komórkach ilość jąder znacznie powiększyć się może. Trudno dowieść, że jądro składa się

z płynu otoczonego błoną; trzeba jądro pod mikroskopem rozgnieść albo traktować odczynnikami chemicznymi. W pierwszym razie z pękającej osłonki wyleje się płyn; a w drugim razie okaże się skład pęcherzykowy przez objawy diffuzyjne (jądro albo nabrzmieje i nareszcie pęknie, albo się skurczy), albo też przez rozkład zawartości na część płynną i część stałą, które to części pozostają otoczone osłonką; lecz w niektórych miejscach jądra zdają się być złożone z mniej więcej stałej masy.

Kształt jądra w pierwotnym stanie jest kulisty, lecz w ogóle stosuje się do formy komórki, tak że w płaskich komórkach jądro jest spłaszczone, we wrzecionowatych komórkach okrągło-podługowate, i t. d.

Jąderko nie we wszystkich komórkach jest widzialne. Zwykle znajduje się tylko jedno, czasem i dwa i trzy lub więcej. Czasem całe jądro drobnymi jąderkowatymi ziarnkami zdaje się być napełnione.

Treść komórki składa się rzadko z klarownego przezroczystego rzadkiego płynu; częściej z substancji gęstszej z drobnymi ziarnkami organicznymi zmieszanej. Takie ziarnka okrywają wewnętrzną powierzchnię błony komórkowej albo też otaczają jądro (np. drobne ziarnka tłuszczowe w jajkach). Często znajdują się w komórkach większe ziarnka, a nawet krople tłuszczowe, które w komórkach tłuszczowych prawie całą przestrzeń wewnętrzną wypełniają. Niektóre komórki są wypełnione ziarnkami barwnika (*pigmentum*), inne ziarnkami substancji mineralnej, a nakoniec i kryształy czasem się tam znajdują (np. kryształy margarynowe, wapienne i t. p.). W mięśniach, treść komórkowa zmienioną jest na substancję mięsną, nitkowatą, w komórkach nerwowych na substancję nerwową, i t. d.

2. Kształt i wielkość komórek.

Wiele zwierząt klas wyższych i człowieka, rzadkostrzegamy komórki, których kształt odpowiadałby formie zupełnie pęcherzykowatej. Kształt ten kulisty wszelako powinien być uważany jako wszystkim komórkom pierwotnie właściwy, gdyż najwięcej się okazuje w początkach rozwoju jestestwa; w organizmie rozwiniętym przeważa przeciwnie kształt odmienny.

Różne formy komórek, z którymi w Histologii powoli się obeznamy, po mniejszej części powstają przez mechaniczne stosunki, a po większej części przez same objawy życia zgodnie z przeznaczeniem komórki do pewnej fizyologicznej czynności. Co do pierwszych form wystawmy sobie np., że na gromadę miękkich kulistych komórek ze wszystkich stron zarówno naciska się, albo że komórki w tej gromadzie wszystkie zarówno się powiększają, lecz rozszerzenie całej gromady z powodu ograniczonej przestrzeni jest niemożliwe, wtedy komórki wzajemnie się spłaszczą i dla tego kształt wielokątny przybiorą. W razie równego ciśnienia kształt komórek pozostanie regularny wielokątny, w przeciwnym razie powstaną wielokątne nieregularne; (takie formy komórek znajdują się najwięcej w różnych częściach roślin). Jeżeli komórki powiększając się znajdują większy opór w dwóch wymiarach aniżeli w trzecim, wtedy przyjmują kształt przedłużony, np. komórki słupkowate na niektórych błonach śluzowych. Jeżeli komórki w kilku warstwach ułożone w dwóch wymiarach się rozszerzają, w trzecim zaś wymiarze się spłaszczają, wtedy powstają komórki sześciokątne, spłaszczone, warstwowe, np. w naskórku (*epidermis*) zarodkowym albo na



Fig. 2.

(Fig 2), Komórki słupkowate (z hist. Freya).

naczyniówce oka (*choroidea*). Komórki w jednym wymiarze

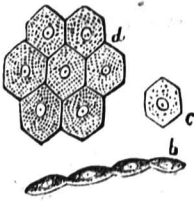


Fig 3.



Fig. 4.

przedłużone mają kształt okrągło-podługowaty, a w jednym tylko wymiarze spłaszczone komórki okazują kształt krążkowy np. krążki krwi. Jeżeli komórki okrągło-podługowate więcej jeszcze się przedłużają, to zmieniają się na koniec na ciała pręcikowate albo wrzecionowate i nawet na włókna; takie formy napotykamy np. w utworach tkanki łącznej. Komórki płaskie w jednym wymiarze przedłużone



Fig. 5.

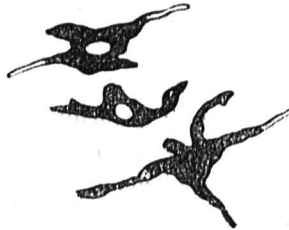


Fig. 6.

nabierają kształt romboedryczny np. w mięśniach gładkich, albo kształt podłużno-spiczasty np. w nabłonku naczyniowym i t. p. Okrągławo-graniaste komórki znajdują się w chrząstkach. Nakoniec komórki mogą mieć wypustki, które zwykle się rozgałęziają; takim sposobem powstają komórki gwiazdowate np. komórki barwnikowe (*pigmentowe*) w skórze różnych zwierząt, komórki kostne i t. p.

Komórki zwierzęce w ogóle są mniejsze od komórek roślinnych. Największa komórka u zwierząt ssących ma średni-

(Fig. 3), Komórki sześciokątne jednowarstwowe, *b* z boku, *d* z góry widziane, *c* pojedyncza komórka. (z hist. Freya).

(Fig. 4), Komórki wrzecionowate. (z hist. Freya).

(Fig. 5), Komórki podłużno-spiczaste spłaszczone czyli tak zwane włókna mięsne gładkie. (z hist. Freya).

(Fig. 6), Gwiazdowate komórki napełnione barwnikiem. (z h. F.).

cy $\frac{1}{5}$ milimetra, najmniejsza $\frac{1}{500}$ milimetra. Zwyczajną średnica większych komórek wynosi od $\frac{1}{50}$ do $\frac{1}{35}$ milimetra, mniejszych zaś od $\frac{1}{100}$ do $\frac{1}{50}$ milimetra.

3. Objawy diffuzyjne w komórkach.

Kiedy do komórek dodaje się płyn, mało albo żadnych części stałych nie zawierający, np. czystą wodę, to przez błonę komórkową (która według zdania wielu Histologów jest opatrzona drobnymi dziurkami czyli porami), przechodzą strumienie diffuzyjne. Roztwór substancyj organicznych i mineralnych w komórce zawarty występuje, a równoważnik czystego płynu wnika w komórkę, (według praw diffuzyi, naturalnie większa ilość płynu, aniżeli substancji z komórki występującej), przez co komórki się rozprężają a nawet pękają. W przeciwnym razie, jeżeli do komórek gęstszy roztwór się dodaje, np. roztwór mocny cukru albo soli kuchennej, albo kiedy na nie działa jaki płyn, który ma wielkie powinowactwo do wody, np. kwas siarczany, mocny wyskok, to woda z komórki wychodzi, a mniejsza część roztworu w komórkę wnika. Dla tego komórka się zmniejsza i nawet się ściągnąć może tak że przyjmie kształt gwiazdowaty. Tę sprawę wnikania i wynikania (*endosmosis et exosmosis*), najłatwiej wykazać można na krążkach krwi, które w tym względzie najwięcej są czułe; ale inne komórki podlegają mniej więcej tymże samym zmianom. W komórkach jednak, które mają twardsze ściany, albo gdzie błona z substancją międzykomórkową ściślej jest związana, zjawiska diffuzyjne mało albo wcale nie są widzialne.

Jądro komórkowe, jako pęcherzyk płynem napełniony, okazuje podobne objawy jak komórki, nawet i w takich miejscach, gdzie jądro zdaje się być złożonem z gęstszej substan-

eji. Przez roztwory mocne traci swój kształt regularny okrągławy albo okrągławo-podłużny.

Objawy diffuzyjne nie tylko okazują się w komórkach martwych, od ciała oddzielonych, lecz sprawa ta ciągle się odbywa w całym organizmie. Nie udało się wprawdzie dotychczas w ciele zwierzęcém te objawy naocznie wykazać, lecz należy koniecznie wnosić o ich istnieniu, gdyż czynności żywotne komórek np. odżywienie, przemiany treści i t. p. nie mogą się innym sposobem odbywać, jak tylko za pomocą wnikaających i występujących płynów. Niektóre części wielu roślin, okazują przeciwnie bardzo wyraźnie czynności diffuzyjne. Widać tam pod mikroskopem poruszanie się soków w komórkach, spowodowane bezustanném wnikaniem i wynikaniem cząstek treści.

4. Objawy chemiczne w komórkach.

Zwilżając roślinną komórkę kroplą kwasu siarczanego, i dodając następnie roztworu jodu, spostrzeżemy że błona komórkowa przybiera kolor różowy, fioletowy a nawet szafirowy, treść komórkowa przeciwnie staje się żółtą, a jądro ciemno-żółtém a nawet brunatném. To zachowanie się błony komórkowej jest właściwe błonnikowi (*cellulosis*), natrafia się we wszystkich komórkach roślinnych. Błony komórek zwierzęcych takiej własności nie posiadają, złożone są bowiem z substancji zawierającej azot, i jodem żółtawo się kolorują. Tylko w niektórych zwierzętach niższego rzędu (*tunicata*) odkryto substancję podobną do błonnika, lecz zachodzi tu pytanie, czy substancja ta prawdziwym jest błonnikiem, czyli też posiada tylko podobne własności co i błonnik; ostatnie przypuszczenie jest prawdopodobniejszém.

Treść komórek zwierzęcych zwykle jest złożona z substancji białkowej (proteinowej), która w małej także ilości jest zawarta w komórkach roślinnych; dla tego treść w ogóle żółtawo się koloruje. W komórkach tłuszczem, barwnikiem, kryształami i t. p. napełnionych, takiego działania jodu nie spostrzegamy. Ciemno-żółty albo brunatny kolor jądra, w komórkach w roztworze jodu zmaczanych wypływa także z tego samego działania jodu na substancje azotowe, z których całe jądro się składa.

Mocne alkalja gryzące zwykle prędko niszczą komórki, a rozcieńczone naprężają komórki i powoli je rozpuszczają. Kwasy mineralne podobnym sposobem działają. Pod działaniem kwasu octowego, komórki także naprężają się, stają się przezroczystszymi, a jądro wyraźniej się pokazuje. Używamy go dla tego bardzo często w badaniach mikroskopowych.

Roztwór jodowy także często służy do wyraźniejszego wykazania jądra, bo zwykle nadaje mu ciemniejszy kolor niż innym częściom komórki. Zwykle teraz używa się ammoniałkalnego roztworu karminu, aby komórki wyraźniej odróżnić od otaczających części, i ten roztwór jądrum najwięcej koloru nadaje, lecz błona komórkowa także mocno się farbuje.

Nareszcie nadmienić należy, że w ostatnich czasach do zbadania budowy różnych części ciała wiele używano chemicznych płynów i roztworów, pod wpływem których części twardnieją albo łatwiej się rozpadają np. kwas chromny, z kwasem octowym, chlornik żelaza, chlornik rtęci, potaż gryzący z wyskokiem i t. p. Części takim sposobem przyrządzone są bardzo odpowiednie do zbadania budowy (*struktury*) niektórych organów, lecz jeżeli się tychże samych preparatów używa dla zbadania utkania (*tekstury*) albo samych komórek, natenczas wielkie z tego mogą wyniknąć pomyłki, gdyż te delikatne części przez owe chemiczne zaprawy znacznie zmieniają swój kształt pierwotny, i rzeczywiście niezbyt ostrożne ocenianie takich preparatów dało powód do wielu w histologii błędów.

4. Objawy fizjologiczne w komórkach.

Wszystkie objawy fizjologiczne, które dawniej były przypisywane tkankom w ogólności, uważane są obecnie jako właściwe komórkom albo utworom z przeobrażenia komórek powstałym. Od dawna już było wiadomym, że tkanki posiadają zdolność do właściwej odnowy (*regeneracji*), że przypodobniają i przyspasabiają sobie ze krwi części do utrzymania własnego życia i własnej czynności potrzebne, a części przez czynności żywotne zmienione, wracają do naczyń krwionośnych i limfatycznych. Nareszcie znano tak zwaną pobudzalność i drażliwość (*incitabilitas et irritabilitas*) pewnych tkanek, skutkiem której tkanki pod napływem chemicznych i fizycznych albo mechanicznych działaczy, zdolne są powiększyć albo w ogóle zmienić swoje zwyczajne czynności. Tak zwani neuryści odnosili jednak te własności wyłącznie do układu nerwowego, a zmiany odbywające się w innych tkankach pod wpływem drażnienia, uważali jako następstwo wpływu nerwów rozgałęziających się w owych miejscach. Humoropatologowie nie tylko nerwom, lecz nawet naczyniom przyznawali pobudzalność i drażliwość, a ze zmienionej czynności naczyń i krwi wyprowadzali zmiany objawów w mięszu tkanek zachodzące. Dawna od Hallera datująca się walka, pod względem drażliwości mięśni, została w nowszym czasie rozstrzygnięta przez odkrycie szczególnego działania trucizny indyjskiej nazwanej Curare czyli Wurali przez Cl. Bernarda, która nerwy ruchu zupełnie paraliżuje, pobudzalność mięśni przeciwnie nienaruszoną pozostawia. Virchow spostrzegł w komórkach migawkowych (*cellulae ciliatae*), a Koelliker w ciałkach nasiennych (*spermatozoa*), że za dodaniem rozcieńczonych alkaliów, ruchy przerwane na nowo mogą być wzbudzone. Poszukiwania patologiczne i liczne doświadcze-

nia w nowszym czasie wykazały w komórkach chrząstki szklistej i włóknistej (np. rogówki), a nawet tkanki łącznej zwyczajnej, pewien rodzaj oddziaływania, który Virchow uważa jako objaw szczególnej drażliwości owych tkanek. Wpływ różnych środków lekarskich na gruczoły i błony wydzielające, powinien być odniesiony do tych samych przyczyn, gdyby owe przypuszczenie było właściwem.

Substancja międzykomórkowa i podobne wyroby komórek, zdają się być pozbawione właściwych czynności żywotnych. Objawy w nich się okazujące zależą głównie od wpływu komórek na te substancje. Ważnym dla tego jest, poznać objawy żywotne w samych komórkach, zwłaszcza że skutki tych czynności rzeczywiście są dostępne badaniu i spostrzeżeniu, dawniejsze zaś przypuszczenia były po większej części tylko teoretyczne. Najgłówniejszą jednak rolę odgrywa komórka w tworzeniu się organizmu, gdyż jak każda istota żyjąca powstaje z komórki, tak znowu wszelkie tkanki składające organizm są utworem żyjących komórek. Naukę o tworzeniu się tkanek czyli histogenezę można tylko za pomocą dokładnej znajomości fizjologii komórki dobrze zrozumieć. Zaczynamy dla tego od opisu sposobu rozmnażania się komórek.

a. 0 rozmnażaniu się komórek.

Nasuwa się tu przedewszystkiem pytanie: jakim sposobem komórka powstaje? W tym względzie uznana jest obecnie zasada: *omnis cellula e cellula*, na równi z dawniejszym axiomatem: *omne animal ex ovo*.

Pierwsze tworzenie się komórki niemniej jest ciemne, jak i pierwsze stworzenie rośliny, zwierzęcia albo człowieka, ale świat organiczny obecnie tak jest ułożony, że żadne żywe jestestwo nie powstaje bez pośrednictwa innego jestestwa do tego samego rodzaju należącego. Wielkie spory toczono o możliwość samoródtwa czyli samodzielnego tworzenia się jestestw organicznych (*generatio aequivoca*), zakończyły się

kłęską stronników téj teoryi. To samo można powiedzieć o przypuszczeniu samodzielnego powstawania komórek (*generatio spontanea*), które teraz przez wszystkich prawie badaczy jest porzucone i zachowało tylko znaczenie historyczne. Nie mamy więc potrzeby rozszerzać się nad zastarzałą ową teorią opierającą się na dostrzeżeniach robionych nad różnemi częściami organicznemi, które uważano za stopnie w postępowém formowaniu się komórek, a które obecnie uznano jako utwory ich rozpadania się.

Obecnie dwa tylko pojęcia o tworzeniu się komórek przypuszczane są w histologii t. j. tworzenie się wewnętrzne czyli włonne (*generatio endogenea*) i tworzenie się komórki przez dzielenie się (*generatio per divisionem*). Lecz tu rodzaj pierwszy t. j. tworzenie się wewnętrzne nie jest ogólnie przyjęte; niektórzy Histologowie uważają rozmnażanie się włonne za odmienny

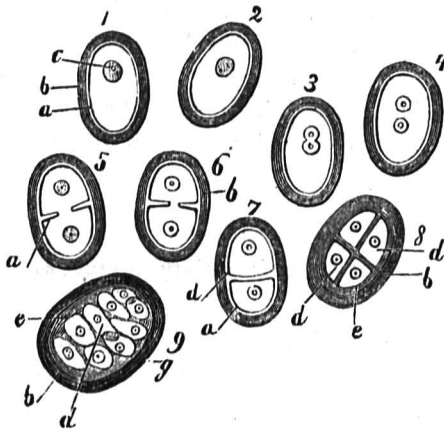


Fig. 7.

sposób dzielenia się komórek. Owo dosyć wątpliwe tworzenie się komórek wewnątrz komórki matczynéj następującym ma się odbywać sposobem:

(Fig. 7), Schemat tworzenia się komórek wewnętrznego. (z h. Freya).

W komórce *plodzącej* czyli *matczynej* najprzód dzieli się jądro na dwie, rzadko na trzy i więcej części, następnie w łonie błony komórkowej tworzą się nowe błonki około nowo powstałych jąder, obejmując zarazem i treść rozdzieloną, a na koniec błona komórki *plodzącej* niszczy się i komórki *młode* czyli *potomne* zostają uwolnione. W tych komórkach tym samym sposobem nowe znów komórki powstają, i t. d. Gdzie rodzaj tworzenia się komórek wewnętrznego rzeczywiście istnieje np. w sprawie przewężania się jajka, błona komórkowa stanowi rodzaj osłonki otaczającej komórki, które się rozmnażają przez dzielenie.

Pozostaje zatem tylko jeden dokładnie znany sposób tworzenia się komórek t. j. przez *dzielenie się*; lecz i ta sprawa nie odbywa się prosto przez rozdzielanie komórki na dwie równe części, owszem zasługuje ona właściwiej na nazwę *wyróżniania się komórek* (*differentiatio*). Bo gdyby wszystkie komórki prosto się rozdzielały, to ostatecznie tak zdrobniałyby, że najznacześniejsze nawet powiększenia mikroskopu niewystarczyłyby do ich wykrycia. Dalej każdemu wiadomo, że powierzchnia jednej kuli jest mniejsza od powierzchni dwóch kul, których zawartość równa się zawartości owęj jednej kuli. Dla tego błona komórki *plodzącej* nie wystarczałaby do objęcia komórek z nięj powstałych. Sprawa ta dzielenia się komórki nie jest więc tak prosta, jak się zwykle opisuje, lecz bardzo jest zawikłana. Rozmnażanie się komórek w następujący odbywa się sposób:

Najprzód jądro się dzieli i jednocześnie z ukończonem rozdzieleniem jądra, okazuje się delikatna brózda około komórki na tém miejscu, gdzie cała treść komórkowa się rozdziela. Tamże się tworzą z treści (a nie z błony wciągniętej) nowe przegrody, przez całą komórkę pomiędzy obydwoma nowemi jądrami i częściami treści rozdzielonej rozpięte i ściśle do siebie przylegające. Wtedy dopiero okazuje się, że każda nowa przegródka składa się z dwóch oddzielnych blaszek, a nakoniec dwie nowo utworzone komórki wzajemnie się od siebie oddalają. Jednocześnie z rozdzieleniem komórki wszystkie jej części ciągle rosną, a razem także części nowo powsta-

łych komórek, jako to jądra błony i treść się powiększają, tak że nowe komórki, zanim same zaczną się dzielić, już dorosły do wielkości pierwotnej komórki.

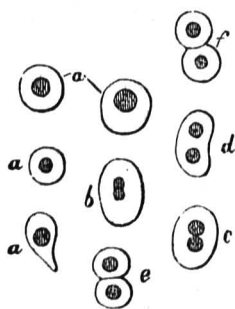


Fig. 8.

Komórki wrzecionowate takim się rozmnażają sposobem, że dwa nowe jądra przedzieleniem jednego dawniejszego utworzone w kierunku długości komórki wzajemnie się od siebie oddalają, a nareszcie cała komórka przedłużając się rozdziela się w środku na dwie podłużne nowe komórki. Niektórzy Histologowie przypuszczają jeszcze jedną odmianę dzielenia się komórek, nazwaną tworzeniem się komórki przez pączkowanie. Według tego przypuszczenia wy-

rastają z komórki pączki, zawierające części jądra rozdzielonego czyli młode jądra, a nakoniec pączki te zupełnie się odwiązują od komórki matczynej.

Innym sposobem odbywa się dzielenie w jajku. Tam komórki w skutek dzielenia się powstające nie rosną, bo nie ma w okolicy jajka substancji twórczej któraby mogła przesiąkać do komórek, a oprócz tego cała masa nowo utworzonych komórek zostaje otoczona błoną przezroczystą jajka. Dla tego pochodne komórki zawsze będą mniejsze od komórek matczynych, a komórki ostatecznie się tworzące często tak są małe, że trudno za pomocą mikroskopu nawet rozróżnić ich budowę komórkową. Z tego powodu ten rozkład jajka na najdrobniejsze komórki nie zowie się dzieleniem jajka, lecz *przewężaniem (Furchung)*.

b. Odżywianie, wzrost i rozpadanie się komórek.

Każda komórka ma zdolność nabierania substancji koniecznej do utrzymania swego życia z otaczających ją płynów. Przerabia ona te substancje t. j. przyswaja je i przypodabia (*assimilare*) a nakoniec pomiędzy części jej organizm składające, przyjmuje. Co fizjologicznie ma wartość dla całego ciała, to ma taką wartość dla komórek, które trzeba uważać za najmniejsze i najprostsze organizmy żyjące. Jak istnienie organizmu całego tak i istnienie komórek wymaga koniecznie przemiany materji. Czynność komórki żywotna utrzymuje się przez rozrabianie i wydalanie materji zużytej, dla życia niezdatnej i nabieranie nowój odżywiającej. Jak życie wielkiego złożonego organizmu porównywano ze sprawą bezustannego powolnego gorzenia, tak i życie pojedynczych komórek polega na sprawach chemicznych ciągle się odbywających. Każda komórka tworzy się, rośnie, nabiera substancji, którą następnie albo zmienioną znów wydziela (*wydzieliny gruczołowe*), albo za jej pomocą wykonywa właściwe czynności żywotne. (Najwyraźniej widzieć to można w komórkach nerwowych, których czynność właściwa natychmiast ustaje, jeżeli wpływ substancji odżywczej jest tamowany). Przy takich sprawach zużywają się w komórce substancje odżywcze (jak w maszynie parowej przez palenie się węgla otrzymuje się siła do przewycięzania oporów), a utwory tego rozkładu zostają wydalone (*excreta*); w miejsce ich wstępują nowe substancje odżywcze, które komórka sama sobie przyswaja. Ten ruch, ta przemiana materji w komórce bezustannie się odbywa; jest on tém żywszy, im większe komórka wykonywa czynności żywotne.

Wzrost komórki pojedynczej, odbywa się przez wciąganie pewnych cząstek z zewnątrz pomiędzy dawniejsze (*per intussusceptionem*). Znajdują się czasem komórki, które przez sa-

me nabieranie substancji w treść swoją powiększają się (np. komórki tkanki łącznej napełniające się tłuszczem), lecz w ogóle rzadko się to zdarza i nie jest bez pewnego ograniczenia. Zwykle treść komórkowa rośnie równocześnie z jądrem i błoną. W takim razie nowe atomy wstępują pomiędzy dawniejsze, a to się zowie *intussusceptio*; albo przynajmniej dawniejsze atomy nikną, a na ich miejsce zjawia się większa ilość nowych. Wzrost komórek samych przez zestawianie się (*per juxtapositionem*) t. j. przez osadzanie się nowych cząstek na około dawniejszych, w komórkach zwierzęcych właściwie nie istnieje. Takie powiększanie się ma miejsce tylko w utworach za pośrednictwem komórek powstających (np. w substancji międzykomórkowej, w tak zwanych ciałkach mączkowych i t. d.) i w niektórych tkankach, w pewnym kierunku się powiększających przez układanie się nowoutworzonych komórek obok dawniejszych.

Tak zwane błony komórek wtórne (*membranae secundariae*) tylko w roślinach się tworzą, a to na około komórki albo na wewnętrznej powierzchni błony komórkowej pierwotnej. U zwierząt przeciwnie, substancje na zewnętrzną powierzchnię komórki wydzielane, nie zmieniają się na błony wtórne, lecz na substancję międzykomórkową (np. przy skostnieniu chrząstki). W niektórych tylko warunkach, substancja międzykomórkowa w około komórek twardniejąca, przedstawia pewien rodzaj błony wtórnej (np. tak zwaną puszkę komórek w chrząstkach starszych).

W niektórych tkankach komórki są podległe ciągłej przemianie, t. j. młode komórki bezustannie się tworzą, a stare usuwają się na zewnątrz. Ma to miejsce w naskórku, w gruczołach i we wszystkich prawie nabłonkach. We krwi także się niszczą krążki czerwone, a nowe zdają się tworzyć z ciałek czyli komórek limfatycznych. W utworach substancji łącznej przeciwnie, w mięśniach i nerwach, odnowa komórek albo wcale nie istnieje albo przynajmniej bardzo wolno się odbywa. Jakim sposobem komórki się tam rozpadają, dotychczas nie wyjaśniono dostatecznie. Wiadomo nam tylko z anatomii patologicznej, iż w nerwach i mięśniach

sparaliżowanych i w tkance łącznej chorój, komórki się napełniają ziarnkami tłuszczowemi, następnie się rozmiękczejają, a nareszcie przez wsiąkanie w naczynia zupełnie znikają, jeżeli nastąpi uzdrowienie.

c. Tworzenie się tkanek za pomocą komórek; odnowa tkanek.

Przez połączenie się wielkiej ilości komórek powstają tkanki. Połączenie takie może być, albo bezpośrednio albo się odbywa za pośrednictwem mniej więcej znacznej ilości substancji wypełniającej przestrzeń pomiędzy komórkami. W pierwszym razie, komórki albo naturę swoją zupełnie zachowują np. w nabłonkach, albo łącząc się tracą mniej więcej swą budowę pierwotną. Tak np. w mięśniach poprzecznie prążkowanych i we włóknach nerwowych szarych, można jądra dawniejszych komórek; we włóknach nerwowych ciemnobrzożnych przeciwnie, żadnego śladu komórek już nie znajdujemy. Gdzie się tworzą tkanki opatrzone substancją międzykomórkową, tam komórki początkowo także bezpośrednio leżą jedno obok drugich, co spostrzegać się daje w bardzo młodych zarodkach albo w chrząstkach kostniejących. Substancja międzykomórkowa dopiero powoli się tworzy, a to przez wydzielanie z komórek, które wtedy wzajemnie się od siebie oddalają, a nareszcie cała tkanka otrzymuje swoją formę właściwą.

Dawne zdanie, według którego przypuszczano poprzednie istnienie substancji międzykomórkowej płynnej (pod nazwiskiem *cytoblastema*), i przyjmowano, że w tym płynie dopiero tworzą się komórki, i że na koniec tkanka powstaje przez zagęszczenie się tego płynu, okazało się mylném, i prawie zupełnie opuszczone przez badaczy. Trzeba więc substancję międzykomórkową uważać za utwór komórki, za wydzielinę, która nie wraca do krwi, lecz, albo pomiędzy komórkami się zgęszcza i organizuje i nareszcie właściwą część

tkanki przedstawia, jako to w tkankach łącznych (w tkance łącznej właściwej, w chrząstce, w kości) albo zostaje płynną i w ten czas służy do odżywienia innych tkanek, np. osocze (*plasma sanguinis*). Ciałka więc krwi czerwone zdają się być przeznaczone do utrzymania właściwego składu osocza przez przeobrażenie substancji wchodzącej w krew z pokarmów i z naczyń limfatycznych.

Zrozumieć teraz można, jakim sposobem się odbywa przemiana jednego rodzaju tkanki łącznej na inny rodzaj np. chrząstki i właściwej tkanki łącznej na kość. Komórki przyciągające ze krwi potrzebne materje, przeobrażają je w sobie właściwym sposobem i następnie oddają je substancji międzykomórkowej. Najwyraźniej przekonać się można o takiej sprawie w chrząstkach kostniejących. Widać tam wielkie gromady komórek prawie bezpośrednio obok siebie ułożonych, a dopiero ostatnie komórki w tych gromadach i w sąsiedztwie prawdziwej kości leżące, ściągają się co raz bardziej i równocześnie osadzają około siebie zamiast chrząstnika, warstwy substancji klejorodnej (*collagen*) i soli wapiennych. Początkowo komórki wraz z należącymi do każdej warstwami substancji międzykomórkowej łatwo jeszcze rozłączyć można, ale później substancja ta tak ściśle się zlewa, że zwyczajnie jako jednolita masa się wydaje. Przez działanie kwasu saletrzanego, stare nawet kości rozłożyć można na pojedyncze komórki z należącymi do nich obwodami substancji międzykomórkowej.

W nowotworach patologicznych widać często większe lub mniejsze jamki (*alveoli*) napełnione komórkami. Są to prawdopodobnie gromady z jednej tylko komórki utworzone, które jeszcze nie oddaliły się od siebie substancją międzykomórkową.

Z poprzednich uwag wynika: że komórka, w tkankach opatrzonych substancją międzykomórkową, stanowi najistotniejszą część tkanek i pod względem ich czynności żywotnej najważniejszą. Widzimy dla tego, że w miejscach, gdzie liczba komórek jest małą albo gdzie komórki po większej części znikły np. w ścięgnach i w tkance sprężystej, czynność fizjologiczna bardzo jest nieznaczna.

Z tego wypada, że komórki mają wielkie znaczenie w odradzaniu się tkanek (reprodukcji) przy częściowém ich zniszczeniu. Tkanki, z samych niezmiennych komórek złożone, łatwo się odradzają przez proste tworzenie nowych komórek, które miejsce dawniejszych zajmują, dla tego np. straty w nabłonkach łatwo się wynadgradzają. Trudniej następuje zabliznianie się rany w tkankach z substancją międzykomórkową, gdzie w okolicy rany komórki znacznie się rozmnazają, lecz nową substancję międzykomórkową powoli tylko tworzą. Najtrudniej zrastają się tkanki ze zmienionymi komórkami. Tam komórki tak łatwo tworzyć się nie mogą, dla tego nerwy i mięśnie zwykle zrazu się zrastają za pomocą tkanki łącznej.

d. Względna czynność komórek.

Komórki w ciele żyjącem różne odbywają czynności, stósownie do tkanki do której należą. Tak np. w utworach rogowych służą do ochrony ciała przeciw szkodliwym wpływom zewnętrznym. W różnych nabłonkach i gruczołach tworzą się wydzieliny za pomocą komórek; substancje ze krwi nabierane, właściwym sposobem tam się przeobrażają i wraz z komórkami rozpadającymi, na zewnątrz się wydzielają. Komórki niektórych tkanek łącznych uważa *V i r c h o w* za rodzaj naczyń surowicznych (*vasa serosa, vasa plasmatica*) t. j. za przewody dla płynów odżywczych. Komórki na około naczyń leżące, nasiakają częściami płynnymi z naczyń pochodzącymi i oddają je komórkom sąsiednim. Płyny te służą do odżywiania samych komórek i substancji w obwodzie komórek się znajdującój. Dla ułatwienia przesiąkania soków, przyjmują komórki w owych tkankach formę gwiazdowatą i zbliżają się do siebie za pomocą swych promienistych i często nawet rozgałęzionych wypustek. Według zdania *V i r c h o w a* i innych, wypustki te bezpośrednio się łącząc tworzą system kanalików otwartych i nawet z naczyniami limfatycznymi komunikujących. Przepuszczenie to jednakowoż dotychczas nie jest dowie-

dzionem a nawet niepodobnym do prawdy. Najwyższe i najwłaściwsze czynności fizjologiczne odbywają się jednak w tkankach, które są złożone z komórek zmienionych, jako to w nerwach i mięśniach.

e. Czynności żywotne różnych części komórek.

Nie mamy dotychczas jeszcze żadnej pewności o znaczeniu pojedynczych części komórki w sprawach żywotnych, nie wiemy jaką każdą przypisywać rolę. Niektórzy badacze uważają błonę komórkową za część podrzędną, nie przypisują jej żadnej czynności właściwej, utrzymują, że powstaje przez zgęszczenie się zewnętrznej warstwy treści komórkowej, że nawet nie jest konieczną częścią komórki, że komórki istnieć mogą bez błony, a mianowicie tam, gdzie treść jest gęstsza, nie zupełnie płynna. Sprawy żywotne, w tém przypuszczeniu, mają się odbywać za pomocą samej treści komórkowej, która różne substancje do komórki wchodzące i wychodzące chemicznie składa i rozkłada, a części do utrzymania komórki potrzebne wyrabia.

Zgodniejsze z prawdą zdaje się być owe przypuszczenie, według którego wszystkie części komórki mają udział w sprawach żywotnych, a w pewnych warunkach błonie komórkowej można największe nawet przypisywać znaczenie. Łatwo przekonać się można, iż błona komórkowa jest częścią stałą, mało się zmieniającą, a treść zwykle ciągłym podlega zmianom. Znamy komórki dosyć czynne, chociaż treść ich jest zmienną np. w tłuszcz, w kryształ albo w barwnik i t. d., to jest w ciała pod względem spraw chemicznych prawie obojętne. Spostrzeżenia, tyjące się komórek bez błony, prawdopodobnie są mylnymi. Błona tworzy się razem z treścią, należy koniecznie do komórki i nie może być uważaną za część przypadkową albo dodatkową. W nowo tworzących się komórkach błona zdaje się częściowo pochodzić od komórki matczynej, zatem w części tylko powstaje z zagęszczającej się treści

W rozwiniętych komórkach, gdzie treść ciągle się zmienia i odnawia, możnaby nawet przypuścić, iż treść po większej części jest utworem właściwej czynności błony komórkowej. Są jednak tacy co utrzymują, że młode komórki wcale nie posiadają błony, więc tylko są złożone z jądra otoczonego bryłką galaretowatą treści (*protoplasma*); błona tworzy się dopiero przez zgęszczenie się powierzchniowej warstwy na ową bryłkę. Komórki opatrzone wyraźną błoną i zawartością, uważają za utwory beczynne, nie mające już zdolności rozmnażania się.

Ważną rolę odgrywa błona w sprawie wsiąkania i wysiakania (*endosmosis et exosmosis*). Ci, którzy błonę uważają za część podrzędną, przypuszczają w niej cienkie dziurki (*pory*), przez które prosta dyfuzja fizyczna się odbywa. Starali się pod mikroskopem takie pory w komórkach oczywiście wykazać. Dowody na to jednak nie są dostateczne; owszem błona komórkowa zdaje się być pęcherzykiem jednolitym, szklistym, wszędzie zamkniętym, bez widocznych dziurek.

Pory, jeżeli istnieją, są tylko tak zwane pory niewidzialne fizyków. Warunki dyfuzji w komórce dla tego nie mogą być uważane za czysto fizyczne, lecz jako wpływ działań chemicznych, pomiędzy które jako bardzo ważną, policzyć należy czynność podobną do tak zwanych zjawisk katalitycznych. Oprócz błony także i treść jest niezbędną do odbywania się dyfuzji, bo wsiąkanie i wysiakanie tam tylko może mieć miejsce, gdzie dwa płyny oddzielone są od siebie przez błonę organiczną.

O znaczeniu jądra w czynnościach żywotnych komórki, mało dotychczas wiadomo. W komórkach młodych zawsze ono jest obecne, lecz w starszych i w takich, które już nie okazują wyraźnych czynności, często się nie znajduje. Ważnym zdaje się ono być dla sprawy płodzenia nowych komórek, gdyż w komórkach rozmnażających się, zawsze je spostrzegamy i dzielenie się całej komórki tylko ma miejsce przy równoczesnym rozdzieleniu się jądra. Komórki, które już nie posiadają jądra, prawdopodobnie utraciły zdolność rozmnażania się, jak np. krążki czerwone krwi u zwierząt ssących i człowieka.



O znaczeniu *jąderka* nic do tej pory nie wiemy. Spostreżamy je zwykle w komórkach okazujących wyraźne objawy żywotne.

f. Czynności żywotne komórek skupionych.

Mówiąc o stosunkach odżywiania komórek i o objawach diffuzyjnych przypuściliśmy, że komórki istnieją w płynie je otaczającym. Lecz w organizmie rozwiniętym najmniejsza część komórek znajduje się pod takimi warunkami.

Tylko komórki krwi i komórki w niektórych gruczołach są prosto umieszczone w płynie. Reszta komórek zwykle albo tak jest ułożona, że komórka leży bezpośrednio obok komórki albo tak, że pomiędzy komórkami znajduje się stała substancja nazwana substancją międzykomórkową (*substantia intercellularis*). W pierwszym razie komórki blisko naczyń włoskowatych leżące, za pomocą wsiąkania i wysiákania otrzymują ze krwi części do życia konieczne i oddają materje wydzielinowe, do utrzymania życia już nie zdadne. Z tych komórek sąsiednie także przez diffuzję nabierają płynu świeżego, a stary im oddają, i to się powtarza od komórki do komórki, aż do środka pomiędzy dwoma naczyniami włoskowatymi czyli do środka w siatce naczyniowej napełnionej komórkami. (W roślinach sok odżywiający podnosi się w komórkach za pomocą diffuzji od korzeni aż do samego wierzchołka).

Komórki oddzielone od siebie substancją międzykomórkową, zwykle wzajemnie się do siebie zbliżają za pośrednictwem wypustek, które ułatwiają diffuzję z jednej komórki do drugiej się odbywającą. Z płynu odżywiającego tym sposobem nabranego, oddają komórki cząstki do życia potrzebne także i substancji międzykomórkowej. Lecz rozgałęzienia komórek gwiazdowatych nie stanowią zapewne kanałów otwartych, owszem tylko się zbliżają do siebie i nawet się stykają; tak samo jak komórki roślinne posiadają w błonie zgrubionej drobne kanaliki (*pory*), ale te przewody soku cienką błoną są przegrodzone.

Nie udało się dotychczas w komórkach zwierzęcych spostrzedz widocznych diffuzją spowodowanych ruchów treści płynnej. Niektóre części roślin jednak doskonale te ruchy soku okazują, np. *Valisneria spiralis*, *Vaucheria Clavata*, *Nitella flexilis*, włosy różnych roślin z familji *Urticariae* i korzeni *Hydrocharis morsus ranae* i t. p.

PODZIAŁ HISTOLOGJI.

Zwykle dzielią Histologję na dwie części, na naukę o tkankach i na naukę o budowie organów. Pierwsza część zajmuje się badaniem *utkania* (*textura*), wykazuje tworzenie się różnych rodzajów tkanek z komórki, obejmuje zatem Histologję w ścislejszém znaczeniu. Druga część opierająca się na już nabytėj znajomości tkanek, obejmuje tak zwaną *budowę organów*, (*struktura*), i dla tego właściwie nie jest Histologją, lecz anatomją najdrobniejszych części czyli anatomją mikroskopową, bo bada drobną budowę organów za pomocą mikroskopu.

Zajmować się tu będziemy Histologją w ścislejszém znaczeniu. Opis bowiem budowy organów zwykle teraz się przyłącza do fizjologii albo do anatomii opisowėj. Przedmiot Histologii dzielić można: albo mając na uwadze same własności tkanek zewnętrzne, układając podobnie złożone we wspólne grupy i oddzielając je od drugich inny kształt mających¹, albo ze względu na czynności fizjologiczne. W dziełku niniejszém trzymać się będziemy pierwszej zasady podziału, zwracając przy tém uwagę na to, aby zarazem tkanki z podobnemi czynnościami fizjologicznemi wchodziły w te same oddziały.

Podział Histologii ogólnej przyjmujemy następujący:

1. O jajkach i ciałkach nasiennych.
2. O krwi i limfie.
3. O utworach nabłonkowych.
4. O utworach substancji łącznej.
5. O tkance mięsnej.

6. O tkance nerwowej.

Dodatek: o gruczołach.

Uwaga. Jajko jest to komórka przez krótszy albo dłuższy czas samodzielnie istniejąca. Nie może ona być uważaną za część składową innej tkanki, owszem wszelkie komórki w ciele istniejące pochodzą z owej komórki pierwotnej. Jajku odpowiada u samców nasienie.

Gruczoły właściwie są organami z różnorodnych tkanek złożonemi. Lecz ze względu na to, iż dawniej przypuszczano osobną tkankę gruczołową i teraz jeszcze o tej tkance w dziełach naukowych często jest mowa, i my o tém oddzielnie wspomniemy.

I. O jajkach i ciałkach nasiennych.

a) O jajkach.

1. Morfologiczny skład jajka.

Jajko zwierząt ssących i człowieka jest złożone z następujących części: Z błony szklistej, jednolitej, przezroczystej, nazwanej *błoną żółtkową* czyli *otoczką przezroczystą* (*zona pellucida*), z treści mniej więcej gęstej zwanęj *żółtkiem* (*vitellus*), i zawierającęj dużo drobnych ziarenek tłuszczowych; a nareszcie z przezroczystego pęcherzyka, w którym znać zarys jąderka. Pęcherzyk ten nazwany jest *pęcherzykiem zarodkowym* (*vesicula germinativa*) czyli pęcherzykiem *Purkiniego*, a białko owe ziarniste w pęcherzyku zwie się *znamieniem zarodkowym* (*macula germinativa*) czyli *plamką Wagnera*. *Leydig* utrzymuje, iż znamię zarodkowe powstaje przez zgęszczenie się miej-

sea określonego w błonie pęcherzyka zarodkowego; przynajmniej ciało to do błonki ściśle przylega.

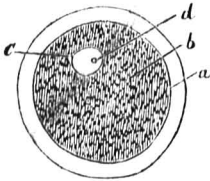


Fig. 9.

Średnica jajka ludzkiego wynosi 0,25—0,20 milimetra; grubość błony żółtkowej około 0,002 mm; średnica pęcherzyka zarodkowego 0,01 mm., znamienia zarodkowego 0,0015 mm.

Skład jaj ptaków, gadów i ryb zgadza się z budową jaj zwierząt ssących dopóty, dopóki nie zupełnie się rozwinęły;

jajka dojrzałe przeciwnie znacznie się różnią. Jajka zwierząt klas niższych bez porównania większą mają objętość od jajek zwierząt ssących. Pęcherzyka zarodkowego już w żadnym z nich nie spostrzegamy, natomiast odznacza się krążek w żółtku ptasim i rybiem, z którego się tworzy pierwszy początek zarodka. Żółtko, które w jajkach zwierząt ssących przedstawia się jako ciecz rzadka, opatrzona drobnymi ziarnkami tłuszczowemi, u zwierząt niższych złożone jest z cząstek pewną formę mających. W jajach ptasich żółtko się składa z dość wielkich ciał kulistych, podobnych do komórek, z których jedne zawierają płyn przezroczysty z jedną lub kilkoma kroplami tłuszczowemi, drugie są napełnione żółtawą z drobnych ziarek złożoną masą. W żółtku jaj rybich i owadów znajdują się tak zwane blaszki żółtkowe (*Dotterplaettchen*) t. j. ciała mniej więcej czworograniaste spłaszczone. Oprócz tych części koniecznych przystępują zwykle jeszcze części dodatkowe, jużto służące do ochronienia jajek (np. skorupa wapienna), jużto do dostarczania substancji odżywniej zarodkowi z żółtka tworzącemu się, (np. w jajach ptasich).

Ważne było odkrycie delikatnej dziurki czyli otworu lejkowatego w błonie żółtkowej jajka zrobione najprzód przez *K e b e r a* w jajkach mięczaków, następnie przez *M e i s s n e r a*

(Fig. 9), Jajko ludzkie, *a* otoczka przezroczysta, *b* żółtko, *c* pęcherzyk zarodkowy, *d* znamię zarodkowe. (Z hist. Koellikera).

i Nelsona w jajkach różnych wewnątrzniaków, a nareszcie przez Rejcherta i Brucha wykazane w jajkach ryb. Dotychczas nie udało się to samo dokładnie wykazać w jajkach zwierząt ssących i człowieka, lecz podobne otwory tam być muszą, gdyż ciała nasienne przez Newporta, Bischoffa i Leukarta z dokładnością wewnątrz błony żółtkowej spostrzeżone inną drogą dostać się tam nie mogły. Otworek taki nazwany jest *otworkiem zapłodnym (Mykropyle)*.

2. Tworzenie się jajka.

Zasada: *omnis cellulae cellula*, także dla komórki pierwotnej czyli jajka wartość i znaczenie mieć powinna. Rzeczywiście udało się badaczom, wykazać w jajnikach zwierząt niższego rzędu tworzenie się jajek z innych komórek, nakształt rozmnażania się komórek gruczołowych. Jajniki owych zwierząt są to woreczki podłużne wysłane nabłonkiem płaskowym, z którego pochodzą komórki zamieniające się na jajka.

U zwierząt kręgowych ta sprawa rozplenięcia się komórek jajkowych nie jest tak jasna, lecz spodziewać się można, że ten sposób tworzenia podobny jest do sposobu spostrzeżonego u zwierząt bezkręgowych. Pierwsze początki jajek zwierząt kręgowych znajdują się w mięszu (*parenchyma*) jajników, a to nawet już u noworodków. Widać tam delikatne jamki napełnione małą ilością drobnych komórek (*). Komórki te się rozmnazają, jamka się powiększa, otacza się własną powłóczką złożoną z tkanki łącznej i opatrzoną licznymi naczyniami. Takim sposobem powstaje tak zwana *puszka jajkowa Graafa (folliculus Graafii)*.

(* Pflüger wykazał niedawno w jajniku ludzkim budowę gruczołu rurkowatego. Pęcherzyki Graafa są to gronkowe nabrzmienia na końcach owych rurek skręconych, z których jajniki są złożone. Rurki są wyścielane podobnym nabłonkiem (*membrana granulosa*), jak i pęcherzyki.

Pomiędzy komórkami puszkę taką wysięlającą, powstaje tymczasem pęcherzyk większy przezroczysty, opatrzony wewnątrz drugim pęcherzykiem. Jest to początek jajka, które niewątpliwie się tworzy przez przemianę jednej z owych otaczających komórek. Jajko coraz znacznie się powiększa, a reszta komórek tymczasem otrzymuje przeznaczenie nabłonka wewnętrzną powierzchnię puszkę wysięlającą. Nabłonek ten zwi się: *membrana granulosa*. U ptaków, gadów i ryb jajko większą część przestrzeni wewnętrzną w puszcze wypełnia, aż dojdzie do dojrzałości i powłoczkę swoją opuści. To samo widać w tworzących się puszkach zwierząt ssących, lecz wtenczas, gdy puszka dochodzi do dojrzałości, przestrzeń wewnętrzną po większej części napełnia się płynem surowiczym. Jajko samo wtenczas leży blisko pod powierzchnią puszkę w nagromadzeniu komórek, które uważać można za nabrzmienie nabłonka puszkę. Komórki te ściśle jajko otaczają i dosyć mocno z niem są sklezione; osłonka z takich komórek złożona zowie się *szybką* czyli *krążkiem jajkowym* (*discus proligerus* s. *oophorus*), która to szybka po pęknięciu puszkę razem z jajkiem

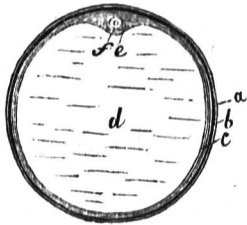


Fig. 10.

przechodzi do jajowodów. Pęcherzyki Graafa mają w średnicy 0,6—6,5 mm., szybka jajkowa 0,8 mm., komórki nabłonkowe 0,007—0 01 mm.

(Fig. 10). Puszka jajkowa Graafa dojrzała; *b* błona właściwa puszkę złożona z tkanki łącznej, *c* nabłonek czyli tak zwana *membrana granulosa*, *d* płyn surowiczy czyli *liquor folliculi*, *e* nabrzmienie nabłonka stanowiące szybka jajkową, *f* jajko z pęcherzykiem zarodkowym. (Z hist. Koellikera).

3. Objawy fizjologiczne w jajkach.

W kilka godzin po zapłodnieniu jajko ulega pewnym zmianom, które się zowią *przewężaniem jajka*, (*Furchungsprocess*). Objaw ten następujący ma znaczenie: z jednej komórki jajkowej powstaje niezmierna liczba małych nowych

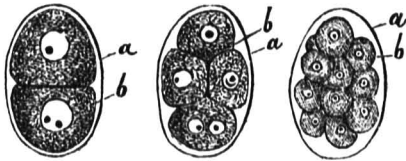


Fig. 11.

komórek, które wtedy według pewnych praw się układają, tworząc pierwotny zaczątek całego organizmu. Wazném było dla histologicznych wyobrażeń tę sprawę żywotną do-

kładnie zbadać, gdyż objawy te łatwo do spostrzegania służą jako zasady, podług których wszystkie rodzaje rozmnażania komórek istotnie się odbywają. Osobliwość owęj czynności żywotnej w tym leży objawie, że żółtko jajka według pewnej liczby w pewnych kierunkach samodzielnie i równo się rozpada.

Okazują się przytém następujące objawy: żółtko okrągłe wpiérw nieco się ściągą i kurczy, przez to pomiędzy niem a błoną jajkową próżna przestrzeń się tworzy, która się napełnia rzadkim i klarownym płynem. Wtedy w około powierzchni okrągłego żółtka, okazuje się płytka brózda która coraz więcej się zagłębia i nakoniec całe żółtko na dwie części rozdziela. Prostopadle do téj pierwszej brózdy po kilku godzinach druga brózda powstaje, która tak samo się zagłębia i żółtko na cztery części dzieli. Równolegle z ostatnią, czwarta brózda się tworzy, później piąta, szósta i t. d. a w przeciągu kilku dni cała zawartość jajka na małeńkie cząstki się dzieli.

(Fig. 11), Jajka z *Ascaris nigrovenosa* przewężające się; 1 jajko rozdzielone na dwie części, 2 jajko z czterema kulkami przewężnemi, 3 jajko więcej jeszcze przewężone. (Z Hist. Koellikera).

Błona żółtkowa przy tej sprawie pozostaje nienaruszona i żadnym nie ulega zmianom. W każdej przez dzielenie powstałej kulce przewężnej (*Furchungskugel*) zawarty jest mały pęcherzyk. Według zdania badaczy, pęcherzyk ten jest częścią dawniejszego, wielkiego, pierwotnego pęcherzyka. Reichert przeciwnie przypuszcza, że pęcherzyk zarodkowy ginie, a w miejsce jego zjawia się w żółtku skurczoném czyli tak zwanój pierwszej kulce przewężnej, nowe jądro pęcherzykowe. Pytanie, czy owe jądro nowe dzieli się i zamienia na jądra wtórnych kulek przewężnych, zostawia Reichert w zawieszeniu. Zdaje się jednak prawdopodobną być rzeczą, że jądro wraz z żółtkiem dzieli się i przechodzi w owe nowo tworzące się komórki czyli kulki przewężne.

W najmniejszych przez przewężanie się żółtka utworzonych cząstkach czyli komórkach odkryto błonę komórkową, która się pokazuje, kiedy po zanurzeniu jajka w wodzie, takowa wsiąka i błonę komórkową od ziarnistój treści oddala w kształcie pęcherzyka przezroczystego. Reichert wykazał takąż błonę na większych kulach i nawet na pierwszej kuli przewężnej. Jakim sposobem te błony się tworzą, nie wiadomo. Prawdopodobnym jest, że zewnętrzna warstwa treści komórkowej się zgęszcza i w błonę zamienia się. Niektórzy badacze utrzymują, że żadna kula przewężna nie posiada błony komórkowej, błonę okazującą się po traktowaniu owych kulek wodą czystą, uważają za utwór sztuczny. Kulki przewężne według tego zdania, są więc złożone z pęcherzyka zarodkowego czyli jądra, otoczonego częścią przedzielonego galaretowatego żółtka.

Sprawa przewężania się jajek chociaż ma na celu utworzenie nowych komórek, jednak w niektórych punktach istotnie się odróżnia od zwyczajnego sposobu rozmnażania się komórek. Najprzód rozkłada się w jajku komórka większa na co raz mniejsze części, a powtórnie błona jajkowa nie ma żadnego udziału w sprawie przewężania, lecz zostaje jako substancja obojętna czyli puszka niezmierną liczbę nowych komórek osłaniająca.

Przewężanie się jajek w rządzie zwierząt kręgowych, tylko

u zwierząt ssących i nagich gadów według opisanego sposobu się odbywa. Jajka ptaków, gadów łuskowych i ryb nie zupełnie się przewężają, lecz pewna tylko część żółtka podlega przewężaniu, a druga część pozostaje nieprzewężoną. Pierwsza część, z której zarodek wprost się tworzy, nazwana jest *żółtkiem twórczym* (*Bildungsdotter* według *Reicherta*), a ostatnia służąca do odżywiania zarodka i w dalszym ciągu rozwoju w naczynia zarodkowe wnikająca, zowie się *żółtkiem odżywczym* (*Nahrungsdotter* według *Reicherta*).

Już dawniej zrobiono spostrzeżenie, iż zapłodnione jajka ryb podczas swego rozwoju nieustannie się wahają. *Reichert* w nowszym czasie dowiódł, że przyczyna tego ruchu leży w żółtku odżywczym, szczególną budowę rurkową okazującym; kurczy się ono naksztalt robaka łażącego, i przez to całe jajko porusza. Ten fakt bardzo jest podobny do sprawy kurczenia się owęj substancji, która się znajduje u zwierząt niższej organizacji i nazwana jest *mięsią* (*Sarcode, contractile Substanz*).

4. Chemiczny skład jajka.

Jajka człowieka i zwierząt ssących tak nieznacznie posiadają wielkość i w tak małej ilości je otrzymujemy, że rozbiór ich chemiczny jest niepodobieństwem. Prawda, że jajka rybie, pod względem składu chemicznego bardzo się zgadzają z jajkami ptasiemi, lecz to nam jeszcze nie pozwala wnioskować z pewnością o podobnym składzie jaj ludzkich, gdyż jaja ptasie i rybie po największej części się składają z żółtka odżywczego, jaja zwierząt ssących przeciwnie, posiadają tylko żółtko twórcze. Uważając jednak na to, iż poszukiwania mikro-chemiczne podobne nam substancje wskazują tak w jajkach zwierząt ssących jak w jajach ptasich i że nie posiadamy lepszych dowodów, trzeba się tem zadowolnić, co w rozbiórce żółtka kurzego wykryto.

O składzie różnych części jajka nie pewnego nie odkryto, same żółtko tylko dokładniej jest zbadane. Tyle można przypuszczać że błona jajkowa, błona i zawartość pęcherzyka zarodkowego, oraz znamię zarodkowe składają się z substancji białkowatej. Białko jaj ptasich tu nas nie obchodzi, bo jajka zwierząt ssących nie podobnego nie posiadają.

Żółtko kurze oddziałują alkalicznie. Z wodą mieszane nie rozpuszcza się, ale tworzy mętny białawy płyn. Przez gotowanie krzepnieje i zgęszcza się na kruchą substancję, to samo się dzieje przy dodaniu wysokoku winnego, dwuchlorku rtęci i kwasów mineralnych. Przy traktowaniu żółtka eterem rozpuszcza się tłuszcz żółty, a osad biały gęsty pozostaje. Kolor żółty tłuszczu (więc i żółtka) pochodzi z barwnika, rozpuszczalnego w wysokoku. Barwnik ten zawiera żelazo i zbliża się w tym względzie do składu barwnika krwi (*hematynu*).

Według *G o b l e y a* znajdują się w żółtku 30% substancji tłuszczowej, w eterze rozpuszczalnej, z której 21% stanowią *Elain* i *Margaryn*, a resztę tak zwany *Lecityn* z małą ilością *Cholesterynu* (?). *Lecityn* zawiera głównie fosforne części żółtka, które tam zapewne się znajdują w postaci soli, złożonych z alkaliów i kwasu fosforowego. Kwasami mineralnymi traktowany, rozkłada się ten tłuszcz obojętny: na kwas margarynowy i elajnowy i najwięcej na kwas fosfoglicerynowy. Wnioskowano z tego, iż *Lecityn* jest związkami albo tylko mieszaniną *Elainu*, *Margarynu* i pewnej do *Cerebrynu* podobnej substancji, która właśnie zawiera części fosforne.

Substancje białkowe w żółtku znajdujące, głównie się przedstawiają jako zwyczajne białko (*Albumin*) i jako sernik (*Casein*), które, według *L e h m a n n a*, razem stanowią ową substancję zwykle nazwaną *Witellinem* (*Vitellin*). Białko otrzymuje się przez rozpuszczenie żółtka w wodzie i następne osadzanie go za pomocą gotowania; sernik wydziela się kwasem octowym z roztworu żółtka, za pomocą chlorku amonii i wody otrzymanego. Sernika znajdują się w żółtku około 13 $\frac{1}{2}$ % i 4% białka.

Oprócz tych głównych części znajduje się w żółtku mała ilość cukru i tak zwane substancje wyciągowe; dalej, różne

części mineralne (około $1\frac{1}{2}\%$), przedewszystkiem fosforany. Sole potażowe przeważają nad solami sodowymi. Tlenek żelaza i kwas krzemny w małej znajdują się ilości.

Błaszki żółtkowe ryb i gadów dawniej uważane za substancję tłuszczową składają się z ciała białkowego, które tylko się rozpuszcza w mocnym kwasie octowym i w mocnych roztworach alkaliów. Białe kule żółtka ptasiego składają się zapewne z białka otoczonego gęstszą błonką białkową. Jeżeli w stanie świeżym się zwilżą wodą czystą, to szybko się niszczą pękając. Kule żółte głównie zawierają tłuszcz barwnikiem opatrzony; znajduje on się tam w kształcie drobnych ziarenek.

b) O ciałkach nasiennych.

I. O morfologicznych częściach nasienia.

Nasienie człowieka z dwóch głównie części się składa, z tak zwanych *ciałek nasiennych* (*fila spermatica, Spermatozoa*) i z *płynu nasiennego*. Oprócz tego znajdują się tam zwykle jeszcze niektóre twory dodatkowe, pochodzące z organów przylegających do przewodów nasiennych, np. komórki nabłonkowe i t. d. Sam płyn nasienny po większej części z organów dodatkowych pochodzi, np. z pęcherzyków nasiennych, z gruczołu krokowego, z gruczołów *Cowpera*. W przewodach nasiennych mało znajdujemy płynu, owszem nasienie w jądrach utworzone i przechodzące przez owe cewki z samych prawie ciałek się składa, ilość płynu pomiędzy ciałkami tam się znaj-

dującego bardzo jest nieznaczna. Doświadczenia fizjologiczne dowodzą, iż płyn nasienia odgrywa rolę obojętną, że służy tylko do rozcieńczenia nasienia, do powiększenia jego objętości. Najważniejszą część nasienia stanowią ciała same, które bez pomocy owego płynu, jajka zapłodnić zdołają.

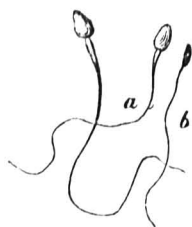


Fig. 12

Ciała nasienne przedstawiają się w ogóle jako delikatne miękkie nitki, w których jeden koniec krótki obrzękły zowie się *główką*, a drugi koniec, długi, nitkowaty nazwany jest *ogonkiem*. Głównka ciałek nasiennych ludzkich ma kształt migdałowy t. j. na przodzie jest ona węższa niż w tyle, a w kierunku grubości jest spłaszczona. Dla tego pod mikroskopem różne pokazuje formy, stosownie do położenia. Jeżeli ciało leży poziomo, wtedy widać formę główki jajowatą; jeżeli przeciwnie się patrzy na ciało leżące pionowo, to główka zdaje się być klinowatą. W środku główki widać często plamkę jasną nie wyraźnie ograniczoną, pochodzącą od delikatnej wklęsłości w główce. Wtedy gdy ciała nasienne uważane jeszcze były za zwierzątka, poczytywano ową plamkę za żołądek tego stworzenia. Długość główki wynosi w około 0,004 milimetra, szerokość 0,0026 milimetra, grubość 0,0013 milimetra. Głównka nie posiada żadnego koloru, zdaje się być szklistą półprzezroczystą, ma połysk tłuszczowy, a stosownie do położenia poziomego lub pionowego przedstawia się jaśniejszą lub ciemniejszą. Ogonek przymocowany do grubszego końca główki, posiada długość 0,04 milimetra. Koniec jego przyłączony do główki jest szerszy i stosownie do jęj kształtu także spłaszczony. Ku tyłowi przechodzi ogonek powoli w coraz delikatniejszą niteczkę, która przy samym końcu tak jest delikatna, że najlepszymi nawet mikroskopami trudno jęj granicę odróżnić.

(Fig. 12), Ciała nasienne ludzkie, *a* leżące na płask, *b* ułożone na sztorc. (Z hist. Freya).

Ciałka nasienne różnych zwierząt kręgowych także są złożone z główki i ogonka. Wielkość ich przeważa w ogóle nad wielkością ciałek nasiennych ludzkich; niektóre mianowicie odznaczają się nadzwyczajną długością ogonka. Wreszcie ogonek nie pokazuje znacznych osobliwości, ma kształt nitkowaty, przy główce mało grubszy niż ku końcowi, a u niektórych zwierząt tak jest delikatny, że nawet najlepszymi i najmocniejszymi powiększeniami trudno go spostrzedz. Główka u różnych zwierząt różne okazuje formy. Ciałka nasienne zwierząt ssących zbliżają się w tym względzie najwięcej do ciałek ludzkich. Lecz i tam forma główki różnym ulega zmianom, okazuje kształt owalny, albo kolbkowaty, (np. u konia i u jelenia), a nawet półksiężycowaty (u szczura, u myszy, u świnki morskiej) i haczykowaty (u kreta). Główka ciałek nasiennych ptasich bardzo jest długa, walcowata, okrągławo albo śpiczasto zakończona; zwykle spiralnie się skręca, rzadko zaś haczykowato się zagina. Podobny jest kształt główki u ryb i gadów; znajduje się tam także mniej więcej długa walcowata albo prosta albo haczykowata albo też falisto zagięta forma główki. Ciałka nasienne Tritona i niektórych gadów nagich (np. *Bombinator igneus*) opatrzone są wzdłuż całej główki i ogonka bardzo delikatną wąską błoniastą obwódką, naksztalt grzebienia czyli pletwy. Błonka ta okazuje ruchy migawkowe, zupełnie takie, jakie się znajdują przy poruszających się rzęsach czyli migawkach komórek, o czym później.

Ciałka nasienne zwierząt bezkręgowych zbliżają się kształtem mniej więcej do ciałek zwierząt kręgowych. U najniższych jednak zwierząt znajdują się ciała nasienne okrągławe, odpowiadające formie rozwijających się dopiero ciałek u zwierząt wyższych, albo nawet zupełnie odrębny kształt posiadają.

Płyn nasienny jest lepki, przezroczysty, własnościami zewnętrznymi podobny do śluzu. Cząstki ukształtowane w nasieniu wytryśniętym znajdujące się, są wydzieliną organów otwierających się do przewodów nasiennych np. gruczołu krokowego, gruczołów C o w p e r a i t. d., albo stanowią zmienne komórki nabłonkowe przewodów nasiennych.

2. Objawy żywotne.

Ciałka nasienne okazują w stanie świeżym właściwe ruchy nakształt wymoczków w kropelce wody się poruszających. Przy pierwszym spojrzeniu przez mikroskop otrzymujemy wrażenie, jak gdyby ruchy te bez porządku się odbywały. Lecz dokładniej uważając przekonamy się, iż główki ciągle idą naprzód, a to w pewnym (zwykle prostym) kierunku. To posuwanie odbywa się za pomocą bardzo szybkiego drgania włókienkowatego ogonka. Główka więc nie posiada własnego ruchu, lecz tylko przez związek z falisto wijącym się ogonkiem ciągle się posuwa. Wszystkie ciała nasienne, które opatrzone są ogonkami, okazują owe drganie.

W czasie popędu płciowego u zwierząt, ruchy ciałek są najżywsze, gdyż nasienie wtenczas można uważać za dojrzałe. Ciała nasienne nie zupełnie rozwinięte, jakie np. się znajdują w samym miejscu tworzenia się t. j. w jądrach, zwykle z początku pod mikroskopem nie okazują ruchów, dopiero po upływie pewnego czasu ruch powoli się rozbudza. Drgania ciałek nasiennych nie ustają natychmiast po śmierci zwierzęcia, lecz trwają dłuższy albo krótszy czas. Według licznych doświadczeń tracą ciała nasienne władzę zapłodnienia jajek równocześnie z utratą ruchliwości. Ten fakt nie polega zapewne tak bardzo na przemianie substancji ciała nasienne składającej, lecz na tém, że ciała przez stratę właściwego ruchu nie są w stanie dostać się do dziurek czyli otworków załączkowych w jajkach i tam się precisnąć aż do samego żółtka. Inaczej przeznaczenie ruchów ciałek objaśnić sobie nie możemy.

O naturze owych ruchów trudno zrobić przypuszczenie. Nie możemy się domyślić przyczyny drgania ciałek nasiennych. Niektórzy badacze przypuszczali, iż pomiędzy substancją ciałek i płynem nasiennym ciągle się odbywają prądy diffuzyjne, które ciała naprzód popychają. Lecz zdanie to okazało się mylném. Przyczyny ruchu trzeba szukać w substancji ciałek, tak samo, jak i w ruchach migawek nabłonko-

wych i w mięśniach. Przez ciągłą przemianę materji, więc przez sprawę chemiczną w czasie życia bezustannie się odbywającą, ruchy się wykonywają.

W płynach, w których chemiczny skład ciałek się niszczy albo przynajmniej znacznie się zmienia, ruchy ciałek natychmiast się przerywają, tak np. w kwasach, w wysokoku, w dwuchloroku rtęci i innych solach metalicznych. Tak samo działają kresot, eter, chloroform, garbnik, olejki lotne i inne. W wodzie destylowanej i w bardzo rozcieńczonych roztworach soli organicznych albo soli alkalicznych obojętnych, także ruch dosyć prędko ustaje.

Ciała narkotyczne w wodzie rozpuszczone żadnego nie wywierają wpływu. W dosyć mocnych, lecz niezbyt zgęszczonych roztworach cukru, soli alkalicznych obojętnych, soli kuchennój i innych ruchy dosyć dobrze się utrzymują. Białko jajka kurzego, surowica krwi, płyn wodny oka, nawet moczkalka doskonale zachowują ruchy ciałek nasiennych, a ruchy przerwane nawet na nowo wzbudzić zdołają. Najlepsze w tym względzie skutki otrzymujemy przez alkalia gryzące i sole alkaliczne, jeżeli je nawet używamy w dosyć mocnym roztworze (aż do 40%). Można je uważać za właściwe bodźce ciałek nasiennych, gdyż za dodaniem alkaliów ruchy na nowo się rozpoczynają w ciałkach, na które inne odczynniki już żadnego nie wywierają wpływu.

Po odkryciu wciskania się ciałek nasiennych wewnątrz jajka przez otwór załączkowy (*Mikropyle*), wszystkie niewłaściwe zdania i przypuszczenia o sposobie zapłodnienia jaj musiały runąć. Zapłodnienie więc już miejsca mieć nie może przez samo stykanie się jajka z ciałkami nasieniemi (*contactus*) czyli przez tak zwaną *katalizę*; lecz ciałko ściśle się łączy z jajkiem. Krótki czas po wcisnięciu się do żółtka ciałka nasienne jeszcze są widzialne, później znikają, zapewne przez rozpuszczenie i mieszanie się z substancją żółtka. Lecz sprawę tę nie można uważać za czysto fizyczną albo chemiczną, ale ciałko wchodzi w organizację jajka, dodaje mu pewnych własności i i rozbudza w niem czynność żywotną t. j. jajko zaczyna się rozwijać. Przejście właściwości i chorób ojca na dziecko

objaśnić sobie nie możemy, jeżeli przypuszczamy proste zmieszanie się substancji ciałek nasiennych z substancją jajka; koniecznie przyjąć należy, iż przy zapłodnieniu jeden najprostszyszy organizm ściśle się łączy z drugim. Nie wiadomo jeszcze, czy jedno ciałko nasienne wystarcza do zapłodnienia jajka, albo czy kilka ciałek do tego potrzeba. Tyle przynajmniej doświadczeniami nad jajkami rybiemi udowodniono, iż bardzo nieznaczna ilość nasienia rozcieńczonego wielką ilością wody kilka tysięcy jaj zapłodnić zdoła. W jajkach zwierząt ssących zwykle więcej niż jedno ciałko nasienne po zapłodnieniu spstrzeżono.

c) Tworzenie się ciałek nasiennych.

Nadmieniono powyżej, że komórki nabłonkowe, wyścielające końce jajników workowatych u niższych zwierząt wprost się zamieniają na jajka. Podobną budowę przedstawiają u tych samych zwierząt (*Nematoda*) organa rodne męskie, stanowiące gruczoły podłużne rurkowate. Końce ślepe tych woreczków są wypełnione okrągławemi jasnemi komórkami, które zwyczajnym sposobem tam się rozmnażają i w niczem się nie odróżniają od komórek znajdujących się w woreczkach jajnikowych. Trudno dla tego tam rozróżnić organa męskie od organów żeńskich, jeżeli nie znajdujemy utworów dalszego rozwoju owych komórek, gdyż jedne się zmieniają na jajka, a drugie tworzą w sobie ciałka nasienne. Komórki, z których pochodzą ciałka nasienne, można więc uważać za równoważne utwory z komórkami jajkowemi t. j. mają one takie same znaczenie dla tworzenia nowego organizmu, jak te ostatnie. To podobieństwo związkowych komórek (*Keimzellen*) stwierdza się jeszcze przez pewien objaw przy rozwijaniu się ciałek nasiennych. Komórki w organach męskich tworzą w sobie kilka

nowych małych komórek podobnym sposobem, jak jajka zapłodnione w sprawie przewężania się. Komórki pochodne posiadają wszystkie części do składu komórek należące. Nie-

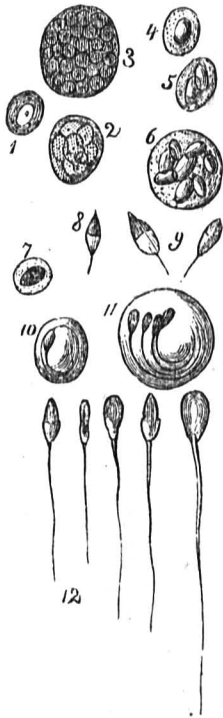


Fig. 13.

które z nich przez cały czas dalszego rozwoju zostają otoczone błoną komórki maczynnej, którą niektórzy autorowie nazywają *cystą*. Wtenczas dopiero, kiedy ciała doszły do zupełnej dojrzałości, błona cysty niknie. Takie komórki pierwotne czyli maczynne czyli cysty, można łatwo znaleźć w organach rodnych wszystkich prawie zwierząt i człowieka; są albo jeszcze nie zmienione albo napełnione komórkami pochodnymi. Ciała nasienne tworzą się w komórkach pochodnych, zarówno wolnych jak i jeszcze otoczonych cystą, a to według poszukiwań K o e l l i k e r a takim sposobem, że jądro komórki przyjmuje powoli formę główki, i z tej główki wyrasta co raz bardziej przedłużający się ogonek. Ciało utworzone przebija narazcie błonę swęj komórki i z niej wychodzi, lecz często błonka otacza jeszcze główkę przez czas niejaki nakształt kapturka. Jeżeli ciała z owych komórek maczynnych uwolnione, jeszcze bywają otoczone błoną komórki pierwotnej

czyli cysty, to układają się regularnie na wewnętrznej po-

(Fig. 13), Tworzenie się ciałek nasiennych u zwierząt ssących. 1, komórka prosta; 2 i 3, komórki napełnione licznymi jądrami; 4, 5, 6, komórki zawierające jądra przedłużone; 7, 8, 9, przemiana jąder na ciała nasienne, tworzenie się ogonka; 10, puszka czyli cysta zawierająca komórkę z ciałkiem nasiennym; 11, puszka z czterema ciałkami nasiennymi; 12, ciała nasienne wolne dojrzewające. (Z Hist. Freya).

wierzchni tej błony; główka leży wtenczas przy główce, a ogonek równolegle do ogonka, dopóki i te ciała przez zniszczenie się cysty nie uwolnią się.

Płyn nasienny tworzy się w mniejszej części z błony przewodów nasiennych, która jest złożona nakształt błon śluzowych, a u niektórych zwierząt nawet zawiera własne gruczoły. Większa część płynu pochodzi z gruczołów do organów rodnych przynależnych.

d) O składzie chemicznym.

O składzie chemicznym nasienia mniej jeszcze wiemy aniżeli o składzie chemicznym jaj. Wiadomo nam tylko, że w ciałkach nasiennych znajduje się substancja białkowata, która się rozpuszcza w alkaliach, a z rozczyńców takich wydziela się przez kwas octowy. *F r e r i c h s* uważa ją za *Proteïdentoxyl* (*Muldera*). Kwasy mineralne i organiczne nie rozpuszczają ciałek nasiennych zwierząt ssących; tak samo działają węglany alkaliów. Ogonki ciałek nasiennych żaby i ryb w tych odczynnikach łatwo się niszczą, główki przeciwnie i tu nie ulegają żadnym zmianom. Substancje mineralne znajdują się w ciałkach w wielkiej ilości, według *F r e r i c h s a* $5\frac{1}{5}\%$. Po spaleniu ciałek na blaszce, pozostają substancje mineralne w całości w kształcie ciałek nienaruszonych.

Płyn nasienny zawiera białko przez gotowanie krzepnące, nazwane przez *V a u q u e l i n a* *Spermatiną*, które w niczem się nie odróżnia od białka w innych cieczach zwierzęcych się znajdującego. Z substancji mineralnych spotykamy tam chlor-ki, fosforany i siarczany alkaliów i fosforan magnezji.

II. O krwi i limfie.

I. Skład morfologiczny.

Krew składa się głównie z dwóch części, z komórek i z substancji międzykomórkowej. Substancja międzykomórkowa jest to ciecz przezroczysta, bezbarwna, nazwana *osoczem* (*plasma sanguinis*), a komórki krwi reprezentują tak zwane *krążki krwi* czyli *kulki krwi czerwone* (*corpuscula s. granula s. globuli s. cellulae sanguinis coloratae*), i tak zwane *kulki krwi białe* czyli *kulki limfatyczne* (*corpuscula decolorata, globuli limfatici s. globuli chyli*).

Według poszukiwań **V i e r o r d t a** i **W e l k e r a** mieszczą się w milimetrze sześciennym krwi 4—5 milionów krążków czerwonych, a z białych kulek tylko 8—13 tysięcy, więc na tysiąc czerwonych kulek przypadają tylko trzy białe.

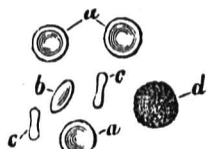


Fig 14.

Oprócz tych komórek znajdują się we krwi niekiedy jeszcze drobne ziarnka tłuszczu (zwykle tylko po użyciu pokarmów tłuszczowych), pasożyty przypadkiem do krwi wnikle, bryłki włóknika i t. p.

Kulki czerwone czyli *krążki krwi*. U wszystkich zwierząt kręgowych mają te ciała kształt okrągławy płaski; lecz w różnych rzędach tych zwierząt kształt ten zasadniczy różnym podlega zmianom. Tak np. u zwierząt ssących krążki zupełnie są okrągłe, z obu stron wklęsłe, nie mają za-

(Fig. 14.) Krążki krwi czerwone i kulki białe ze krwi ludzkiej; *aa*, krążki na płask leżące; *b*, krążek położony skośnie; *cc*, krążki leżące na sztorc; *d*, kulka biała krwi. (Z Hist. Freya).

dnego jądra, tylko kulki krwi zwierząt należących do rodziny lamy (np. wielbłąd, lama) są owalne, krążki ptaków, gadów i ryb mają kształt podłużno-okrągły, z obu stron nieco wypukły. Opatrzony są te krążki wyraźnym jądrem, tylko u niektórych ryb niższego rzędu (np. *Mixine*, *Petromyzon*) znajdują się ciała podobne do krążków krwi ludzkiej. Wielkość krążków u różnych zwierząt także jest różna. Najmniejsze znajdują się u zwierząt ssących i u człowieka, największe u gadów. Z rzędu ssących słoń i leniwiec największymi krążkami są opatrzone, a koza najmniejszymi. Krążki krwi u myszy większe są od krążków u konia.

Średnia wielkość krążków krwi człowieka wynosi 0,0069 mm., grubość 0,0028 mm., średnica kulek bezbarwnych czyli białych 0,01 mm. Kulki białe u człowieka są więc większe od krążków czerwonych; u ptaków, gadów i ryb przeciwnie są większe. Średnica krążków u *Proteus anguineus* wynosi 0,073 mm., są więc 10 razy szersze i dłuższe od krążków człowieka. Co do miary objętości kulek w stosunku do objętości osocza, to proporcja ta u wszystkich zwierząt zdaje się być równą; im bardziej ciała we krwi zwierząt niższego rzędu się powiększają, tym znacznie zmniejsza się ich liczba i summa ich powierzchni.

Pod mikroskopem w ogóle dwie formy kulek czerwonych spostrzegamy t. j. kółka i laseczki. Kółka zdają się być w środku opatrzone jądrami, a laseczki ze krwi człowieka i zwierząt ssących na obu końcach są nieco obrzękłe, ze krwi ptaków, gadów i ryb przeciwnie na końcach są spiczaste, a w środku wypukłe. Te pozornie różne formy pochodzą z różnego położenia jednych i tych samych krążków pod mikroskopem. Bo kiedy leżą na powierzchni płaskiej, to badającemu pokazują kształt kulisty; kiedy przeciwnie stają na sztorc, wtedy kształt ich zdaje się być laskowaty. Takie laski pozorne są wklęsłe w krążkach krwi człowieka i zwierząt ssących, bo i całe krążki z obu stron są wklęsłe, u drugich zwierząt kręgowych przeciwnie krążki są wypukłe, dla tego też i laski owe okazują pozór wypukłości w środku.

Pozorne jądro w krążkach zwierząt ssących i człowieka

pochodzi z wklęsłości obustronnej, bo cień z téj formy wynikający daje pozór plamki okrągłej w środku krążka zawartej. Krążki zwierząt niższych rzędów mają jądro leżące w miejscu wypukłości. Jądro to wtedy tylko wyraźnie poznać można kiedy kulka wodą przez dyfuzję nabraną nabrzmiała. Oprócz jądra posiadają te krążki krwi błonę jednolitą, przezroczystą, bezbarwną i treść płynną, klarowną, czerwonawo ukolorowaną; możnaby więc te utwory właściwie nazwać komórkami krwi. Nieprzyznawali badacze krążkom krwi człowieka i zwierząt ssących nazwy komórek, z powodu, że nie były opatrzone jądrami. Lecz pokazano, że w zarodkach ludzkich aż do wielkości 30 milimetrów krążki po największej części są opatrzone jądrami.

Kulki białe krwi nie okazują u różnych zwierząt tak znacznych zmian kształtu i wielkości, jak czerwone. Są wszędzie kuliste, bezbarwne, opatrzone jądrem i treścią ziarnistą. Błona tych komórek wtedy tylko jest widzialna, kiedy przez dyfuzję nabrały płynu, napęczniały i błona przezroczysta od treści się oddaliła. Wtedy dopiero i jądro wyraźnie rozpoznać można. Zwykle używa się do wykazania jądra kwas octowy, który treść ziarnistą i jądro osłaniającą robi przezroczystsza. Wielkość kulek białych u różnych zwierząt prawie jest jednakowa.

Limfa i mlecz pokarmowy (chylus). Limfa jest zawarta w naczyniach limfatycznych, a mlecz w naczyniach mleczo-
wych (*vasa chylifera*). Obadwa rodzaje naczyń łączą się z sobą i wpadają do żył. Ciecze w nich zawarte są bardzo do siebie podobne, tak co do części morfologicznych, jak co do chemicznych części składowych. Składają się z komórek i z substancji międzykomórkowej płynnej.

Komórki są takie same, jak i kulki białe krwi, nie potrzeba więc szczegółowo je tu opisać. Substancja międzykomórkowa czyli *plasma limfy* podobnym sposobem jest złożona, jak osocze krwi; o różnicach chemicznych poniżej inowa będzie.

2. Objawy diffuzyjne i fizyczne.

Diffuzja w żadnych komórkach tak widocznych zmian nie sprawia, jak w kulkach krwi. W czystej wodzie naprężają się krążki i przybierają kształt zupełnie kulisty. Jądro w tak napęczniałych krążkach gadów i innych zwierząt kręgowych doskonale jest widocznym. Żółtawy kolor krążków coraz bardziej ginie i nakoniec zupełnie znika.

Naprężenie w skutek diffuzji powstałe może być tak silne, że krążki pękają, treść zupełnie wytryska, a błona sama tylko

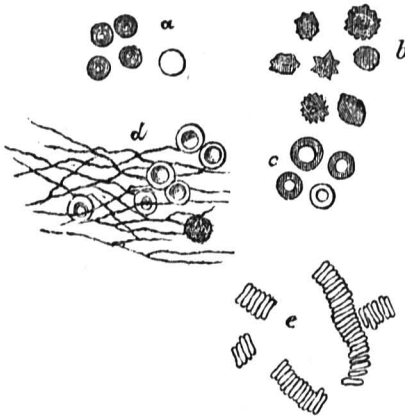


Fig. 15.

pozostaje. Kiedy przeciwnie do krążków krwi dodaje się płyn gęsty czyli mocny roztwór jakiej soli albo cukru, to treść płynna z ciałek wysiada, krążki wtedy się ściągają, zapadają i przyjmują kształt gwiazdowaty. Kulki białe mniej są podległe tym zmianom, niż krążki czerwone. Kiedy kto kulki krwi chce zbadać w stanie

nienaruszonym, to do zwilżenia ich użyć potrzeba płynu lub roztworu zawierającego tyle części stałych, ile samo osocze krwi zawiera.

Co do innych fizycznych własności komórek krwi wspomniemy po krótko: że ciężkość właściwa krążków czerwono-

(Fig. 15), Krążki krwi zmienione; *a*, krążki działaniem wody napęczniałe; *b*, krążki marszczące się w mocnych roztworach solnych; *c*, krążki wysychające; *d*, krążki i ciałko białe we krwi skrzeplonej; *e*, krążki skupione naksztalt wałek piennejnych. (Z Hist. Freya).

nych równa się 1,088, a ciężkość właściwa osocza 1,030. Kulki białe są lżejsze od czerwonych; ciężkość ich właściwa zbliża się do ciężkości osocza. Kiedy z żyły krew świeżo się upuszcza do naczynia szklanego, to widzimy, że kulki czerwone opadają na dno, kulki białe

przeciwnie pozostają na wierzchu. Im prędzej krew krzepnie, jak to przedewszystkiem ma miejsce w świeżej i zdrowej krwi tętniczej, tym bardziej zostaje utrudnione osadzanie się krążków czerwonych i tym bardziej skrzep utworzony zatrzyma kolor czerwony. Jeżeli przeciwnie włóknik się zmienił, jeżeli on własność szybkiego skrzepnienia stracił, jak to zwykle się zdarza w chorobach zapalnych, to krążkom czerwonym więcej pozostaje czasu do osadzania się, tym bardziej się nagromadzają na dnie naczynia, a na powierzchni skrzepu pozostaje warstwa biaława, złożona z samych ciałek białych. Ta warstwa odgrywała w dawniejszej medycynie wielką rolę pod nazwiskiem *crusta inflammatoria*.

Kolor tak zwanych krążków czerwonych, przedstawia się pod mikroskopem, w pojedynczych komórkach, jako bardzo jasny, żółtawy, a dopiero kiedy kilka krążków leży na kupie, wtedy czerwony kolor ich jest najwyraźniejszym.

W naczyniach włoskowatych widzianych pod mikroskopem, komórki krwi krążącej różne ciekawe ruchy okazują, już to ściągają się, już się przedłużają. Ruchy te są zawisłe od mechanicznych wpływów, krążki kurczą się np. tam, gdzie strumień krwi je przeciska przez ciasne naczynia włoskowate. Oprócz tego spostrzeżono w kulkach białych właściwe samodzielne ruchy. Mogą się one ściągać i rozciągać, przyjmują raz kształt gwiazdowaty z wypustkami promieniastymi,

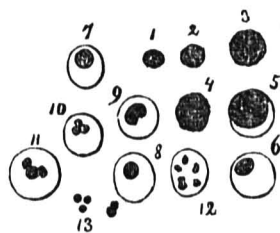


Fig. 16.

(Fig. 16.) Ciałka białe: 1—4 nie zmienione; 5—12 ciała białe przez wpływ wody czystej napęczniałe, wyraźne jądra okazujące; 13 jądra wolne. (Z Hist. Freya.)

a drugi raz się skłębiają i zaokrągłają. Te zjawiska, podobne do poruszania się pewnych wymoczków (*amoeba*), według najnowszych poszukiwań, nie są właściwe kulkom białym krwi, lecz tam się okazują, gdzie rzeczywiście we krwi takie wymoczki istnieją.

Krażki czerwone łatwiej się poruszają w naczyniach włoskowatych, niż kulki białe. Pierwsze zawsze w środku naczynia ze strumieniem płyną, a ostatnie przeciwnie leżą blisko ściany naczyniowej i trudniej się przesuwają. Przyczyna tego zjawiska nie jest dostatecznie wyjaśnioną.

We krwi z naczyń oddalonych, krążki z szerokimi powierzchniami się zlepiają i tworzą większe szeregi, przedstawiające się pod mikroskopem jako rulony monet.

3. Własności chemiczne.

Szczegółowe zbadanie własności chemicznych i składu ilościowego krwi, należą do fizjologii, dla tego tu po krótko podanemi będą najważniejsze tylko fakta.

Błona, treść i jądro krążków i kulek białych składają się z substancji białkowatej. W treści kulek białych zdaje się być zawarty tłuszcz w kształcie drobnych ziarenek. Treść płynna krążków czerwonych, zawiera substancję białkową, nazwaną *globulinem* czyli *hematokrystalinem*. Substancja ta, według odkrycia *Reicherta*, przybierać może kształt kryształowy. Zwykle jest ona czerwono zabarwiona przez substancję barwnikową w niej rozpuszczoną, nazwaną hematynem. Wykazała chemia, iż hematyn znaczną ilość żelaza zawiera i niektórzy przypuszczali że tlenek żelaza jest przyczyną tego koloru; inni przeciwnie dowiedli, że można hematynu pozbawić żelaza bez pozbawienia go koloru. Jaśniejszy i ciemniejszy kolor krwi tętniczej i żylniej zależy od wpływu tlenu i kwasu węglanego na hematyn.

Osocze krwi składa się z substancji samowolnie krzepnącej, nazwanej włóknikiem (*fibrinum*) i z płynu nazwa-

nego surowicą krwi (*serum sanguinis*). W surowicy zawarte jest białko przez gotowanie krzepnące, dalej tłuszcz, sole organiczne i mineralne i t. d. Kiedy kropelka krwi powoli krzepnie albo kiedy z większej ilości skrzepu (*crassamentum*) kawałek jego się podłoży pod mikroskop, wtedy włóknik zgęszczony przedstawia postać włókienkową i zdaje się być złożonym z niezmierniej ilości niteczek nakształt kryształów ułożonych.

Co do wpływu odczynników to trzeba odróżnić objawy diffuzyjne od zjawisk właściwie chemicznych, lecz pierwsze z drugimi zwykle tak są połączone, że trudno je dokładnie rozróżnić. Tak np. kwasy mineralne nie tylko sprawiają skrzepnienie substancji białkowej w kulkach zawartej, lecz z powodu powinowactwa do wody wyciągną takową z treści kulek. Dla tego przez wpływ kwasów mineralnych, kulki zwykle marszczą się, a nareszcie w nich się rozpuszczają. W roztworach alkalicznych kulki szybko pęcznieją, stają się bardzo przezroczystymi, tracą wtedy coraz bardziej swoje kontury, a nareszcie zupełnie znikają. O wpływie diffuzyjnym mocnych roztworów solnych, była powyżej mowa. Kulki w nich dosyć długo się utrzymują, lecz powoli i tu się niszczą. W roztworze jodowym kulki marszczą się i żółtawo lub brunatno się farbują. Substancje, które sprawiają krzepnienie białka, podobnie działają na kulki krwi; następuje mocniejsze lub słabsze ściąganie się i zmiana formy zależnie od stężenia odczynników. Kolor krążków także się zmienia, działaniem kwasów mineralnych przyjmują zwykle kolor brunatny. Sole sprawiają ciemniejsze zabarwienie krwi, przez alkalia kolor się niszczy. Przy dłuższym wpływie wody czystej, hematyn z krążków wysiaka; ciałka napęczniałe przyjmują kształt kulisty, przezroczysty, stają się zupełnie bezbarwnymi i przezroczystymi. Kulki białe w wodzie także się powiększają, lecz w ogóle lepiej się zachowują niż krążki. Podobny wpływ wywierają kwas octowy i inne rozcieńczone kwasy organiczne. Krążki czerwone w nich szybko pęcznieją, tracą kolor, okazują się jako zupełnie przezroczyste szkliste kule. Kulki białe także się stają przezroczystsze, lecz mało się powiększają; zawartość ziarnista nieznika zupełnie, a jądro wyraźnie się pokazuje.

Podczas gdy ciała czerwone w kwasach takich szybko się niszczą, kulki białe bardzo długo w nich się zachowują. Wreszcie nadmienić tu jeszcze można, że krew zawsze ma własności alkaliczne, prawdopodobnie zależące od fosforanów zasadowych i węglanów alkalicznych, w znacznej ilości we krwi zawartych.

4. O tworzeniu się ciałek krwi.

W początku rozwoju zarodka, ciała krwi razem z naczyniami się tworzą. W pokładzie średnim (*stratum intermedium*) czyli tak zwanym listku średnim, wyróżnia się pewna ilość komórek, przewężaniem jajka utworzonych, w kształcie rozgałęziających się naczyń, t. j. początki naczyń stanowią jednorodne z komórek złożone gałęzie. W takich gałęziach, które się składają ze stałej masy, część zewnętrzna komórek zmienia się na stałą błonę naczyniową, część wewnętrzna przeciwnie przeobraża się na kulki krwi, które naprzód bezpośrednio się stykają, lecz pomiędzy nimi tworzy się szybko płynna substancja międzykomórkowa czyli tak zwane osocze krwi.

Po utworzeniu się całego układu naczyniowego inny jeszcze sposób rozinnazania się krążków nastąpić musi. Niektórzy badacze utrzymują, że w zarodkach kulki krwi się dzielą, (*Re-mak*), lecz z drugiej strony *Reichert* starał się dowieść, że spostrzeżenia te opierają się na preparatach sztucznych. Zatem owo pytanie nie jest jeszcze rozstrzygnięte, tylko tylko wiadomo, że w młodych zarodkach człowieka i zwierząt ssących, krążki czerwone po większej części są opatrzone jądrami. Przypuszczenie, że w małych zarodkach wątroba jest miejscem tworzenia się krążków krwi, zdaje się być mylnym.

W zarodkach już więcej rozwiniętych i w dalszych okresach życia, krążki czerwone prawdopodobnie się tworzą z ciałek limfatycznych. Kulki te tracą naprzód jądro, następnie zmieniają zawartość ziarnistą na płyn czerwony przezroczysty, a nakoniec przyjmują kształt spłaszczony krążkowy. Stopnio-

we takie przemiany były spostrzeżone przez Koellikera u niektórych zwierząt i zarodków. Kulki białe krwi niewątpliwie są te same, jak się znajdują w limfie, lecz prawdopodobną jest rzeczą, że ciała, które widzimy zwykle pod mikroskopem równocześnie z krążkami czerwonymi wziętymi z naczyń obwodowych, nie posiadają już zdolności do przeobrażania się w kulki czerwone. Zmiana kulek limfatycznych, z limfą do serca przybywających, uskutecznia się prawdopodobnie już w początkach koła obiegowego.

Limfa, która jeszcze nie doszła do gruczołów limfatycznych nie zawiera żadnych pierwiastków uorganizowanych, stanowi ona ciecz czystą i przezroczystą. Dopiero w naczyniach wyprowadzających limfę z gruczołów, znajduje się wielka ilość kulek limfatycznych. Z naczyń limfatycznych, limfa obfitująca w kulki białe wlewa się do naczyń żylnych.

Jeżeli kulki limfatyczne, przez pewną dotychczas jeszcze nie odkrytą przyczynę, straciły zdolność przeobrażania się w kulki czerwone, to wtenczas ilość krążków czerwonych się zmniejsza, ilość kulek białych przeciwnie nadzwyczajnie się powiększa. Normalny stosunek ciałek białych do czerwonych w chorobie nazwanej białaczką (*leukaemia*) tak się zmienić może że ilość białych, nawet cztery razy nad ilością czerwonych, w niektórych zbadanych wypadkach przeważała.

Nieprawidłowe powiększenie się gruczołów limfatycznych lub śledziony zawsze poprzedza i towarzyszy białaczce. Można to uważać za nowy dowód, że w gruczołach limfatycznych i organach podobną budowę okazujących np. w śledzionie, w grasicy (*glandula thymus*), w tak zwanych gruczołkach torbko-watych (*glandulae folliculares Peyerii et solitariae*), jest miejsce tworzenia się kulek limfatycznych. Przeznaczenie grasicy natchmiast nam się wyjaśnia, gdy przypuszczamy, że służy do tworzenia kulek krwi; rozumiemy wtedy, dla czego tak długo jest czynną, jak długo zarodek i dziecko szybko się powiększa i wielkiej ilości nowych krążków wymaga, a w wieku dojrzałości znika i zamienia się na samą tkankę łączną.

O sposobie niszczenia się krążków czerwonych nie mamy żadnej pewności. Wiemy tylko, że wielka ilość krążków się

zmienia w śledzionie; kulki coraz więcej się zmniejszają i przeobrażają w ziarenka barwnikowe brunatne i czarne. Gromady takich ziarenek są otoczone pęcherzykową powłoczką. Przypuszczenie, że wszystkie krążki w śledzionie się zmieniają, że śledziona więc jest organem przeznaczonym do niszczenia krążków krwi, jest tak niewłaściwe, jak przypuszczenie odwrotne, t. j. że krążki czerwone w samej śledzionie się tworzą. Jak szybko odnowa znikających krążków się odbywa, niewiadomo. Przypuszczenie, że każdy krążek tworzy w sobie osocze krwi, a po jednorazowym wypełnieniu tego przeznaczenia przez pęknięcie owęj błonki, ciecż utworzoną na sposób wydzielin gruczołowych uwalnia, zdaje się być mylnem.

5. Znaczenie funkcjonalne krążków czerwonych.

O przeznaczeniu krążków krwi do utrzymania czynności żywotnych w organizmie, do tego czasu nic pewnego nie wiemy. Wnioskujemy tylko, że krążki krwi są potrzebne do zachowania chemicznego składu krwi, że osocze z nabranych substancji odżywczych za pośrednictwem tych komórek powstaje. Substancje z pokarmów do krwi przybywające, wpływem komórek zmieniają się na właściwe części osocza, otrzymują odpowiedni skład, aby dla drugich komórek i tkanek ciała służyły jako substancje odżywcze, aby stały się zdatnymi do innych przemian i do tworzenia części uorganizowanych.

Dowiedziano także, że tlen przenikły do krwi przez oddychanie, najwięcej w krążkach jest zawarty. Wstępuje on tam na miejsce kwasu węglanego, który przy oddychaniu występuje. Krew za mało krążków zawierająca, przeznaczenia swego dostatecznie wypełniać nie jest w stanie, jak np. w bladaczce (*chlorosis*).

III. O utworach nabłonkowych.

I. Skład morfologiczny.

Tkanki nabłonkowe (*epithelium*) tem się odznaczają, że w nich komórka leży obok komórki, tak że ściana jednej komórki bezpośrednio się styka ze ścianą komórki sąsiedniej. Nie można pomiędzy komórkami przypuszczać żadnej substancji międzykomórkowej, bo mikroskop takiej substancji nigdy nie wykazuje. Wolno tylko w niektórych razach wnioskować o istnieniu pewnej substancji spajającej, gdzie jedna komórka mocno jest połączona z drugą, lecz ilość tej substancji wtedy tak jest nieznaczna, że pod mikroskopem spostrzedz jej nie można. Dawniej upatrywano różnicę pomiędzy nabłonkiem i błonami nabłonkowymi (*epithelium et membranae epitheliales*), przypuszczając, że w nabłonkach komórki obok siebie leżące wcale nie są złączone, w błonach zaś nabłonkowych komórki tak ściśle są spojone, że nie można ich rozłączyć, chyba tylko mocnymi odczynnikami chemicznymi. Ten związek według dawniejszego zdania, w niektórych częściach ciała staje się jeszcze ściślejszym, bo ściany jedną komórkę z drugą łączące, nikną razem z jądrami, a błona utworzona z komórek zmienia się tym sposobem w błonę jednolitą szklistą. Autorowie jednak już nie wspominają o takich różnicach, z powodu że wszystkie nabłonki uważane są jako błony, z których jedne składają się z mocno zlepionych komórek, a drugie z komórek łatwo rozpadających się. Gdzie błona szklista jednolita nad nabłonkiem rzeczywiście istnieje, tam nie powstała ona z komórek zrosłych, lecz jest utworem wydzielania komórek nabłonkowych leżących pod powierzchnią owęj błonki szklistej, np. tak zwane oskórki (*cuticulae*) w jelitach owadów. Czasem znajdują się błony nie zupełnie jednolite, gdzie widać jądra równo rozłożone, lecz błony komórkowej nie można dostrzedz. W takim razie można

przypuścić, że komórki w takiej błonie rzeczywiście istnieją, lecz wskutek nadzwyczajnej cienkości i przezroczystości nie są widzialne, w wielu bowiem takich błonach, gdzie z początku ściany komórek nie były widoczne, później je wykazano, a oprócz tego zaprzecza także niknieniu ścian komórkowych, żwawa czynność komórkom tylko właściwa, któraby zginęła, gdyby komórki istnieć przestały.

Odróżniamy kilka rodzajów nabłoneków, stosownie do różnych własności które okazują. Zwykle dają się nabłonkom różne nazwy, ze względu na różne kształty komórek je składających, jako to:

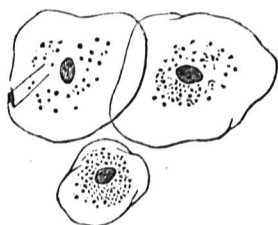


Fig. 17.

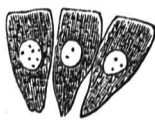


Fig. 18.

a.) *Nabłonek płaski (epithelium lamellosum)*, kiedy komórki są rozszerzone w kierunku powierzchni błony, a spłaszczone w kierunku prostopadłym do powierzchni.

b.) *Nabłonek słupkowy (epithelium cylindricum s. conoideum)*, gdzie komórki w kierunku grubości nabłonka są przedłużone, a

w kierunku powierzchni zwężone. Kształt komórek więc jest walcowaty, albo mniej więcej stożkowaty. Wszystkie komórki w połączeniu są ustawione obok siebie na sposób słupków.

c.) *Nabłonek przechodni (epithelium transitorium)*, ma formę pośrednią między dwoma poprzednimi rodzajami. Komórki takie już więcej do nabłonka płaskiego, drugi raz do nabłonka słupkowego się zbliżają; często nawet okazują formę zupełnie okrągłą.

Komórki nabłonka płaskiego widziane z wierzchu, okazują albo kształt okrągły (np. w różnych gruczołach), albo

(Fig. 17.) Nabłonek płaski z jamy ustnej człowieka. (Z Histologii Freya.)

(Fig. 18.) Nabłonek słupkowy. (Z Hist. Freya.)

mniej więcej regularny, wielokątny, posadzkowaty (np. nabłonie śluzowej), albo regularnie sześciokątny, a wtedy nazywa

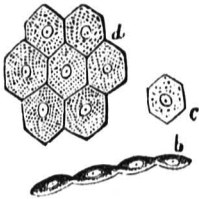


Fig. 19.

się nabłonkiem płaskim w ścisłym znaczeniu. Lecz komórki płaskie mogą także przyjmować różne inne formy, np. formę podłużno-spiczastą, a wtedy nabłonek zwię się płaskim wrzecionowatym, jaki np. się znajduje w naczyniach krwionośnych.

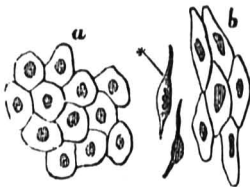


Fig. 20.

Komórki nabłonka słupkowatego są mniej więcej długie. Niektóre są dosyć regularne walcowate, t. j. jeden koniec jest prosty jakby równo ucięty, a drugi koniec jest zaokrąglony. Wreszcie grubość ich wszędzie jest równa. Inne mają dosyć znaczne przedłużenie, przez to przybierają kształt podłużny, stożkowaty albo kolbkowaty, albo nawet mniej więcej włókienkowaty, w miejscu gdzie leży jądro, zgrubiony i t. p. Na przecięciu poprzecznym zdają się komórki słupkowate być albo owalne, albo regularnie sześciokątne i t. p. Po największej części komórki

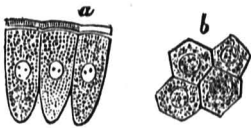


Fig. 21.

słupkowate są proste, rzadko skrzywione, zagięte.

Nabłonek płaski może się składać z jednej warstwy i zowie się wtedy nabłonkiem płaskim *jednowarstwowym*, albo kilka (nawet kilkadziesiąt) komórek są ułożone jedna nad drugą, wtedy się zowie nabłonkiem *warstwowatym*. Nabłonek słupkowa-

(Fig. 19.) Nabłonek regularny sześciokątny; *b* z boku, *d* z góry widziany, *c* pojedyncza komórka. (Z Hist. Freya.)

(Fig. 20.) Nabłonek płaski nieforemny i wrzecionowaty; *a* z błony surowiczéj, *b* z naczynia; * komórki nabłonka naczyniowego z boku widziane. (Z Hist. Freya.)

(Fig. 21.) Nabłonek słupkowaty z kiszki cienkiéj królika, *a* widziany z boku, *b* z góry. (Z Hist. Freya.)

ty jest zawsze jednowarstwowy. Koelliker i inni utrzymują, że w niektórych miejscach (np. w nosie, w tchawicy i t. d.) znajduje się nabłonek słupkowy wielowarstwowy. Zdanie

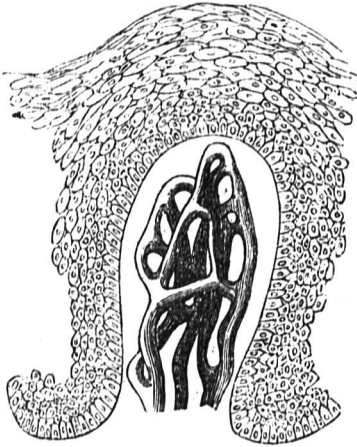


Fig. 22

to po części jest mylne, bo każda komórka słupkowata cienkim końcem sięga do podścieliska, leżącego pod nabłórką, a pomiędzy końcami cienkimi komórek znajdują się mniejsze młode komórki mające kształt okrągło podłużny, które powoli rosnąc, wsuwają się pomiędzy drugimi komórkami ku powierzchni i na koniec zwycajny kształt słupkowy otrzymują. W niektórych jednak miejscach, np. w mo-

czowodach (*ureteres*) i pęcherzu moczowym, znajduje się nabłonek płaski warstwowy, w którym komórki powierzchniowe bardzo są podobne do komórek słupkowych, tak co do formy, jak co do ułożenia. Nabłonek dachówkowy, jest to rodzaj nabłonka pośredniego między warstwowym i jednowarstwowym. Jedna komórka zachodzi tam na drugą nakształt dachówki, lecz każda, przynajmniej po części, przymocowana jest do podścieliska. Nabłonek dachówkowy płaski znajduje się np. na powierzchni włosów, a nabłonek dachówkowy słupkowy znajduje się na pewnych utworach brodawkowych u niektórych zwierząt.

Tęgosc i grubosc sciany komórkowej w różnych nabłonkach bardzo jest różna. Niektóre komórki nabłonkowe już pod wpływem czystej wody się psują, np. komórki słupkowe na błonie węchowej; inne przeciwnie opierają się przez dłu-

(Fig. 22.) Nabłonek warstwowy płaski z dziąsła dziecięcia na brodawce zawierającej siatkę naczyń włoskowatych. (Z Hist. Koellikera).

gi czas działaniu najmocniejszych odczynników chemicznych. Jedne nabłonki łatwo rozpadają się na pojedyncze komórki, w innych zaś sztucznym tylko sposobem (po użyciu pewnych środków chemicznych) wskazać można ich naturę nabłonkową. Bez dokładnego badania trudno zrozumieć, iż delikatne nabłonki na niektórych błonach śluzowych i ważne narzędzia i utwory rogowe (np. naskórek, paznokcie, włosy, rogi, pióra, kopyta, dzioby, zęby wieloryba czyli fiszbin i t. d.), są jednego i tego samego pochodzenia. *Komórki gruczołowe*, chociaż w różnych gruczołach właściwej błonki nie stanowią, lecz w woreczkach gruczołowych bez porządku są skupione, niemniej jednak trzeba policzyć do utworów nabłonkowych; nawet komórki wątrobowe właściwie tu należą.

Komórki nabłonkowe często są napełnione ziarnkami barwnika (*pigmentu*) i wtedy się zowią *komórkami barwnikowymi* czyli pigmentowemi, np. na powierzchni wewnętrznej naczyń oka (*choroidi*), w naskórku różnych zwierząt i t. d.

Co do wielkości, komórki płaskie mają szerokość 0,07 — 0,008 milimetru; jądra tych komórek 0,016—0,0034 mm., jąderka 0,0027 mm. i mniej. Wysokość komórek słupkowatych dochodzi 0,145—0,043 mm., szerokość 0,0087—0,0043 mm.; jądra mają wielkość 0,014—0,0087 mm.

2. 0 migawkach.

Oprócz opisanych nabłonków odróżniają badacze jeszcze nabłonki i komórki migawkowe (*epithelium ciliatum*) od nabłonków rzęsami migotającymi czyli migawkami (*cilia*) nie opatrzonych. Właściwość owych nabłonków jest następująca: Na wolnej powierzchni komórki znajdują się bardzo cienkie rzę-



Fig. 23.

(Fig. 23.) Komórki migawkowe z przewodów powietrznych płuc 150 razy powiększone. (Z Hist. Koellikera.)

sy czyli niteczki, jednym końcem przymocowane do błony komórkowej, a drugim wolnym końcem żwawo się poruszające. Ten ruch na świeżych komórkach migawkowych tak jest szybki, że niepodobna odróżnić pojedynczych rzęsów, lecz na fałdzie nabłonka badanego pod mikroskopem, widać żwawe miganie pewnego niewyraźnie widocznego ciała, które dopiero, kiedy miganie zwolniło, okazuje się jako złożone z cienkich rzęsów.

Po największej części spostrzeżono migawki tylko na nabłonkach słupkowatych; lecz i na komórkach okrągłych a nawet spłaszczonych w niektórych częściach ciała zwierzęcego także je odkryto. Długość rzęsów jest bardzo różna. W niektórych częściach ciała są długie, wyraźne, łatwo widzialne; a w innych przeciwnie bardzo krótkie, trudne do spostrzeżenia. U niektórych zwierząt (np. w uszach minogów) odkryto komórki płaskie, opatrzone jedną długą rzęsą migoczącą. Cienkość rzęsów nie jest wszędzie jednaka, w jednym miejscu są grubsze, w innym delikatniejsze. Delikatne rzęsy łatwiej się psują pod wpływem wody i ruchy ich prędzej się przerywają. Według zdania niektórych badaczy, nie cały koniec wolny komórek jest okryty rzęsami, lecz tylko brzegi powierzchni końcowej; więc w takim razie rzęsy byłyby tam ustawione tylko na obwodzie górnej powierzchni.

Przyczyna tego osobliwego ruchu migawkowego dotąd nie jest wyjaśnioną. Dawniej, gdy komórki nabłonkowe nie były jeszcze dosyć zbadane, sądzili fizjologowie, że w komórkach bardzo drobne mięśnie są zawarte; przypuszczali dla tego, że i nerwy wchodzą do komórek migawkowych i na mięśnie owe wpływają. Lecz pokazało się, że do takich komórek nie wchodzi ani mięśnie, ani nerwy; że ten ruch jest zupełnie samodzielny, niepodległy wpływowi nerwów, podobnie jak w ciałkach nasiennych, także się poruszających bez wszelkiego wpływu innych części ciała. Ruch migawkowy jest bardzo żwawy, nawet na nabłonkach z ciała oddalonych i pod mikroskop poddanych, także i na pojedynczych oderwanych komórkach, więc i w częściach z pod wpływu nerwów usuniętych. Daléj, miganie w ciele martwym o wiele dłużej trwa, niż

pobudzalność nerwowa; przekonałem się raz, że miganie na błonie śluzowej nośa człowieka w 36 godzin po śmierci wcale jeszcze nie było osłabione, a po włożeniu tój saméj błony, oddalónéj z ciała, w roztwór soli kuchennéj, ruch migawkowy jeszcze przez 24 godzin doskonale się utrzymał, aż wreszcie zepsucie komórek nastąpiło.

Odczynniki chemiczne mocno działające, niszczą migawki razem z komórkami. *V i r c h o w* odkrył, że rozcieńczony roztwór potażu gryzącego, przerwany ruch migawkowy na krótki czas rozbudza, więc i rząsy migotne mają pobudzalność, jak i mięśnie, wywołać się dającą działaniem odczynników chemicznych. Jednak to nam nie objaśnia rzeczywistéj przyczyny ruchu migawkowego, lecz z tego wynika tylko, że rząsy migawkowe są wyrostkami błony komórkowéj, i że ten ruch jest skutkiem czynności żywotnéj tójże błony, w którój żwawe sprawy chemiczne się odbywają i wywołują powyższe objawy fizyczne. Podobne przyczyny przypuszczaliśmy dla ruchów ciałek nasiennych.

3. O tworzeniu się, odżywianiu i odnawianiu nabłonków.

Forma, tęgosc i własności funkcjonalne różnych nabłonkowych utworów tak są odmienne, że trudno zrozumieć ich powinowactwo i wskazać ich podobieństwo morfologiczne. Twarde, mocne, suche, wszelkim szkodliwym wpływom zewnętrznym opierające się utwory rogowe, pozornie nie posiadają nic wspólnego z miękkimi, łatwo się rozpadającymi komórkami gruczołowymi, które się już psują pod wpływem czystéj wody. Pomimo tego wątpić nie możemy o pierwotnéj jednorodności wszystkich tych części organizmu, tak odmienne się przedstawiających. Przypuszczenie to opiera się na trzech faktach: W różnych miejscach ciała, gdzie jeden twór nabłonkowy przechodzi w drugi, można się przekonać, że takie tkanki nie stykają się tylko ze sobą, że pomię-

dzy niemi nie istnieje wyraźna granica, lecz w miejscu przejścia znajdują się formy komórek, wyraźnie wskazujące stopniową przemianę jednego nabłonka na drugi. Tak np. łatwo pokazać jednorodność pomiędzy naskórkiem (*epidermis*) i paznokciem, a pomiędzy paznokciem i innymi utworami rogowymi. W ustach przechodzi naskórek w nabłonek miękkie, warstwowaty, płaski, błony śluzowej. W jamie nosowej i w otworze stolcowym przekonać się można o powolnem przejściu komórek naskórka w komórki słupkowate. W różnych gruczołach widzieć można z łatwością, przejście nabłonka wyściełającego ściany przewodów we właściwe komórki gruczołowe. Drugi fakt jest ten że wszystkie utwory nabłonkowe znajdują się na wolnych powierzchniach organów t.j. na zewnętrznej powierzchni ciała, na błonach wyściełających jamy ciała, na błonach śluzowych i na powierzchni wewnętrznej przewodów i naczyń. Wreszcie wszystkie utwory nabłonkowe podobnym sposobem się odżywiają, bo w żadnym z nich nie znajdują się ani naczynia ani nerwy, lecz części odżywczych dostarcza im tak zwane podścielisko, do którego są przymocowane. *Podścielisko* więc (*stroma, substratum*) dla nabłonków wielkie ma znaczenie. Składa się ono z tkanki łącznej w naczynia i nerwy obfitującej. Podścielisko utworów rogowych przede wszystkim się odznacza kształtem i budową, właściwie usposobioną do owego przeznaczenia, t. j. do odnowy utworów rogowych; nazywane ono tu jest *macicą* (*matrix*). Inne nabłonki nie posiadają takiego szczególnego układu podścieliska, ponieważ tak żwawej odnowy nie wymagają. Gruczoły, w których zmiana komórek bardzo żwawo się odbywa, tak są ułożone i przysposobione, że wielka ilość płynu odżywczego ciągle jest dostarczana komórkom nabłonkowym. Nabłonki więc samodzielnie istnieć nie mogą, są zawisłe od podścieliska, a po oddaleniu z niego, komórki umierają,

Czynność odżywienia takim sposobem się odbywa, że komórki nabłonka jednowarstwowego prosto nabierają substancje z naczyń wysiłekające. Komórki przeciwnie nabłonków warstwowatych pod powierzchnią położone, otrzymują części odżywcze za pomocą diffuzji z komórek dolnych, a o-

statnie otrzymują substancje do utrzymania życia potrzebne z naczyń w podścielisku się znajdujących. (Zob. Fig. 22.)

W utworach rogowych komórki warstw zewnętrznych prawie wcale się nie odżywiają. Składają się te warstwy z komórek zupełnie spłaszczonych i zaschłych. Błona komórkowa jest mocna, gruba, zrogowaciała. Treść zwykle zupełnie jest sucha, w niektórych utworach miejsce jęj zastępuje powietrze (np. w piórach, w komórkach rdzenia włosów). Rzadko tylko w komórkach takich znajduje się jądro. Pod warstwą zewnętrzną, właściwie pokładem rogowym (*stratum corneum*) zwaną i prawie żadnej czynności żywotnej już nie okazującą leży *pokład śluzowy* (*stratum mucosum*) tak zwany z powodu swęj miękkości i podobieństwa do śluzu; w naskórku

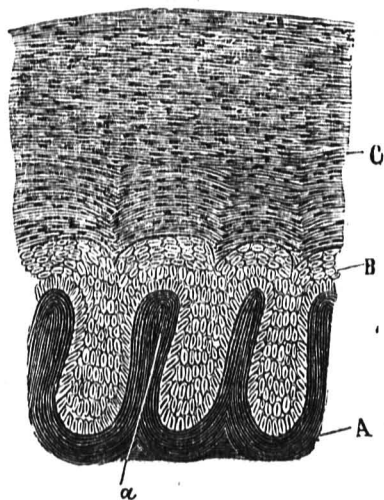


Fig. 24.

zmieniają się na komórki rogowe. Nie wątpliwie służy ta warstwa do cdnowy pokładu zewnętrznego, który ciągle się

człowieka zowie się ta warstwa *pokładem* czyli *siecią Malpighiego* (*rete Malpighi*). Pokład śluzowy, leżący na samym podścielisku, składa się z komórek miękkich, nie zrogowaciałych, łatwiej się niszczących. Komórki te mają treść płynną, błonę delikatną i wyraźne jądro; posiadają czynności żywotne, odżywiają się, rozmnażają i postępując ku powierzchni zewnętrznej

(Fig. 24.) Przecięcie poprzeczne przez paznokieć i jego macię, 350 razy powiększone; A, podścielisko z brodawkami *a* czyli tak zwana macię; B, pokład śluzowy czyli warstwa Malpighiego złożona z komórek miękkich; C, warstwa komórek zrogowaciałych (Z H. Koel).

zużywa przez łuszczenie (np. na kopytach, na skórze człowieka i t. d.) albo ciągle rośnie i powiększa się (np. w paznokciach, we włosach i t. d.).

Lecz nietylko w utworach rogowych komórki zewnętrzne ciągle się odłączają i niszczą, ale to samo ma także miejsce i w innych nabłonkach, najwięcej w nabłonkach warstwowatych, które bardzo są podobne do naskórka (np. na nabłonku ust), i w gruczołach. Wydzieliny niektórych gruczołów zawsze tyle zmienionych komórek nabłonkowych zawierają, że trzeba je uważać za części konieczne wydzielin (tak np. w mleku, w soku żołądkowym); inne przeciwnie gruczoły zwykle czysty klarowny płyn wydzielają, do którego rzadko tylko komórki nabłonkowe są przymieszane. Wydzieliny błon śluzowych zawsze zawierają tak zwane ciała śluzowe t. j. utwory pochodzące z mniej więcej zmienionych komórek nabłonkowych. Przy zapaleniu kataralnem błon śluzowych, komórki nabłonkowe w wielkiej ilości się odłączają od podścieliska i tak się zmieniają, że zupełnie się stają podobnymi do ciałek ropnych; nie można je wtenczas od takowych odróżnić. W jamach błon surowicznych i w naczyniach, łuszczenie komórek nabłonkowych podobno zwolna tylko postępuje, przynajmniej nie jest widoczne. Tylko nabłonek chrząstki stawowe powlekający i w stawach nowo narodzonych spostrzeżony, nie odnawia się, ponieważ zdaje się, że ruchy stawowe bezustannie tworzeniu się nabłonka przeszkadzają.

Sposób tworzenia się komórek nabłonkowych nie jest jeszcze dosyć wyjaśnionym. Przypuszczenia niektórych nowszych badaczy, że komórki nabłonkowe tworzą się z komórek tkanki łącznej, które mają wyrastać nad powierzchnią podścieliska z tkanki łącznej złożonego, opierają się prawdopodobnie na niedostatecznych i nawet po części mylnych spostrzeżeniach. Z drugiej jednak strony nie można już przypuszczać we wszystkich rodzajach nabłonków wspólny sposób rozmnażania i odnawiania się komórek, bo najnowsze spostrzeżenia mikroskopowe takiego przypuszczenia nie tylko nie stwierdzają, lecz nawet jak najbardziej temu się sprzeciwiają. W gruczołach niższych zwierząt spostrzeżono wprost

rozmnażanie się komórek za pomocą dzielenia się. To samo można utrzymywać o komórkach gruczołowych w ciele ludzkim. Komórki utworów rogowych, powstają z komórek miękkich znajdujących się w pokładzie śluzowym i rozmnażających się prawdopodobnie także przez dzielenie, przypuszczenie to jednak nie jest dostatecznie stwierdzone. Podobnym sposobem odbywa się odnowa komórek w nabłonkach płaskich warstwowych i jednowarstwowych. Pomiędzy końcami cienkimi komórek słupkowatych widać komórki okrągławe i podłużne, także bezpośrednio przymocowane do podścieliska. Te komórki zapewne się rozmnażają przez dzielenie i następnie przedłużając się pomiędzy drugie komórki słupkowate posuwają się i przybierają powoli kształt słupkowaty. Lecz takie komórki młode nie we wszystkich nabłonkach słupkowatych są wykazane. Pomiędzy długimi komórkami nabłonka błony węchowej nosa takich utworów nie można spostrzedz, a komórki słupkowate powlekające jamy mózgowe i kanał rdzeniowy u zwierząt, wysyłają nawet długie odnogi w tkankę nerwową pod owym nabłonkiem (nazwanym *Ependyma*) się znajdującą. Jest to rzecz bardzo ważna, oznacza to bowiem wielkie powinowactwo pomiędzy nabłonkiem i komórkami nerwowymi; może być, iż przez dalsze badania i spostrzeżenia w tym kierunku, wszelkie nasze wyobrażenia histologiczne dotyczące się powstawania tkanek czyli histogenezy, się zmieniają. Pomiędzy komórkami owego nabłonka nie widać żadnego utworu, któryby mógł służyć do odnowy komórek zużytych.

W miejscach, gdzie wielka część nabłonka została oddalona od podścieliska (np. tam gdzie się znajdują owrzodzenia powierzchowne), sprawa odnowy na tych samych zasadach jest oparta, według których komórki się tworzą w zwyczajnym stosunku.

Komórki nabłonkowe tylko w małej części ulegają takim zmianom, jakie mają miejsce w odpowiednich utworach tkanki łącznej. Napełniają się także barwnikiem albo tłuszczem i innymi substancjami, lecz trudniej zmieniają kształt normalny. Tylko we włóknach soczewki oka nie można już poznać pierwotnego kształtu i składu komórki. O pochodzeniu tych części

z komórek nabłonkowych przekonano się zbadaniem ich własności w zarodkach. Czy szkliwo żębowe (*substancia vitrea s. eburnea*) składa się ze zmienionych i solami wapiennymi napełnionych komórek nabłonkowych, jak niektórzy utrzymują, lub czy tak zwane włókna szklive trzeba uważać za utwory wydzielinowe organu szklivego, dotychczas z pewnością rozstrzygnąć nie można.

Nadmienionem już było, że tak zwane oskórki (*cuticulae*) są utworami nabłonka. Składają się one z substancji wydzielającej się z komórek i powoli twardniejącej, a zatem są jednolite i nie mają żadnego utkania. Dawniej histologowie, taki oskórek albo przynajmniej pewien rodzaj takiej błony szklistej, znajdujący się na powierzchni podścieliska pod komórkami różnych nabłonków (więc pomiędzy podścieliskiem i nabłonkiem), nazywali *basement membrane*. Przedewszystkiem miała się ta błonka szklista znajdować w gruczołach i tam właściwą błonę gruczołową (*membrana propria*) stanowić. Teraz udowodniono, że osobna błona pomiędzy nabłonkiem a podścieliskiem nie istnieje, że powierzchowna część podścieliska małą tylko liczbą ciałek tkanki łącznej jest opatrzona i z tego powodu pozór szklisty jednolity przedstawia. Nareszcie tu nadmienić można, że powłoka chitynowa owadów przez niektórych badaczy jest uważana za utwór wydzielinowy z komórek nabłonkowych pod ową powłoką leżących, lecz według innych poszukiwań trzeba ją koniecznie zaliczyć do utworów tkanki łącznej właściwym sposobem zmienionej. Skorupy ślimaków, muszli i innych zwierząt tworzą się z wydzieliny komórek nabłonkowych, która następnie twardnieje. Takie skorupy naturalnie nie zawierają żadnych części morfologicznych.

4. 0 objawach funkcjonalnych nabłonków.

a. Nabłonek okrywa części ciała w nerwy i naczynia obfitujące i ochrania je od różnych szkodliwych wpływów. W miejscach podobnym wpływom mało podległych, nabłonek jest delikatny, słaby, jednowarstwowy (np. w jamach błon surowicznych). Przeciwnie w miejscach, na które różne działające szkodliwe wpływy wywierać mogą, jako to wilgoć, powietrze, zimno, tam nabłonki się zgęszczają i grubieją; znajdują się tam nabłonki warstwowe. Tak np. naskórek człowieka składa się z wielkiej ilości warstw komórkowych ciepło z ciała powoli wypuszczających. Wilgoć i powietrze przez naskórek mało w ciało przenikają. Włosy składające się także z komórek rogowych i z powodu tego ciepło trudno przepuszczające, chronią zwierzęta od mrozów w czasie zimy. Kopyta niektórych zwierząt zastępują obuwie człowieka. Skorupa żółwia, rogi niektórych zwierząt, zęby rogowe, pazury, paznokcie, dzioby, pióra ptasie i różne inne części organizmu zwierzęcego, złożone z komórek rogowych, służą do obrony i innych podobnych spraw żywotnych.

b. Bardzo ważnymi czynnościami nabłonka są chłonięcie i wydzielanie. Cały przewód trawienia wysłany jest komórkami chłonnymi, a ściany wewnętrzne każdego gruczołu okryte są nabłonkiem wydzielającym. Nabłonek chłonny zwykle ma formę słupkową, a na organach wydzielających znajdują się po większej części nabłonki płaskie lub pośrednie, lecz zarazem i wielka ilość błon takich i gruczołów opatrzona jest nabłonkiem słupkowym.

W komórkach nabłonkowych z ciała oddalonych łatwo wykazać objawy diffuzyjne. Mocne roztwory solne odbierają komórkom wodę, a odpowiednio przez wnikanie (*endosmosis*) nasycają ich zawartość choć w mniejszej ilości rozpuszczoną solą. W czystej zaś wodzie komórki nabłonkowe nabierają płynu i zgodnie z zasadami diffuzji oddają części stałe mało rozcieńczone. W pierwszym więc razie komórki się kurczą i

ściągają, w drugim razie się rozprężają, nabrzmiewają i nawet pękają. Dla zbadania delikatnych komórek nabłonkowych trzeba dla tego, zamiast czystej wody do zwilżania preparatów, używać bardzo rzadkiego roztworu solnego, aby komórki ani pęczniały ani się kureczyły.

Te objawy diffuzyjne mają także wielkie znaczenie dla spraw żywotnych w ciele. W jelitach, których powierzchnia wewnętrzna jest powleczona nabłonkiem słupkowatym, przesiekają części rozpuszczalne z miazgi pokarmowej (*chymus*) przez komórki nabłonka do naczyń krwionośnych i limfatycznych zawartych w błonie śluzowej jelit. W gruczołach i błonach wydzielających przeciwnie nabierają komórki nabłonkowe substancji płynnej z naczyń i przerobione wydzielają je na powierzchnię wolną lub w jamkę gruczołową.

Fizjologowie, którzy sprawy diffuzji uważają za objawy fizyczne lub mechaniczne, przypuszczają w błonach owych komórek nabłonkowych delikatne dziurki czyli pory. Jedne pory mają łączyć wewnątrz komórki z naczyniami krwionośnymi i limfatycznymi, a drugie mają się otwierać na powierzchni wolnej nabłonka. Te przypuszczenia oparte są na następujących spostrzeżeniach (Brueckego, Funkego i Koellikera) zrobionych nad komórkami słupkowatymi kanału pokarmowego. Po używaniu tłuszczu widać w owych komórkach drobne kropelki tłuszczowe, i z powodu tego, że tłuszcz nierozpuszczony nie może przesiąkać przez błonę jednolitą, wnioskowali, iż w błonie komórkowej są dziurki, przez które tłuszcz w komórkę się weiska. Dalej spostrzeżono na końcach wolnych owych komórek warstwę zgęszczoną i tak kreskowatą, jak gdyby przez tę zgrubioną część błony komórkowej przechodziły kanałiki i rzeczywiście uważano owe kreski za ślad kanalików. Inni przeciwnie dowodzą, że te kreski są skutkiem składu owiej warstwy z bardzo drobnych słupków ściśle pomiędzy sobą zlepionych.

Ostatnie zdanie zdaje się być prawdopodobniejsze. Hensen zamierzał dowieść, że komórki nabłonkowe kanału pokarmowego cienie swoje końce, od powierzchni wewnętrznej kanału odwrócone, wysyłają do samego podścieliska i tam

łączą z tak zwanymi ciałkami tkanki łącznej. Ciałka gwiazdowate tkanki łącznej mają dalej być prosto połączone z naczyńiami krwionośnymi i limfatycznymi. Mlecz pokarmowy przechodzi więc z jelit za pomocą czwartych kanalików do naczyń limfatycznych i krwionośnych. Lecz spostrzeżenia te są oparte na preparatach i poszukiwaniach żadnym sposobem nie wystarczających do stwierdzenia tych teorii.

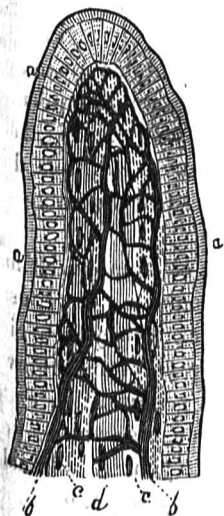


Fig. 25.

Wreszcie na zewnątrz. Przy tej sprawie komórki same zwykle się rozpadają np. w mleku, w soku żołądkowym i innych cieczach. Ślinę można więc uważać za utwór komórek znajdujących się w gruczołach ślinowych, śluz za utwór komórek błon śluzowych i ich gruczołów, mleko za utwór komórek gruczołów sutkowych i t. p. Wpływ nerwów na gruczoły o tyle tylko posiada znaczenie, o ile się rozciąga na naczynia t. j.

(Fig. 25.) Koszyk z kanału pokarmowego nakryty nabłonkiem słupkowatym; a, nabłonek słupkowaty z warstwą zgrubioną na powierzchni wolnej, w warstwie tej widać kreski; b, siatka naczyń włoskowatych w podścielisku koszyka; c, włókna mięsne gładkie z jądrami; d, naczynie mleczne w środku koszyka. (Z Hist. Leydiga.)

na ich scieśnianie i rozszerzanie się, od czego zależy ilość płynu wydzielanego i ilość części stałych w płynie tym zawartych. Jakość wydzielin prawdopodobnie działaniu nerwów mało podlega, przynajmniej w zwyczajnych stosunkach, lecz zupełnie takiego wpływu odrzucać nie można, bo liczne spostrzeżenia ściślejszy związek nerwów z gruczołami koniecznie wykazują, chociaż o sposobach i przyczynach takiego działania nie mamy wyobrażenia. Wiemy np. iż mleko karmiącej kobiety po mocnych wzruszeniach umysłu ma wpływ trujący na dziecię; iż ślina wściekłych zwierząt ma własności jadu; że zakłucie dna czwartej komórki mózgowej igłą, ilość cukru w wątrobie się tworzącego bardzo powiększa i t. d.

c. Przeznaczenie ruchu migawkowego na komórkach nabłonkowych nie jest jeszcze zupełnie wyjaśnionem. Przypuszczano, że służy do posuwania różnych części drobnych w ciele i pokazano że drobny proszek, posypany na błonę migawkowemi komórkami opatrzoną, szybko się posuwa. Lecz to nie wystarcza aby np. objaśnić przeznaczenie migawek na komórkach nabłonkowych w jamach mózgowych i w kanale rdzeniowym, gdyż tam nie ma cząstek, któreby za pomocą migawek mogły się posuwać. Związek tych komórek z substancją nerwową za pomocą długich odnóg, oznacza zupełnie odmienne przeznaczenie tych nabłonków i migawek od podobnych utworów w innych częściach ciała.

5. 0 własnościach chemicznych.

Trudno co pewnego powiedzieć o składzie nabłonków w ogóle, bo w ciele człowieka i zwierząt bardzo różne się znajdują twory nabłonkowe, a każdy rodzaj posiada odmienny skład chemiczny i pod pewnym względem nawet odmienny skład morfologiczny. Ile wolno wnioskować z dotychczasowych poszukiwań, to pod względem składu chemicznego najwięcej się zgadzają błony i jądra komórkowe; treść komórkowa przeciwnie w różnych nabłonkach różny posiada skład. Tak np.

w gruczołach, komórki zawierają właściwe wydzieliny gruczołu do którego należą; na błonach śluzowych zawierają śluz; w komórkach barwnikowych znajdują się ziarenka barwnika (*pigmentu*); w innych nabłonkach trzeba przypuścić substancje białkowe (*proteinowe*) i t. d. Lecz w wielu razach nawet substancje składające błony komórek nabłonkowych bardzo są odmienne, nawet w komórkach jednego i tego samego nabłonka; tak np. w naskórku, gdzie komórki pokładu *Malpighiego* znacznie się odróżniają od komórek zrogowaciałych. Ten przykład jednak podaje z drugiej strony dowód o pierwotnej jednorodności składu błony komórkowej w różnych nabłonkach, bo raz komórki w pokładzie *Malpighiego* leżące, powoli się zmieniają na komórki zrogowaciałe, a drugi raz te komórki młode bardzo są podobne do innych także delikatnych nabłonków. Ponieważ takie podobieństwo rzeczywiście jest dowiedzione w kilku rozbiorach, a dobrych analiz innych nabłonków nie posiadamy (z powodu nadzwyczajnej cienkości różnych nabłonków trudno wykonać takich analiz), musimy się tu więc ograniczyć opisem utworów rogowych ze względu na rozbiory ilościowe. Co zaś się tyczy mikrochemicznych poszukiwań, to będziemy mieli wzgląd na wszystkie rodzaje nabłonków.

Rozbiór pierwiastkowy substancji rogowej wykazuje nam: C=50—52%, H=6, 5%, N=16—18%, O i S=25%. Ilość wodoru w różnych utworach jest najstalsza; węgla w naskórku mniejsza ilość jest zawarta, niż w paznokciach i włosach, azotu zaś naskórek i włosy więcej posiadają aniżeli paznokcie. Żadne tkanki zwierzęce nie zawierają tyle siarki, jak utwory rogowe. Najmniej znajduje się jej w naskórku (0, 74%), średnia ilość w paznokciach (2, 8%), najwięcej we włosach (4 1/2%, dochodzi czasem nawet do 5%). Sposób połączenia siarki z substancją rogową nie jest znany. Część jej w słabym znajduje się związku, bo przez same gotowanie utworów rogowych w alkaliach po części się zulatnia. Ilość popiołu wynosi między 0,2 i 2%. Najwięcej zmienny jest jego stosunek we włosach t. j. od 0,3 do 2%; w paznokciach znajduje się około 1%, w naskórku 1—1 1/2%. Popiół składa się po części z soli rozpusz-

czalnych, po części z nierozpuszczalnych. Najwięcej się tam znajduje tlenku żelaza i kwasu krzemnego, mniej siarczanu i fosforanu wapna i innych.

Nabłonki w ogóle okazują następujące własności chemiczne:

1. W wodzie zimnej nabłonki nie są rozpuszczalne; tylko z młodych komórek rogowych i innych nabłonek delikatnych mała ilość substancji białkowej się rozpuszcza. Delikatne komórki nabłonkowe w czystej wodzie łatwo się niszczą. Płyn ten wnika w komórki, napręża je, zmienia ich formę zwyczajną a nareszcie przez pęcznienie je psuje. Wpływ wody na jądra komórkowe bardzo jest nieznaczny. Woda wrząca także nie rozpuszcza nabłonek, więc nie zawierają żadnej do kleju podobnej substancji. Materje wyciągowe przez dłuższe gotowanie w małej ilości czasem otrzymane, należą do ciał białkowych. Tkanki rogowe przez długotrwałe gotowanie stają się białymi i nieprzezroczystymi.

2. W eterze i wyskoku nabłonki także nie rozpuszczają się. Nabłonki delikatne zmieniają formę, ściągają się i marszczą.

3. Kwas octowy zimny nie wpływa na utwory rogowe stare. Młode komórki rogowe przeciwnie i komórki z nabłonek delikatnych pęczniają, stają się przezroczystymi, okazują wyraźniej jądra. W mocnym kwasie octowym niszczą się delikatne nabłonki i częściowo się rozpuszczają. Przez gotowanie w kwasie octowym spłaszczone komórki utworów rogowych pęczniają i zmieniają się na okrągławe pęcherzyki co dowodzi, że składają się jedynie z samych komórek często jeszcze opatrzonych jądrami. Z tych zjawisk wynika, iż błona młodych komórek rogowych i innych nabłonek z początku się składa z pewnego rodzaju substancji białkowej. Powoli ta substancja się zmienia na substancję rogową i równocześnie co raz więcej traci rozpuszczalność w kwasie octowym. Przez długotrwałe gotowanie w stężonym kwasie octowym nareszcie i substancja rogowa po części się rozpuszcza. Płyn otrzymany zawiera substancję białkową za dodaniem amonii się osadzającą.

4. Kwas siarczany zimny na substancję rogową mało wpływa, inne nabłonki przeciwnie dosyć szybko niszczy i roz-

puszcza. Utwory rogowe ogrzewane z kwasem siarczanym szybko pęcznieją i wtedy wyraźnie pokazują skład komórkowy. Przy dłuższym gotowaniu rozpuszczają się i tworzą płyn brunatny. Długotrwałe gotowanie części rogowych w rozcieńczonym kwasie siarczanym zmienia je w Leucyn i Tyrozyn. Tyrozynu więcej się tworzy niż Leucynu, gdy tym czasem przy podobnem traktowaniu innych ciał białkowych odwrotny stosunek ma miejsce.

5. Substancje rogowe przez kilka dni w kwasie chlorowodnym leżące, przyjmują kolor fioletowy lub błękitny, lecz nie rozpuszczają się. Przez długotrwałe gotowanie rozpuszczają się te substancje w owym kwasie i tworzą płyn brunatny. Mocny taki kwas koloruje włosy purporowo i po kilku tygodniach je rozpusza.

6. Kwas saletrzany nadaje nabłonkom kolor żółty, a rozgrzany rozpuszcza je, tworząc gaz tlenku azotu i płyn żółty, zawierający kwas ksantoproteinowy. Płyn ten za dodaniem amonii przyjmuje kolor pomarańczowy.

7. Najważniejszy jest wpływ roztworów alkalicznych na nabłonki. W alkaliach gryzących utwory rogowe szybko pęcznieją i najlepiej okazują utkanie t. j. skład z samych komórek. Najprzód alkalia te rozpuszczają ziarnistą zawartość komórek, następnie jądra, a nakoniec błonę. Błona komórkowa więc, najdłużej się opiera wpływowi odczynników chemicznych, lecz komórki nabłonków zwyczajnych i gruczołowych, najmniej oporu stawiają; mocniej opierają się młode komórki rogowe i nabłonki płaskie warstwowate, podobne do naskórka; a najtrwalsze są utwory rogowe. Ta własność w związku z powyżej opisanemi stosunkami chemicznemi, wskazuje różnicę w składzie różnych rodzajów nabłonków i w składzie komórek znajdujących się na różnych stopniach rozwoju. Jedne więc posiadają błonę złożoną z substancji białkowatej, a w drugich błona się składa z substancji zmienionej t. j. z substancji mniej więcej zrogowaciałej. Wprawdzie należy substancja rogowa także do ciał białkowych (*proteinowych*), lecz od zwyczajnego białka znacznie się różni.

Przy traktowaniu utworów rogowych rozcieńczonemi alkaliemi, wywiązuje się amoniak i tworzy się związek siarki z alkaliemi, z którego część w formie siarkowodoru się ulatnia. Równocześnie rozpuszcza się mała ilość substancji białkowatych, nawet ze starych zupełnie zrogowaciałych utworów.

Substancja rogowa traktowana mocnemi alkaliemi, zamienia się na substancję galaretowatą czyli na związek potażu z istotą rogową (*hornkali*). Substancja ta rozpuszcza się w wodzie. Przy dodaniu małej ilości kwasu octowego osadza się twarogowata substancja. Osad ten w czystej wodzie z początku tworzy na nowo galaretę, a w końcu się rozpuszcza w kształcie śluzowej materji. Przy powtórnem dodaniu kwasu octowego na nowo się tworzy osad. Jeżeli do wodnistego roztworu związku potażu z substancją rogową dodaje się dużo kwasu octowego, to powstaje także osad twarogowaty lecz ten nie rozpuszcza się już ani w zimnej, ani w ciepłej wodzie, ani w wysokoku; gotowanie zaś z kwasem octowym rozpuszcza go. Ostatni roztwór wyparowany, zostawia żółtą, przezroczystą, twardą, w wodzie nie rozpuszczalną masę. Przy dodaniu cyanku potażu i żelaza, dalej chlorniku rtęci, octanu ołowiu zasadowego, lub garbnika, powstaje osad. Węglan amonii także tworzy osad, lecz osad ten znowu się rozpuszcza w nadmiarze tego odczynnika.

Kiedy tkanka rogowa się topi z wodanem potażu gryzącego, to się wydziela gaz wodorny, a pozostaje Leucyn, Tyrozyn i niektóre kwasy organiczne.

8. Za dodaniem saletranu srebra utwory rogowe fijołkowo albo brunatno się kolorują, tworząc chlorek i siarek srebra. Saletran rtęci czerwonawo-brunatno farbuję naskórek. Ważnym jest wpływ jodu (podobnie także brom), który wszystkim częściom komórkowym nadaje kolor żółty, lecz najbardziej jądro. Jod służy dla tego często do wykazania jądra w takich komórkach, w których innym sposobem trudno go wykryć. Działanie węglanów alkalicznych i węglanu amonii jest słabe, nieznaczne.

Wszystkie te poszukiwania nie dają nam jednak wiadomo-

ści szczegółowych, ani o składzie morfologicznych części komórek, ani nawet o składzie całych nabłonków. Wiemy tylko że zawartość komórek, stosownie do ich przeznaczenia, przemienia się w różne wydzieliny (np. tłuszcz, śluz), albo w ziarnka barwnikowe (np. we włosach, w nabłonkach naczyńwi oka), albo w substancje białkowate (np. globulin we włóknach soczewkowych, które również do utworów nabłonkowych należą, nareszcie substancje proteinowe w młodych komórkach rogowych) i t. d. Dalej wolno wnioskować, iż substancje składające błony komórkowe, należą do ciał białkowatych, bo oprócz powyżej opisanych własności okazują one jeszcze inne własności proteinu, np. czerwienieją od płynu Millona, a cukrem i kwasem siarczanym traktowane purpurowo się kolorują. Lecz widzieliśmy, iż te substancje w różnych nabłonkach i na różnych stopniach rozwoju komórek bardzo są odmienne, a nareszcie szczegółowy skład tych substancji jeszcze bardzo jest ciemny. Najmniej zbadane są jądra komórkowe, wiadomo tylko, że także się składają z ciał białkowatych.

Porównyując nakoniec substancję rogową z innymi podobnymi utworami t. j. z białkiem i z tkankami, z których otrzymuje klój (*glutyn, colla*), znajdziemy, iż białko zawiera więcej węgla (kilka procentów), równą ilość wodoru, mniej azotu (około 2%) i o wiele mniejszą ilość siarki. Klój zawiera jeszcze mniej węgla niż białko, również tyle wodoru, większą ilość azotu i bardzo mało siarki, nawet mniej niż białko.

6. Rozmieszczenie nabłonków w ciele ludzkim.

Wszystkie utwory nabłonkowe znajdują się na *wolnych* powierzchniach organów zwierzęcych, bądź gdy te powierzchnie ograniczają formę zewnętrzną, bądź też gdy otaczają pewną przestrzeń jamistą lub rurkową wewnątrz organów. Okryte są więc nabłonkami następujące części: powłoka ze-

wnętrzną ciała czyli skórą, błony śluzowe, błony surowicze, powierzchnia wewnętrzna naczyń, przewody gruczołów, jamy mózgowe, kanał środkowy rdzenia pacierzowego i t. d.

1. Na skórze człowieka znajduje się nabłonek płaski warstwowy t. j. naskórek. Ten nabłonek warstwowy wchodzi także w jamy ciała wewnętrzne t. j. w jamę ustną aż do gardzieli, w dolną część jamy nosowej, w przewód słuchowy zewnętrzny, na spojówkę (*conjunctiva*), w pęcherz moczowy,



Fig. 26.

w moczowody (*ureteres*) i miedniczkę nerkową (*pelvis renalis*), dalej w gruczoły skórne (gruczołki tłuszczowe, potowe, woszczkowe) i w woreczki włosowe. Skład i forma nabłonka w każdym z tych organów jest zastosowana do właściwej budowy i przeznaczenia tego organu. Utwory rogowe na powierzchni ciała się znajdujące także należą do utworów nabłonkowych, jako to paznokcie (Fig. 20) i włosy (Fig. 26).

2. Błony śluzowe człowieka stykają się wszędzie ze skórą, która bez przerwy przechodzi w błony śluzowe. Błony śluzowe znajdują się zwykle w organach, w których często się przesuwają substancje różnorodne (np. pokarmy). Okryte są zwykle nabłonkiem słupkowatym, lecz i nabłonek płaski niektóre błony śluzowe powleka. Należą tu głównie:

(Fig. 26.) Włos siwy po traktowaniu go roztworem sody gryzącej; 350 razy powiększony; a, komórki rdzenia; b, substancja korowa; c, nabłonek dachówkowy. (Z Hist. Koellikera.)

a. Przewód trawienia (*tubus intestinalis*). Od wpustu żołądkowego, aż do otworu stolcowego wysłany jest ten przewód, nabłonkiem słupkowatym zwyczajnym, który także wchodzi w gruczołki Lieberkühna, w grubsze przewody żółciowe, w gruczoły śluzowe żołądka, w początku gruczołów trawieńcowych i w przewód główny trzustki. Końce gruczołów trawieńcowych, gronka trzustki i gruczołów Brunnera, gruczołki odosobnione Peyera (*glandulae solitariae et Peyeri*) napełnione są komórkami kulistymi. Przełyk wysłany jest nabłonkiem płaskim warstwowatym.

b. Przewód oddychania. Wyższa część jamy nosowej, jamy Higmore'a i jamy czołowe, krtań, tchawica i oskrzelka aż do najdelikatniejszych rozgałęzień, są wysłane nabłonkiem słupkowatym migawkowym; wyjąwszy wchód krtani, który okryty jest nabłonkiem płaskim warstwowatym, i górną część jamy nosowej czyli tak zwaną błonę węchową, gdzie się znajduje nabłonek słupkowaty bez migawek. O istnieniu nabłonka w tak zwanych pęcherzykach płucnych (*vesiculae pulmonales*) zdania badaczy są jeszcze podzielone, bo jedni utrzymują, że jest nabłonek płaski, a drudzy zaś zaprzeczają istnieniu wszelkiego nabłonka w owych częściach. Tyle jednak pewno, że w zarodkach i u nowonarodzonych dzieci, nabłonek płaski rzeczywiście istnieje, a u człowieka dorosłego przynajmniej ślady takiego nabłonka się znajdują.

c. Przewody organów płciowych i moczowych (*tubus urogenitalis*). W cewce moczowej (*urethra*) męskiej, w przewodach nasiennych, gruczołach Cowpera, w gruczole krokowym (*prostata*) znajduje się nabłonek słupkowaty. W cewce moczowej kobiecej i w pochwie jest nabłonek płaski warstwowaty. W macicy i w jajowodach (*tubae Fallopii*) istnieje nabłonek słupkowaty migawkowy, zaś w gruczołach błony śluzowej macicy znajduje się nabłonek słupkowaty. Pęcherz moczowy, moczowody (*uretères*), kanaliki nerkowe (*tubuli uriniferi*) i torebki kłębków nerkowych (*ampullae*) posiadają nabłonek płaski, lecz w pęcherzu i moczowodach nabłonek ten składa się z wielkich wielokątnych warstwowatych komórek, a w pozostałych częściach komórki są małe, i jednowarstwowe.

3. *Naczynia* są wysłane nabłonkiem płaskim jednowarstwowym, mniej więcej wrzecionowatym. (Zob. fig. 16, b.)

4. *Błony surowicze* okryte są nabłonkiem płaskim jednowarstwowym regularnym. Należą tu więc opłucna (*pleura*), otrzewna (*peritoneum*), osierdzie (*pericardium*) i opona pajęczna (*arachnoidea*). (Zob. fig. 16, a.)

5. *Jamy stawowe i worki śluzowe* (*bursae mucosae*) opatrzone są nabłonkiem płaskim.

6. *Jamy mózgowe i kanał środkowy* rdzenia pacierzowego, okazują nabłonek środkujący pomiędzy słupkowatym i płaskim. U dzieci i u wszystkich zwierząt kręgowych komórki te są opatrzone rzęsami migocącymi.

Powierzchnia zewnętrzna włosów okryta jest nabłonkiem płaskim, jednowarstwowym, dachówkowatym.

IV. O utworach substancji łącznej.

Przejdziemy w tym oddziale do utworów tkankowych, których ważność jest w stosunku do trudności zadań, które mamy w tymże przedmiocie rozstrzygnąć. Substancja łączna nie jest tak dokładnie zbadaną, ze względu na jej znaczenie fizjologiczne, jak inne utwory tkankowe. Uważana była ta część organizmu, jako substancja obojętna, jako rusztowanie ciała, którego znaczenie ograniczało się do utrzymania drugich ważniejszych organów w potrzebnym związku i położeniu. Lecz coraz więcej wykrywa się, iż substancja łączna nie jest zupełnie pozbawioną wszelkich właściwych czynności żywotnych, że pewne jej sprawy nie wyłącznie zależą od wpływu nerwów lub naczyń, w niej rozgałęziających się. Trzeba

jéj np. koniecznie przyznać zdolność własnego utrzymywania się za pomocą samodzielnie przypodobnionej materji odżywczej. Dalej, następują pewne zmiany w czynności odżywiania i rozmnażania się, jeżeli substancja łączna zostanie bezpośrednio poddaną działaniu różnych środków mechanicznych, fizycznych lub chemicznych. Mając wzgląd na zależność tych zmian od organicznej budowy tkanki, wolno zgodnie z Virchowem jéj przyznać pewien rodzaj pobudzalności, pod tym jednak warunkiem, że wyrazem pobudzalność lub drażliwość, oznaczamy tylko pewną własność materji uorganizowanej, której elementa dotychczas nie są jeszcze dosyć wyjaśnione, lecz która prawdopodobnie nie odróżnia się od ogólnych własności materji i zależy od zawikłanej budowy uformowanych pierwiastków organizmu.

Lepsze ocenienie utworów substancji łącznej pod względem fizjologicznym datuje się od postępów, które zrobiła anatomia patologiczna. Jan Müller, który pierwszy używał mikroskopu do zbadania składu nowotworów patologicznych, nie poznał jeszcze stosunku zmian chorobowych do prawidłowego utkania organizmu. Dopiero w ręku Virchowa sprawdzily się ważnetwierdzenia wielkiego Bichata, że zboczenia patologiczne organów zależą od zmian w tkankach je składających. Przy zbadaniu własności chorobowo zmienionych organów zgłębił Virchow ważność substancji łącznej dla spraw nieprawidłowych w ciele, a przez to poznał dalej znaczenie owych tkanek w stanie zdrowia, i równocześnie poprawił znakomicie naukę o utkaniu substancji łącznej.

Wszystkie te utwory, które teraz są objęte oddziaływaniem tkanki łącznej, były dawniej uważane za części ciała różnorodne, nie przypisywano im żadnego prawie podobieństwa pomiędzy sobą i żadnej spójności ze względu na własności morfologiczne t. j. na kształt i sposób przedstawiania się. Jan Müller dopiero połączył je, ze względu na własności chemiczne, pod wspólną nazwą *substancji klejnorodnych* (*leimgebende Gebilde*), wykazawszy, że wszystkie te utwory gotowaniem zmieniają się w klój (*glutyn* czyli *colla* i *chondryn*). Od tego samego badacza datuje się także nazwisko

tkanki łącznej (tunica conjunctiva) dla owych utworów, które z powodu ich grubszej budowy, podobnej do plastrów pszczolnych, przez *Albina*, były oznaczone nazwą tkanki komórkowatej. Lepsze wyobrażenia o składzie utworów substancji łącznej, otrzymano dopiero po wyjściu dzieła *Schwanna*, powyżej już nadmienionego. *Schwann* starał się przenieść naukę o tworzeniu się roślin z komórki na tkanki ciała zwierzęcego, co też udało mu się przeprowadzić; tylko w badaniu substancji łącznej nie był bardzo szczęśliwym. W roku 1845 ogłosił *Reichert* swoje sławne dzieło o tkance łącznej i o utworach powinowatych, w którym zamierzał dowieść, że te utwory nie tylko posiadają powinowactwo chemiczne, lecz i morfologiczne. Okazał on, że utwory substancji łącznej mają pochodzenie jednakie, że tkanki owe, które w stanie rozwiniętym prawie żadnego nie mają podobieństwa, w początku rozwoju wcale się nie odróżniają. Wspólne nazwisko *utwory substancji łącznej* zostało przez niego wprowadzone w użycie, dla oznaczania oddziały tkanek połączonych równością tworzenia się i powinowatych ze względu na własności morfologiczne i fizjologiczne. *Reichert* opierał swoje dowody na twierdzeniu przez niego podanem, że *dwie tkanki, które bez przerwy pomiędzy sobą są spojone, powinowate są ze względu na swe pochodzenie*. Twierdzenie to znanem jest pod nazwą *prawajedności (lex continuitatis)*. Wnioski wyprowadzone z tej zasady zostały powoli przyjęte przez większą część histologów, zwłaszcza gdy *Virchow* w roku 1851 na podstawie przypuszczeń *Reicherta* naukę o substancji łącznej nie tylko poprawił, lecz jeszcze rozszerzył. Najważniejszym był dowód *Virchowa*, że komórka czyli tak zwane ciało tkanki łącznej, nie tylko w stanie zarodkowym substancji łącznej istnieje, że nie tylko bierze udział w tworzeniu tej substancji, lecz zachowuje także swój skład komórkowy w większej części tkanek rozwiniętych, dojrzałych. W takich tylko utworach substancji łącznej, które prawie żadnej widocznej już nie okazują czynności żywotnej, komórki po większej części znikły. We wszystkich do substancji łącznej należących utworach prawdziwa komórka jest zasadą powinowactwa. Pierwotne

równe kształty tkanek łącznych przechodzą na inne w skutek przemiany formy komórkowej. Substancja międzykomórkowa nie ma samodzielności, lecz jest podległa działaniu komórki i równocześnie z komórką przeobraża się. Różne gatunki substancji łącznej nie dają się tak bardzo rozróżnić według ich kształtu, jak według ich własności chemicznych.

Właściwość morfologiczna utworów substancji łącznej jest następująca: Po największej części składają się z komórek i z substancji międzykomórkowej, lecz w niektórych tkankach stosunek ten tak jest zmieniony, że albo komórki istnieją bez żadnej prawie substancji międzykomórkowej, albo ostatnia przeważa i komórki nawet zupełnie znikają. W stanie pierwotnym t. j. w pierwszym początku rozwoju zarodka, składają się utwory substancji łącznej z samych komórek bezpośrednio ze sobą się stykających. Komórki te są wyraźne, mają wszelkie charakterystyczne własności komórek i w skutek bezpośredniego wzajemnego zetknięcia, i kształt ich jest wielościenny i zbliża się do kształtu komórek roślinnych. Powoli zjawia się substancja międzykomórkowa, komórki zaczynają się oddalać od siebie i przyjmują kształt okrągławy. Taką formę substancji łącznej przedstawiają, u niektórych już rozwiniętych zwierząt, chrząstki i struna grzbietowa (*chorda dorsalis*). Substancja międzykomórkowa dalej się rozszerza i komórki coraz więcej oddala. Składa się ona wtedy jeszcze z materji miękkiej, przezroczystej i jednolitej, nie ma więc żadnej właściwej formy. Takiemu stopniowi odpowiada tkanka łączna, którą w pewnych miejscach ciała rozwiniętego i w różnych nowotworach natrafiamy; taką samą formę okazuje także chrząstka młoda, lecz substancja międzykomórkowa w chrząstce składa się z chondrynu. W dalszym ciągu zmieniają komórki kształt okrągławy, przedłużają się, przyjmują formę owalną, gwiazdowatą lub wrzecionowatą (np. w różnych chrząstkach). Równocześnie substancja międzykomórkowa, także zmieniać się może, przyjmuje pozór ziarnisty lub pilsniowy, a nawet mniej więcej regularnie włóknisty. Tak zwana tkanka zarodkowa lub galaretowa (przez *Virchow*a nazwana słuzową) okazuje komórki wielkie, gwiazdowate i miękką sub-

stancję międzykomórkową, która z początku jeszcze dosyć jest jednolita, lecz później przyjmuje pozór pilśniowy. Zwyczajna tkanka łączna parenchymatyczna, zawiera utwory podobne do komórek gwiazdowatych lub wrzecionowatych; substancja międzykomórkowa jest tam dosyć jednolita, ale łatwo się fałduje i przybiera przez to pozór nieregularnie włóknisty.

Ściągną, błony ściągiste (*tunica fibrosa*), więzy, opona twarda i pajęczka mózgu, są złożone z samej prawie substancji międzykomórkowej. Komórki tam bardzo są zmienione, forma ich wrzecionowata zbliża się do formy włóknistej, a w niektórych miejscach już nie ma sposobu do dokładnego wykazania charakteru komórkowego. Substancja międzykomórkowa w takich utworach ma pozór włóknisty, przedstawia się pod mikroskopem jakby złożoną z równoległych kędzierzawych włókienek; przez działanie różnych środków chemicznych lub przez proste targanie rozpada się ona na grubsze i ciensze nitki. Tak zwane chrząstki włókniste należą właściwie do tkanki łącznej prążkowanej, odróżniają się od ostatniej tylko większą twardością i obecnością wyraźnych komórek, które w niektórych miejscach nawet okrągłą formę zachowują. Substancja sprężysta tworzy się prawdopodobnie przez zgęszczenie i przemianę substancji międzykomórkowej w tkance łącznej. Mała ilość takiej zgęszczonej materji stanowi tak zwane włókna sprężyste (*fibræ elasticae*) znajdujące się w tkance łącznej i chrząstce włóknistej. Jeżeli cała prawie substancja międzykomórkowa w ten sposób się zmieni, wtenczas powstaje tak zwana tkanka sprężysta (*tunica elastica*). Podobnym sposobem tworzą się zapewne różne błonki sprężyste i powłoczki szkliste (np. *capsula lentis*, *membrana Demoursii*). Kości nareszcie powstają, albo przez proste zwapnienie substancji międzykomórkowej w tkance łącznej i w chrząstce włóknistej, albo przez skomplikowane przeistoczenie się chrząstki szklistej. Tkanka kostna składa się więc także z substancji międzykomórkowej i z gwiazdowatych komórek, które pochodzą, albo z komórek tkanki łącznej, albo z komórek chrząstkowych.

Ten sposób formowania się utworów substancji łącznej nie jest jeszcze dostatecznie udowodniony, wymaga jeszcze licznych poszukiwań, nim zostanie ogólnie przyjętym. Niezgadzające się z tém przypuszczenia znaczniejszych histologów względem substancji łącznej, będą przytoczonymi przy szczegółowem opisanu pojedynczych tutaj należących utworów. Było jednak potrzebnem, podać krótki pogląd na wspólne i cały oddział charakteryzujące własności, aby wykazać pierwotną zgodność tak rozmaitych tkanin i przez to ułatwić zrozumienie twierdzeń o istotnej równości objawów prawidłowych i chorobowych w owych utworach.

Jest to rzeczą bardzo trudną, umieścić substancję łączną w dobrze ucharakteryzowanych podziałach. Forma tkanek nie podaje nam pod tym względem odpowiedniej podstawy. Przekonaliśmy się, że różne utwory, np. chrząstka, jak największym ulegają zmianom formy, a jednak należą do tego samego oddziału. Dalej, nie istnieje żadne wyraźne pomiędzy formami tkanek ograniczenie; owszem we wszystkich takich miejscach, gdzie jedna tkanka tego oddziału przechodzi w drugą, widzimy powolną, stopniową przemianę formy i składu. Takie przejścia znajdujemy pomiędzy tkanką galaretową i tkanką łączną, pomiędzy ostatnią a chrząstką i kością; chrząstka powoli się zmienia w kość i t. d. Jedyne miejsca, gdzie badacze takiej powolnej przemiany z dokładnością nie wykazali, stanowią utwory sprężyste i dla tego przypuszczali tam zupełnie odrębny sposób tworzenia się. Lecz poszukiwania co raz więcej przekonują, że substancja elastyczna pochodzi z przemiany substancji międzykomórkowej, tak samo, jak ostatnia w tkance galaretowej powoli się przeistacza na substancję klejową.

Stosowniejszą podstawę dla podziału substancji łącznej podaje nam skład chemiczny substancji międzykomórkowej, zwłaszcza, że pozór i własności zewnętrzne głównych rodzajów tkanek, w ścisłym są stosunku ze składem materjalnym. Lecz i tu zachodzą bardzo wielkie trudności, bo w miejscach przejścia jednej tkanki w drugą, nie tylko zmienia się powoli forma, lecz i skład chemiczny. Dalej nie posiadamy dosta-

tecznych faktów ze względu na skład materialny wszystkich rodzajów substancji łącznej. Rozgatunkowanie tkanek, które nieznaną ilością substancji międzykomórkowej są opatrzone, wielkie nam sprawia wątpliwości. A nareszcie trzymając się téj zasady umieszczają się według składu chemicznego w różnych oddziałach tkanki takie, które ze względu na formę są powinowate, a w tym samym oddziale umieszczają się czasem tkanki, które co do formy nie mają żadnego do siebie podobieństwa. Tak np. należy rogówka (*cornea*) pod względem formy do tkanki łącznej, a pod względem składu chemicznego do chrząstek szklitych.

Do naszego podziału użyliśmy zasady chemiczne opierając się na dwóch faktach: główne rodzaje tkanek nie odróżniają się tak bardzo ze względu na formę, jak na skład chemiczny; a w przemianie jednej tkanki w drugą głównie skład chemiczny daje pewność o rzeczywistém przestoczeniu. Podzielimy więc wszystkie utwory substancji łącznej: 1, na takie w których przeważa substancja śluzowata; 2, na tkanki z przeważającą substancją klejorodną t. j. tkankę łączną w ścisłejszém znaczeniu; 3, na tkankę sprężystą; 4, na tkankę chrząstkową; 5, na tkankę kostną.

U zwierząt bezkręgowych znajdują się pewne utwory, które tak co do przeznaczenia dla całego organizmu, jak co do powstawania i związku z innymi tkankami, bardzo są podobne do substancji łącznej; lecz pod względem własności chemicznych, należą zupełnie do oddzielnych oddziałów. Są to tak zwany chytyn owadów i substancja, która składa powłokę mięczaków i według jej własności chemicznych nazwaną została przez niektórych chemików *cellulozą*. Opuszczamy tu te substancje albowiem dla histologii człowieka mało nas interessują.

1. Tkanki z przeważającą substancją śluzową.

Umieszczamy w tym oddziale wszystkie utwory, którym V i r c h o w nadał nazwę *tkanek śluzowych*. Spowodowały go do téj nazwy własności galaretowe i skład chemiczny większej części tych utworów podobny do składu śluzu zwierzęcego. Lecz już chemia śluzu czystego mało nam podaje stałych faktów. Różne rozbiory chemików wielkie okazały odmiany co do składu zwyczajnego śluzu. Większe jeszcze różnice mają miejsce co do chemicznej własności tych utworów tkankowych, a niektóre z nich może tylko w skutek swój własności galaretowatej uważano za tkankę śluzową. Substancja z niektórych takich utworów uorganizowanych otrzymywana, mało się zgadza ze śluzem zwyczajnym, lecz mniej jeszcze ma podobieństwa do innych substancji organicznych. Jeżeli przypuszczenie niektórych chemików okaże się prawdziwem, że różne rodzaje śluzu odpowiadają stopniowym przemianom pewnej rozkładającej się substancji, wtenczas ustanowienie tego oddziału będzie lepiej usprawiedliwionem.

Możemy w tym oddziale odróżnić trzy główne formy, t. j. strunę grzbietową, kulę szklistą oka i właściwą tkankę galaretową.

a. *Struna grzbietowa (chorda dorsalis)*. Tkanka ta znajduje się w pierwszych tylko początkach rozwoju zwierząt ssących i ptaków, a to w środku tego miejsca gdzie się tworzy kręgosłup i stanowi tam cienkie pasmo przechodzące przez całą długość grzbietu. Kręgi nie powstają w skutek przemiany owej struny w chrząstkę lub w kość, owszem tworzą się one na około tego pasma, które u człowieka i zwierząt wyższych bardzo wczesnie znika. U czteromiesięcznych zarodków ludzkich, znajduje się tylko nieznaczna pozostałość struny w środku chrząstek międzykręgowych, stanowiąca tam masę półpłynną, śluzową. U niektórych zwierząt kręgowych niż-

szych, pozostaje struna grzbietowa przez całe życie, jak np. u ryb chrząstkowatych. Substancja struny jest miękka, galaretowata, szklista. Otoczona jest mocniejszą pochwą, która żadnego prawie

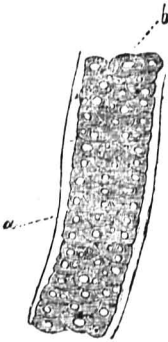


Fig. 27.

utkania nie okazuje. Pod mikroskopem widzimy w strunie, same tylko komórki okrągławe, bezpośrednio ze sobą się stykające; substancja międzykomórkowa prawie zupełnie nie istnieje. Komórki są wielkie, opatrzone jądrami i napełnione szklistym płynem lub przezroczystą masą galaretowatą. Za dodaniem kwasu octowego lub jodu komórki stają się wyraźniejszymi. Pod względem formy komórek zbliża się struna do tworzącej się chrząstki, niektórzy badacze liczą ją dla tego do oddziału chrząstek. Lecz zwracając uwagę na skład chemiczny struny i na tę okoliczność, że ona nigdy się nie zmienia w chrząstkę lub w inny rodzaj substancji łącznej, nie można ją połączyć z chrząstką. W niszczącej się strunie widać obok komórek, wielkie szkliste kule, przedstawiające się mniej więcej jako jamki w massie struny. Kule te czasem zupełnie znikają za dodaniem wody lub kwasu octowego, albo za naciśnięciem preparatu. Podobne one są do tak zwanych ciałek koloidalnych. Przed zupełnym zniknięciem rozpada się struna na płyn śluzowy, oddziaływający alkalicznie. Płyn ten trudno się rozpuszcza w wodzie, nie krzepnie ani przez gotowanie ani przez dodanie kwasu octowego (co go znacznie odróżnia od śluzu zwyczajnego); z chlornikiem rtęci i garbnikiem nie tworzy osadu; a tylko przez gotowanie z odczynnikiem *Millon*a powstaje drobny różowy skrzep.

b. Kula szklista oka (corpus vitreum), według poszukiwań *Brückego*, ma być złożoną z warstw współśrodkowo uło-

(Fig. 27.) Kawalek struny grzbietowej z zarodka baraniego; *a*, pochwa; *b*, komórki struny. (Z *Hist. Koeilicera*.)

zonych, a według Hannovera, ze skrawków na kształt pomarańczy połączonych. Pierwszy obraz otrzymuje się przez stwardnienie kuli szklistej w octanie ołowiu lub w potażu, drugi zaś przez traktowanie kuli kwasem chromnym lub rozczynem chlorku rtęci. Obrazy te tworzą się sztucznym sposobem. Tyle tylko wnosić można, że w kuli istnieją cząstki stałe, ułożone na kształt przegród błoniastych. Prawdziwy skład kuli szklistej dopiero się wyjaśnił z poszukiwań V i r c h o w a, który w zarodkach świń, wykazał utkanie jej z komórek okrągławych jądrami opatrzonych i ze szklistej, miękkiej, galaretowatej substancji międzykomórkowej. Substancja ta przedstawia wszelkie fizyczne i chemiczne własności zwyczajnego śluzu. Komórki powoli znikają, a na końcu pozostaje sama przezroczysta, jednolita substancja międzykomórkowa. Tylko pod samą błonką szklistą (*membrana hyaloidea*), znajdują się według Doncana, komórki okrągławe, nawet w kuli szklistej wykształconej.

Poszukiwania chemiczne wykazały w kuli szklistej ledwie 1,4% części stałych, reszta składa się z wody. Części stałe obejmują $\frac{3}{4}$ substancji mineralnej, a $\frac{1}{4}$ tylko substancji organicznej. W substancjach mineralnych przeważa głównie chlorek sodu, a w organicznych materia białkowata i wyciągowa.

Więc, ani własności chemiczne ani forma kuli szklistej nie podają nam żadnych dowodów o jej powinowactwie z substancją łączną, dopiero z poszukiwań nad rozwojem przekonaliśmy się o tem powinowactwie. Skład morfologiczny kuli szklistej jest zupełnie przeciwny składowi struny grzbietowej, pierwsza bowiem złożona jest z samej prawie substancji międzykomórkowej, ostatnia zaś z samych prawie komórek.

c. *Tkanka galaretowa.* Tu należy: tkanka pępowiny (otaczająca naczynia pępkowe), galareta W h a r t o n a, tkanka zarodka zębowego, grzebień koguci i t. d. W różnych narządach ciała wykształconego znajduje się tkanka łączna, która co do formy bardzo jest podobna do tkanki galaretowatej, lecz ze względu na skład chemiczny substancji międzykomórkowej, trzeba ją połączyć z tkanką łączną zwyczajną. Należy tu np. zewnętrzna warstwa podścieliska błon śluzowych, skła-

dająca się z tak zwaną tkanki łącznej niedojrzałej Reicherta, a przede wszystkim, podścielisko (*membrana submucosa*) błony śluzowej kiszek, które prawie zupełnie jest podobne do tkanki galaretowej. W nowotworach szybko się powiększających znajdujemy często tkankę, która okazuje wszelkie własności tkanki galaretowej, np. na około raka galaretowatego; inne nowotwory, w których siła produkcyjna mniej jest znaczna składają się z ową tkanki łącznej niedojrzałej, gdzie komórki mniej są wyraźne i nie okazują formy gwiazdowatej, jak np. w różnych polipach i t. d.

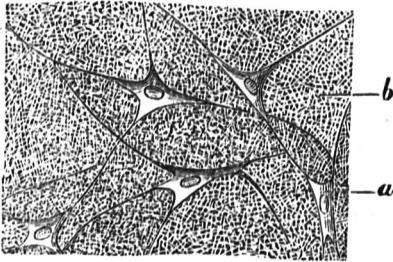


Fig. 28.

Tkanka galaretowa jest to masa miękka, podobna do galarety, okazująca liczne wielkie komórki gwiazdowate, które wysyłając długie wypustki i za pośrednictwem tych wypustek do siebie się zbliżając tworzą pozór siatki. W ogóle przeważają komórki z dwiema wypustkami t. j. komórki z kształtem wrzecionowatym; lecz obok tych znajdują się liczne komórki wysyłające trzy, cztery i więcej promieni. Tu i owdzie widać także komórki okrągławe i owalne. Oka pozorną siatkę utworzoną z wypustek komórkowych, napełnione są substancją galaretową, która w młodych zarodkach zupełnie jest szklista, lecz później przyjmuje pozór drobno ziarnisty lub nawet piśniowy, zapewne w skutek zgęszczenia się cząstek materji miękkiej w kształcie delikatnych włókienek bez porządku powikłanych. Takie włókienka rzeczywiście nie istnieją, nie można bowiem żadnym sposobem substancję międzykomórkową rozłożyć na włókna, owszem cała ta masa jest dość jednolita

(Fig. 28.) Tkanka galaretowa; a, komórki; b, substancja międzykomórkowa galaretowata. (Z Hist. Leydiga.)

a tylko cząstki mocniej światło łamiące i sztuczne fałdowanie się substancji, sprawiają pozór włókienek. W starszych tkankach galaretowych, substancja otaczająca komórki bezpośrednio, składa się z masy więcej stałej, jest prążkowana i ma wielkie podobieństwo do zwyczajnej tkanki łącznej.

Niektórzy badacze, uważają przestrzenie jasne pomiędzy siatkowato połączonymi wypustkami za komórki, które mają być napełnione substancją galaretowatą; a te, co *Virechow* uważa za komórki gwiazdowate, przyjmują za przestrzenie międzykomórkowe, składające się z włóknistej materji. *Henle* w ostatnich czasach starał się dowieść, że powrózek pępkowy i galareta *Wharton*a mają daleko więcej złożoną budowę, że to nie są tkanki, lecz organa składające się z drobnych naczyń krwionośnych zarosniętych, z blaszek tkanki łącznej i z włókien mięsnych gładkich. Przez gotowanie z wodą, substancja międzykomórkowa rozpuszcza się w kształcie śluzowego płynu; komórki przeciwnie nie rozpuszczają się, lecz zachowują swój skład komórkowy. Można więc tym sposobem wykazać komórki w substancji galaretowej. Podobnie działa kwas saletrzany. Komórki więc z innej substancji się składają, jak substancja międzykomórkowa; są trwalsze, mocniejsze i złożone są z materji białkowej. O składzie pojedynczych części komórkowych nie posiadamy żadnych dokładnych wiadomości. Byłoby to rzeczą ważną, komórki substancji galaretowej dokładnie zbadać pod względem chemicznym, gdyż komórki tkanki łącznej taki sam skład powinny posiadać, albowiem pochodzą one z komórek tkanki galaretowej, a zbadanie samej tkanki łącznej o wiele jest trudniejsze. W wodzie zimnej substancja międzykomórkowa nie rozpuszcza się, albo przynajmniej rozpuszczalność bardzo jest utrudniona; w tym względzie substancja galaretowa zbliża się do śluzu nierozpuszczalnego. Względem odczynników chemicznych zachowuje się substancja międzykomórkowa rozpuszczona, tak samo, jak i śluz zwyczajny t. j. przy gotowaniu nie krzepnie, z kwasem octowym tworzy się osad, który w nadmiarze kwasu nie rozpuszcza się. Kwas siarczany, saletrzany, solny, fosforowy przeciwnie rozpuszczają osad który z początku się

utworzył. Kwas chromny i chlornik rtęci nie działają. Z octanem ołowiu zasadowym, płyn mocno mętnieje. Ałun i garbnik mały tylko tworzą osad, albo też żadnego nie wywierają wpływu. Odróżnia się więc substancja galaretowa, tak od materji klejowej, jak i od materji białkowatej.

Co do fizjologicznego znaczenia tkanki galaretowej, można ją według teraźniejszego stanu nauki, uważać za pierwszy stopień w skali zmian, przez którą tkanka łączna w rozwoju swoim przechodzi. Ale nie wszędzie odgrywa ona rolę tymczasowo istniejącej formy, owszem widzimy ją nie tylko przez całe życie istniejącą u zwierząt niższych, lecz nawet u człowieka dorosłego znajdując się niektóre części złożone z tkanki galaretowej, jak np. kula szklista, miazga wypełniająca jamkę zębową (*pulpa dentis*). Tkanka, która łączy pomiędzy sobą komórki i włókna w organach nerwowych ośrodkowych, jest nieco podobną do substancji łącznej galaretowej, lecz forma utworów zastępujących tam komórki i pozór substancji międzykomórkowej sprzeciwia się takiemu przypuszczeniu. W różnych miejscach już spostrzeżono tkankę galaretową prawdziwą, gdzie się utworzyła przez chorobowe przerosnięcie zwyczajnej tkanki łącznej; wynika z tego, że tkanka łączna nie tylko może się zmienić w postępowym kierunku, lecz także w kierunku wstecznym, t. j. może utworzyć pierwotną formę. Tkankę organizmu zarodkowego dotychczas nie uważano za tkankę galaretową, lecz za pierwotną formę tkanki łącznej, połączali ją dla tego histologowie z tą ostatnią, oznaczając ją nazwą tkanki łącznej niedojrzałej czyli zarodkowej. Ale nowsze poszukiwania nauczają że tkanka galaretowa wcale się nie odróżnia od tkanki łącznej w zarodkach, i dla tego nie wachaliśmy się zaliczyć ją do tego oddziału. Inne utwory substancji łącznej, które się znajdują w organizmie ludzkim dojrzałym i bardzo podobne są pod względem formy, do tkanki galaretowej czyli zarodkowej, lecz według składu chemicznego się zaliczają do tkanki łącznej zwyczajnej, możnaby teraz oznaczyć nazwą tkanki łącznej niedojrzałej lub nieuformowanej, odróżniając ją przez to od tkanki galaretowej i od tkanki łącznej prążkowanej z pozorem włóknistym. Tkanka łączna może

się zmienić nie tylko na tkankę galaretową, ale także i na tkankę tłuszczową. Komórki jej wtenczas napełniają się tłuszczem, coraz bardziej się powiększają i zaokrąglają, substancja międzykomórkowa coraz więcej znika, a nareszcie cała tkanka składa się z samych prawie tylko komórek okrągłych, tłuszczowych. Tym tedy sposobem tworzy się tkanka tłuszczowa ze zwyczajnej tkanki łącznej.

Oddzielna tkanka tłuszczowa więc nie istnieje, komórki tłuszczowe samodzielnie tworzyć się nie mogą: powstają tylko przez pewną przemianę substancji łącznej. — To samo powiedzieć można o gwiazdowatych komórkach barwnikowych (pigmentowych), które także należą do komórek substancji łącznej, napełnionych ziarnkami barwnikowymi (pigmentowymi). Nareszcie tu nadmienić wypada, że w niektórych miejscach np. w ogonku kijanek żabich, który z substancji galaretowej się składa, spostrzeżono ciekawe ruchy i kurczenie się treści gwiazdowatych komórek barwnikowych, to dowodzi nam, że w komórkach tkanki galaretowej zawarta jest substancja kurczliwa.

Rozmnażanie się komórek w tkance galaretowej, prawdopodobnie takim sposobem się odbywa, że albo komórki wrzecionowate się dzielą rozciągając się w kierunku długości po przedzieleniu się jądra, albo niektóre komórki zachowawszy formę okrągłą rozmnażają się przez dzielenie, a dopiero młode komórki rozrastają się i przyjmują formę gwiazdowatą.

2. Tkanka łączna w ściślejszym znaczeniu.

Nadmieniliśmy już powyżej, iż tkanka łączna dawniej była oznaczona nazwą tkanki komórkowatej. Obecnie wyrazu tego użyć tu już nie możemy, bo wyraz „komórka” oznacza teraz w Histologii zupełnie co innego, jak u dawniejszych anatomów; według naszych wyobrażeń wszelkie prawie tkanki uważać należy za twory komórkowate.

Pierwsze przypuszczenia o budowie tkanki łącznej, opierały się na sztucznie zrobionych preparatach; w skutek bowiem

sztucznego napełnienia różnych organów powietrzem, otrzymuje tkanka łączna pozór budowy jamistój, komórkowej.

Haller pierwszy wprowadził w naukę przypuszczenia o składzie tkanki łącznej z delikatnych włókienek. Bordeen zaś uważał wszelkie włókna tkanki za utwory sztuczne, pochodzące z pośmiertnej przemiany miękkiej kleistej substancji, którą nazywał tkanką śluzową (*tissu muqueux*). Bichat zgadza się z Hallerem; inni zaś znakomici anatomowie przystąpili do zdania drugiego. Po użyciu mikroskopu do badań histologicznych, przypuszczenie Hallera pozornie się usprawiedliwiło. Schwann dopiero wykazał pochodzenie tkanki łącznej z komórek, lecz przy objaśnieniu dalszego rozwoju tkanki, nie był szczęśliwym. Poznał on dokładnie, że owa substancja, z której się tworzy tkanka łączna, w zarodku złożona jest z wyraźnych komórek wrzecionowatych, lecz mylił się przypuszczając prostą przemianę tych komórek na tkankę łączną. To co my uważamy za substancją międzykomórkową, to według Schwanna, uważać należy za treść komórkową zmienioną na włókna, a nasze komórki uważał on za jądra, Schwann więc nie przypuszczał substancji międzykomórkowej w tkance łącznej. Podobne stanowisko zajmował także Koelliker, lecz w nowszych czasach przyznaje on niektórym utworom tkanki łącznej pewien rodzaj substancji międzykomórkowej. Reichert pierwszy poznał powinowactwo pomiędzy składem tkanki łącznej, tkanki chrząstkowej i tkanki kostnej, dowodząc, że tkanka łączna początkowa tak samo się składa z komórek i substancji międzykomórkowej jak i te tkanki. W rozwiniętych utworach substancji łącznej nie przypuszczał on obecności rzeczywistych komórek, domyślając się, że po zniszczeniu błony komórkowej treść zupełnie się zlewa z substancją międzykomórkową i same tylko jądra tu i owdzie pozostają nienaruszone. Henle przypuszczał także rodzaj substancji zasadniczej, lecz nie nazywał ją substancją międzykomórkową, bo ciała w owiej substancji się znajdujące nie uważał za komórki, lecz za jądra. Substancja zasadnicza Henlego, nie może być poczytaną dla tego za utwór czyli wyrób komórek, jak u Reicherta,

lecz za masę plastyczną, która się zgęściła po utworzeniu jąder bez pośrednictwa komórek. W dalszym ciągu rozwoju rozkłada się ta masa zasadnicza na włókienka, a jądra okrągławe przedłużają się, przyjmują kształt włóknisty i stanowią wreszcie tak zwane włókna jądrowe *Henlego* (*Kernfaser*). Wszystkie te twierdzenia zgadzają się więc w pojmowaniu owych ciemniejszych ciałek znajdujących się w tkance łącznej rozwiniętej, jako jąder, lecz ze względu na substancję zasadniczą są one ze sobą sprzeczne. *Remak* przypuszczał, że w tkance łącznej istnieją komórki, ale nie istnieje substancja międzykomórkowa; substancją między komórkami się znajdującą, uważa ten badacz za zmienione błony wtórne komórek. Zdanie to istotnie się zgadza z teorią *Virchowa*. *Virchow* wystąpił przeciwko przypuszczeniom *Schwanna*, *Henlego* i *Koellikera*, wykazał dokładność głównych twierdzeń *Reicherta*, poprawił je znacznie, dowodząc, że komórki tkanki łącznej nie zlewają się z substancją międzykomórkową, lecz owszem istnieją nie zmienione i zachowują nienaruszony skład komórkowy. W ostatnich czasach przystąpił *Reichert* do przypuszczeń *Virchowa*, lecz tylko warunkowo.

W niniejszej rozprawie głównie trzymać się będziemy teorii *Reicherta* i *Virchowa*. Nim jednak przejdziemy do morfologii tkanki łącznej, wypada jeszcze nadmienić o niektórych nowszych przypuszczeniach o składzie tej substancji. *Bauer* zgadza się istotnie z *Henlem*, utrzymując że tkanka łączna tworzy się z jąder i z substancji zasadniczej; komórki zaś w tkance łącznej podług niego nigdy nie istnieją. *Bruce* uważa komórki w tkance łącznej za utwory różnorodne nie stanowiące istotnej części składowej tkanki łącznej, uważa je za komórki kurczliwe, sprężyste i naczyniowe (*Gefasszellen*); te pierwiastki morfologiczne, według jego zdania, są połączone ze sobą odmienną substancją spajającą, okazującą różny skład chemiczny i różne formy. *Mandl* nie przyznaje tkance łącznej żadnego związku z komórkami; według niego tkanka łączna powstaje przez rozpadanie się masy jednolitej na włókienka. Do tego zdania przychyła się *Roller*, który jądra ko-

mórek tkanki łącznej uważa za utwory innego rodzaju; w nowszych swoich rozprawach starał się on dowieść że tkanka łączna powstaje z włókien. F ü h r e r nareszcie starał się wykazać, że wszelkie komórki zwierzęce pochodzą z pączkowania naczyń, zwyczajne komórki tkanki łącznej uważa on za cienkie naczynia włoskowate, za siatki delikatnych naczyń, które w nieprawidłowych stosunkach się rozszerzają i nawet krążki krwi przepuszczają.

L. Morfologia tkanki łącznej.

Tkanka łączna dosyć odmienne okazuje formy, a to zależnie od miejsca, w którym się znajduje i od przeznaczenia organu w którego skład wchodzi. Błony, ścięgna i więzy, które podlegają ściślejszemu naprężaniu i rozciąganiu w ciele żyjącem, są złożone z tkanki zbitéj, tęgiej, z pozorem ścięgnistym. Te właśnie utwory były przedmiotem i podstawą wszelkich sporów o włóknistą budowę tkanki łącznej. W miejscach, gdzie tkanka łączna zastępuje chrząstkę, tam okazuje ona formę podobną do chrząstki, lecz z drugiej znów strony zbliża się ona do tkanki galaretowej, a to z tego powodu że obfituje w komórki dość wyraźne. Jeżeli przeznaczenie jakiego utworu złożonego z tkanki łącznej, wymaga znaczną tęgosc i wielką sprężystosc, to znajdujemy w nim zawsze mniejszą lub większą ilość włókien sprężystych, np. w tak zwanych więzach żółtych. Utwory z samej prawie tkanki łącznej złożone i służące tylko do połączenia różnych organów np. ścięgna, więzy, rozciągna, zawierają zwykle mało naczyń.

Tam zaś gdzie tkanka łączna względem ilości podrzędna tylko odgrywa rolę, ale gdzie zastępuje niby substancję spajającą i służy jako przewodnik naczyń, np. w mięszu organów, tam widzimy bardzo delikatną i miękką tkankę łączną. Podczas gdy utwory zbitéj tkanki łącznej, zwykle w jednym tylko kierunku dają się rozdziierać i pozorną budowę włóknistą okazują, to w innych razach można ową substancję miękką

w różnych kierunkach rozciągać bez rozkładu jej na włókna. W utworach pierwszego rodzaju spostrzegamy zwykle pęczki włókienek, ułożone regularnie i równoległe, albo też zupełnie bez porządku i otoczone pochewkami sprężystemi, w ostatnich zaś przeważa skłonność do rozkładania się na delikatne blaszki, lub też substancja międzykomórkowa całej tkanki zdaje się być jednolitą. Pomiędzy temi formami odróżniającymi się od siebie tak znacznie już ze względu na własności zewnętrzne i na grubszą budowę, znajdują się jeszcze liczne formy przechodnie tkanki łącznej, których opisać nie ma potrzeby.

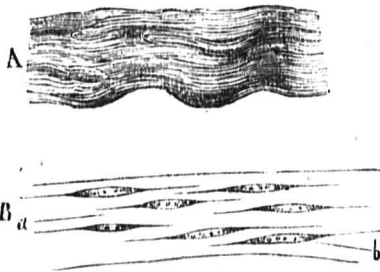


Fig. 29.

Zewnętrznym własnościom tych utworów odpowiada także *po z ó r mikroskopowy*. We wszystkich prawie utworach ścięgnistych spostrzegamy pod mikroskopem *po z o r n y* skład włóknisty. Regularne, gęste prążki przechodzące równoległe lub wężykowato zdają się istnieć skutkiem składu tkanki z delikatnych włókienek. Jeżeli preparat się rozdzięrga, otrzymujemy pod mikroskopem obraz szerszych i węższych pasm, a każde pasmo zdaje się być złożonem z samych delikatnych włókienek. Po zwilżeniu preparatu kwasem octowym zaciera się *po z ó r* prążkowany, a w dość jednolitej substancji międzykomórkowej zjawiają się delikatne, laseczkowate, ciemniejsze ciała. Zdaje się badającemu, jak gdyby te ciała jedne za drugimi były ułożone w długich i wązkich szczelinach. Takie szczeliny przechodzą równoległe z włóknami

(Fig. 29.) Tkanka ścięgnista; A, w stanie świeżym normalnym; B, po zwilżeniu kwasem octowym; a, substancja międzykomórkowa; b, komórki. (Z Hist. Leydiga.)

w dość równych odległościach i zwykle kilka ciałek zawierają. Na przecięciach poprzecznych utworów ścięgniastych widać przecięcia pochew sprężystych otaczających dość jednolite jasne pola. Każde takie pole odpowiada poprzecznemu przecięciu pęczka. Nie widać tam żadnych przecięć włókna z których pęczek zdawał się być złożonym, lecz w massie kropkowanej rozsypane są tylko przecięcia owych szczelin pozornych

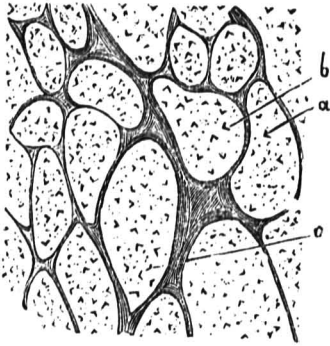


Fig. 30.

przedstawiające się teraz jako szczeliny gwiazdowate i zawierające nieraz w środku ciało ziarnkowane. Promienie gwiazdowatych szczelin łączą się pomiędzy sobą i tworzą przez to pewien rodzaj siatki. Lieberkühn w nowszych czasach wykazał, że owe pozorne szczeliny gwiazdowate są to miejsca, gdzie kilka drobniejszych pęczków właściwymi pochwami opatrzonych z sobą się styka. Każdy większy pęczek (Fig. 30 a) jest złożony z drobniejszych jeszcze pęczków otoczonych delikatnymi pochawkami. W owych gwiazdowatych przestrzeniach często się znajdują ciała czyli komórki tkanki łącznej.

Zupełnie inaczej się przedstawiają miękkie i delikatne utwory tkanki łącznej otrzymanej z mięszu organów. Widać tam masę prawie zupełnie jednolitą szklistą, w której są rozsypane ciała ciemniejsze, wrzecionowate, ułożone w rozmaitych kierunkach. Ciała te są często opatrzone bocznymi

(Fig 30.) Przecięcie poprzeczne przez ścięgno ludzkie, 60 razy powiększone, a pęczki, z których się składa ścięgno, c grubsze i delikatniejsze pochwy sprężyste otaczające owe pęczki; b pozorne komórki gwiazdowate poczytane za szczeliny, zawierające ciała tkanki łącznej czyli jądra. (Z Histologii Koellikera.)

wypustkami, zbliżają się więc do formy mniej więcej gwiazdowatej. Włókienka okazujące się czasem w massie jednolitej, znikają natychmiast jeżeli preparat się przyciska; wnosić z tego można, że włókna po większej części powstały skutkiem fałdowania się substancji. Jeżeli ciała wrzecionowate dokładniej badamy, to przekonywamy się, że to są utwory złożone z jądra owalnego, zawartego w gwiazdowatej lub wrzecionowatej jamce albo szczelinie. Trudno z pewnością powiedzieć, czy ta jamka jest opatrzona własną błoną i zawartością. Zresztą obraz całej tkanki bardzo się zgadza z mikroskopowym pozorem tkanki zarodkowej. Mając wzgląd na to, jak również i na pochodzenie tkanki łącznej z tkanki galaretowej, wątpić nie możemy, że substancja szklista odpowiada substancji międzykomórkowej galaretowatej, a ciała gwiazdowate wrzecionowate, odpowiadają komórkom tkanki galaretowej. Zachodzi tylko pytanie, czy ciała owe zachowały zupełnie skład komórki. Jeżeli zniszczymy substancję międzykomórkową przez gotowanie z wodą lub działaniem kwasu saletrzanego, wtedy ciała jako trwalsze pozostają, okazując prawie wszystkie własności komórkowe. Lecz i to doświadczenie nie wystarcza, aby z pewnością wykazać, że te utwory są prawdziwymi komórkami.

W utworach ścięgnistych, uważa *Virchow* masę prążkowaną za substancję międzykomórkową, szczeliny które się przedstawiają na przecięciu podłużnym za włókna wrzecionowate, a szczeliny przedstawiające się na przecięciu poprzecznym jako ciała gwiazdowate, uważa on za komórki podłużne opatrzone bocznymi wypustkami. Ciała laseczkowate znajdujące się w szczelinach wrzecionowatych i gwiazdowatych, reprezentują jądra komórek. Komórki, wypustkami swemi wzajemnie się łącząc, stanowią system kanalików, w którym osocze krwi się rozchodzi (*Saftroehrensistem*).

Virchow starał się takie komórki wrzecionowate rzeczywiście wykazać w ścięgnach. Rozpuściwszy substancję włóknistą za pomocą gotowania lub działaniem kwasu saletrzanego, otrzymał on odosobnione włókna gwiazdowate i wrzecionowate, które zawierały owe utwory laseczkowate uważa-

ne za jądra komórek (Fig. 31). Lieberkühn w ostatnich czasach wykazał (zgodnie z dawniejszemi twierdzeniami Luschki, Reicherta i Bauera), że to co Virchow uważa za komórki gwiazdowato-wrzecionowate są to miejsca, w których najcieńsze pęczki się stykają. Pęczki same nie zawierają żadnych komórek lub jąder, są otoczone cienkimi pochwami sprężystymi, a w miejscu zetknięcia się pochwek leżą laseczkowate lub czworokątne komóreczki. W bardzo



Fig. 31.

starych ścięgnach komórki te, jak się zdaje, zupełnie znikają. Komórki Virchowa okazały się więc jako utwory sztuczne. Łatwo teraz sobie wyłomaczyć, jakim sposobem nowe komórki się tworzą, jak tkanka ścięgnista się formuje, rozrasta, normalnie i patologicznie się zmienia. Upadają zatem także i te przypuszczenia, według których komórki w ścięgnach mają się tworzyć około jąder oddzielnych.

Skład włóknisty substancji międzykomórkowej zdaje się być pozornym, tak samo, jak w innych utworach tkanki łącznej. Tam, gdzie oddzielne włóknienka się pokazują, trzeba je uważać za utwory sztuczne. Skłonność do rozpadania się tkanki prążkowanej na równoległe włóknienka, pochodzi z właściwego układu atomów. Cząsteczki substancji międzykomórkowej są mo-

niiej pomiędzy sobą połączone w kierunku ułożenia komórek wrzecionowatych lub włóknienkowatych, niż w kierunku przeciwnym, więc przy mocniejszym rozdzierganiu rozkłada się

(Fig. 31.) Pozorne komórki tkanki łącznej, odosobnione ze ścięgien zarodkowych, 350 razy powiększone, a z młodszego, b z starszego zarodka. (Z histologii Koellikera.)

tkanka takim sposobem, że cząsteczki w kształcie włókienek równoległych zachowują swój związek. Można to porównywać ze składem kryształu, który w stanie zwyczajnym stanowi niby masę jednolitą, a jednakże łupie się łatwiej w jednym kierunku aniżeli w innym. Istnieje więc w niektórych utworach tkanki łącznej skłonność substancji międzykomórkowej do rozkładania się na włókna, lecz włókna jako takie nie składają tkanek, albo przynajmniej nie istnieje pomiędzy temi włóknami różnorodna substancja spajająca, lecz włókna bezpośrednio i tak ściśle są połączone, jak drobne cząstki w jednolitym kryształe.

Pomiędzy szklistą formą tkanki łącznej a formą prążkowaną (ścięgnistą), znajdują się liczne stopniowe formy pośrednie. W różnych miejscach widać wyraźnie, jak substancja międzykomórkowa szklista powoli przyjmuje co raz więcej prążkowany pozór, a komórki wrzecionowate przedłużają się i zwięzają. Rollet w nowszych czasach starał się wykazać, że tkanka łączna składa się z prawdziwych włókienek substancją białkową zlepionych. Udało mu się za pomocą moczenia w różnych gryzących roztworach alkalicznych, (np. w roztworze wapna gryzącego, baryty gryzącej) rozłożyć tkankę ścięgnistą i inne utwory tkanki łącznej, na najdelikatniejsze włókienka. W płynie użytym do moczenia, znalazł dużo substancji białkowej. Wnioskuje on zatem, że ta substancja białkowa służy do spajania włókien, lecz dowody te bynajmniej nie są wystarczające.

Z tego wszystkiego co dotąd powiedzieliśmy, wynika że: *wszelkie formy tkanki łącznej są tylko odmianami jednej formy pierwotnej. Forma ta redukuje się na komórki wrzecionowate, lub gwiazdowate i na substancję międzykomórkową jednolitą. Przez zmianę formy komórkowej i równoczesną zmianę ułożenia cząstek w substancji międzykomórkowej, powstają różne formy jednej i tej samej tkanki.* Czy wraz z formą także się przeobraża skład chemiczny, nie można z pewnością powiedzieć, bo substancje, z różnych rodzajów tkanki łącznej otrzymywane, tak podobne okazują własności chemiczne, że do tych czas nasze wiadomości chemiczne nie wystarczają, aby pewne różnice z dokładnością wykazać.

2. Przemiany tkanki łącznej.

a. Ciałka owe w tkance łącznej prążkowatěj, które teraz uważamy za komórki, uważał dawniej H e n l e za włókienka sprężyste utworzone ze zmienionych i przedłużonych jąder (*Kernfasern*), obecnie zaś wyrzekł się on już tego zdania. Obok zwyczajnych części składowych znajdują się w tkance łącznej często inne utwory, okazujące formę włóknistą, dawniej poczytane za części różnorodne, które jednak nie należą właściwie do substancji łącznej. Do tych utworów zaliczają się tak zwane *włókna sprężyste* (*fibrae elasticae*). V i r c h o w, D o n d e r s i K o e l l i k e r uważają je za zmienione i przedłużone komórki tkanki łącznej, R e i c h e r t, H e n l e i L e y d i g przeciwnie uważają je za zgęszczoną i zmienioną substancję międzykomórkową. Pierwsi utrzymują, że komórki tkanki łącznej się przedłużają, wypustkami swemi często zrastają i nareszcie zupełnie się napełniają masą sprężystą. Mając wzgląd na wielką wytrzymałość tych włókien podanych działaniu wody gorącej i mocnych odczynników chemicznych, dalej na siatki, które one tworzą, wreszcie na skład chemiczny utworów sprężystych, które znacznie się odróżniają od substancji klejowej, nie można tej teorii odmówić wszelkiej słusności, gdyż komórki tkanki łącznej także są bardzo trwałe, a w niektórych miejscach wypustkami bocznymi zbliżając się do siebie także rodzaj siatki składają. Lecz jeżeli uważamy na to, że tak zwana tkanka sprężysta (o której poniżej oddzielnie będzie mowa) co do składu chemicznego i formy zupełnie się zgadza z *włóknami sprężystymi* i że toż samo miejsce co do samego składu chemicznego z tak zwanymi błonami szklistymi i sprężystymi i błonami okienkowatymi, nie możemy przystąpić do powyższego zdania, albowiem te ostatnie utwory zupełnie innym sposobem się tworzą.

Włókna i siatki sprężyste więc uważać będziemy za utwory pochodzące ze zgęszczenia i przemiany chemicznej substancji międzykomórkowej. Opuszczamy tu szczegółowy ich opis; gdyż przy tkance sprężystej jeszcze raz o nich wspo-

mnieć wypadnie. Włókna węzownicowate w niektórych utworach tkanki łącznej się okazujące, w niczem się nie odróżniają od zwyczajnych prostych włókien; znajdują się one zwykle tylko w preparatach sztucznie przygotowanych t. j. w tkance łącznej przez gotowanie mocno skurzonej. Ściągnięta w wodzie gorącej mocno się kurczą, włókna sprężyste przeciwnie nie ściągnają się równocześnie z substancją międzykomórkową, ale z powodu że z ostatnią ściśle są połączone muszą przyjąć formę falistą lub węzownicowatą (*spiralną*). Tak zwane włókna węzownicowate *H e n l e g o*, które w niektórych miejscach otaczają pęczki tkanki łącznej nakształt sprężyny węzownicowato okręconej, rzeczywiście nie istnieją. *R e i c h e r t* i *K l o p s c h* dowiedli, że takie pozorne włókna tworzą się przez fałdowanie i rozdzieranie się błonki szklistej, która owe pęczki otacza i która do błon sprężystych należy. Pozorne włókna węzownicowate wtenczas dopiero się okazują, kiedy tkanka łączna dodaniem kwasu octowego napęcznieje i błonkę nie rozciągającą się rozdziera i fałduje. Tkanka łączna więc tylko jeden rodzaj włókien sprężystych zawierać może t. j. włókna proste zwyczajne. Znajdują się one w mniejszej lub większej ilości, istnieją albo oddzielnie, albo łącząc się wzajemnie bocznymi odnogami tworzą siatki. Siatki sprężyste składają się z delikatniejszych lub grubszych włókien. Tam gdzie ilość włókien i grubość ich przeważa nad ilością substancji międzykomórkowej, tam otrzymuje tkanka charakter tkanki sprężystej.



Fig. 32.

(Fig. 32) Pęczek tkanki łącznej z opony pajęczej mózgu ludzkiego, traktowany kwasem octowym. Zaciśnięcia utworzone przez sprężystą pochwętkę pęczka przedstawiają pozór włókienka węzownicowato otaczającego pęczek. (*Z Hist. Freya*).

Nie jest to jeszcze ogólnie przyjętą rzeczą, lecz łatwo przekonać się można, że w różnych utworach tkanki łącznej

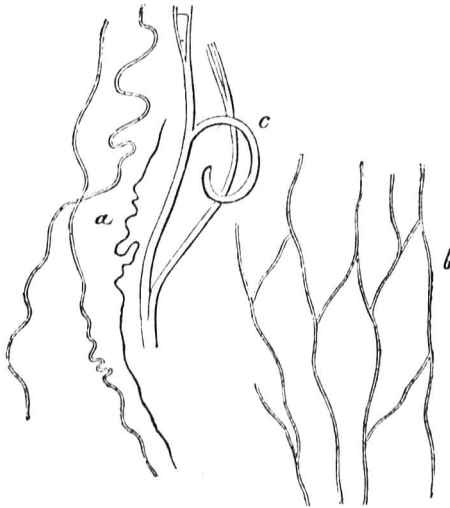


Fig. 33.

istnieją stopniowe przemiany substancji międzykomórkowej na substancję sprężystą. Widać tam pewien rodzaj włókien, złożonych ze zwyczajnej substancji klejowej, jak i cała substancja międzykomórkowa, lecz są już więcej zgęszczone, światło mocniej łamią i w kwasie octowym nie tak znacznie pęcznią. Inny rodzaj włókien jest już więcej zgęszczony i więcej się zbliża do substancji sprężystej, a nareszcie znajdujemy włókna zupełnie złożone z masy sprężystej. Wszystkie te objawy porównać można z przemianą tkanki galaretowej i chrząstki na tkankę łączną prążkowaną, gdzie nie tylko forma lecz i skład chemiczny substancji międzykomórkowej się zmienia.— Podobne przeistoczenie się substancji międzykomórkowej

(Fig. 33) Włókna sprężyste z tkanki łącznej; *a* włókienka nie rozgałęzione, *b* siatka włókien sprężystych, *c* grubsze włókno rozgałęzione. (Z Histologii Freya).

można także wykazać w chrząstkach. Mamy pomiędzy chrząstkami różne stopniowe przejścia, od substancji międzykomórkowej szklistej i z chondrynu złożonej aż do formy włóknistej składającej się z glutinu, dalej do substancji posiadającej włókna sprężyste, a nareszcie do chrząstki sprężystej, gdzie cała prawie substancja międzykomórkowa złożona jest z materji sprężystej.

b. Znajdujemy dalej w tkance łącznej różne formy, które stanowią przejście do tak zwanych błon szklistych sprężystych i błon okienkowatych. Tu należą bez wątpienia błonki szkliste graniczne, które różne nabłonki odgraniczają od podścieliska i które dawniej były uważane za zgęszczone wydzieliny nabłonków. Okazało się teraz, że one należą do tkanki łącznej podścieliska i składają się z cienkiej warstwy jednolitej substancji międzykomórkowej, w której rzadko tylko komórki się znajdują. Twory te znane są pod nazwą *membrana intermedia* (Henle), *basement membrâne* (Bowmann), *tunica propria* w gruczołach i t. p. O innych błonkach nie wiadomo jeszcze, czy one się składają z materji sprężystej lub z materji klejowej; może być, że pośredniczą pomiędzy jedną i drugą. Należy tu: pochwka pęczków pierwotnych mięsnych (*sarcolemma*), błona szkliska otaczająca kulę szklistą (*hyaloidea*), torebka soczewki (*capsula lentis*) i nawet powłoka tylna rogówki (*membrana Demoursii s. Descemetii*). Nie wiadomo jeszcze jak te błonki się tworzą, czy ze zwyczajnej tkanki łącznej przez zniknięcie komórek, czy też przez wydzielanie komórek w sąsiedztwie się znajdujących. Pierwsze przypuszczenie zdaje się być prawdopodobniejszym, lecz ostatnie w niektórych razach także może mieć miejsce.

c. Inny rodzaj przemiany tkanki łącznej stanowi skostnienie. Przy skostnieniu nie tylko substancja międzykomórkowa ma udział, lecz także komórki formę swoją znacznie zmieniają. Substancja międzykomórkowa napełnia się solami wapniowymi, staje się nieprzezroczystą, białą, twardą, a komórki przyjmują kształt gwiazdowaty, wypustki się powiększają i przedłużają, wysyłają gałęzie boczne i stykają się z wypustkami komórek sąsiednich. Zdaje się jednak, że niektóre tylko

rodzaje tkanki łącznej mają zdolność do kostnienia, a właściwie tkanki z pozorem galaretowatym. Tkanka ścięgnista kostniejąc, tworzy pomiędzy pęczkami włókien *nowe* komórki i *nową* substancję międzykomórkową. Nowo powstająca tkanka, która bardzo jest podobna do chrząstki, dopiero się zamienia na kość. Równocześnie pęczki włókniste napęcznieją się solami wapiennymi i przeobrażają się powoli w substancję międzykomórkową kości. W różnych miejscach ciała ludzkiego i zwierzęcego przemiana tkanki łącznej w tkankę kostną regularnie się odbywa, np. na wewnętrznej powierzchni tak zwaną okostną (*periosteum*). Pomiędzy kością i okostną, złożoną z tkanki łącznej prążkowanej i obfitującej w naczynia, znajduje się cienka warstwa miękkiej jednolitej tkanki łącznej (podobnej do tkanki galaretowatej), która bezustannie się przeobraża w kość. Warstwa ta, jak się zdaje, ciągle na nowo się tworzy za pośrednictwem okostnej, okostna sama więc nie zmienia się. Przemiana masy nieorganizowanej (plastycznej), jaką dawniej przypuszczali przy zrastaniu się złamanych kości, jest niepodobieństwem; wylew krwi i włóknika, mający stanowić tak zwany „callus” wsiąka w naczynia, a kość nowa łącząca końce rozdzielone kości tworzy się po części za pośrednictwem okostnej a po części z nabrzmienia (*callus*) chrząstkowego, które prawdopodobnie powstaje z komórek znajdujących się w szpiku kostnym w miejscu złamania.

W rozdziale o tkance kostnej szczegółowo mowa będzie o sposobach tworzenia się kości. Przekonamy się, że wszystkie kości szkieletu pochodzą pierwotnie albo z chrząstki szklistej albo z chrząstki włóknistej. Chrząstka włóknista należy właściwie do tkanki łącznej prążkowanej, tak co do formy, jak co do składu chemicznego substancji międzykomórkowej (zamiast chondrynu zawiera glutyn). Sposób przeobrażania się tej tkanki na tkankę kostną zdaje się odpowiadać zjawiskom, które opisaliśmy przy tworzeniu się kości z okostnej; chrząstka włóknista sama się nie zmienia, tworzy tylko tkankę łączną zarodkową, która następnie się przeobraża w tkankę kostną. Chrząstki włókniste mają wielką skłonność do kostnienia. We wszystkich takich miejscach, które w wieku młodocianym są

opatrzone chrząstkami włóknistymi, znajdujemy u starców mniej więcej skostniałe utwory, np. w chrząstkowych połączeniach kości (*synchondroses*). Tkanka łączna ścięgniasta mało jest skłonna do skostnienia. Tak zwane trzeszczki (*ossa sesamoidea*) można uważać za skostniałe ścięgna, rzepka (*patella*) np. powinna być poczytywaną za skostnienie ścięgna mięśnia czworogłowego uda (*m. quadriceps*), (który się składa z czterech głów t. j. *m. rectus, cruralis, vastus internus* i *vastus externus*). U różnych zwierząt często napotykamy ścięgna zupełnie skostniałe, np. u pulardy. Nareszcie rzadko znajdujemy skostniałą tkankę łączną; lecz z drugiej strony nie znamy miejsca, w któreby nie mogła się utworzyć kość, bo wszędzie gdzie tylko istnieje tkanka łączna, w nieprawidłowych warunkach skostnienie nastąpić może, tak np. w mięśniach, w gruczołach, w naczyniach i t. d.; najczęściej ulega skostnieniu opona twarda mózgu (*dura mater*). Często znajdujemy zamiast prawdziwego skostnienia pewien rodzaj zwapnienia. Tkanka łączna wtenczas nie zmienia się co do formy, lecz tylko napęcza się solami wapiennymi; u starców naczynia często w ten sposób twardnieją.

Przemianę tkanki łącznej na chrząstkę, napotykamy tylko



Fig. 34.

w nieprawidłowych stosunkach. Nowotwory złożone z chrząstki zowią się chrząstniakami (*enchondroma*); mogą się utworzyć we wszystkich miejscach, w których się znajduje tkanka łączna; narodziła np. pochwy nerwowej (*neuroma*) często się składają z chrząstki.

d. Komórki tkanki łącznej mogą się napęczyć ziarnkami barwnika (*pigmentu*) i stanowią wtenczas tak zwane komórki gwiazdowate barwnikowe czyli pigmentowe. U człowieka znajdujemy takie komórki tylko w naczyniówce oka (*choroidea*) i w tęczówce (*iris*).

Skóra różnych zwierząt zawiera zwyczajnie gwiazdowate komórki barwnikowe; od koloru ziarenek w komórkach zawartych, zależy kolor skóry. U gadów znajdują się największe, najregularniejsze i najwyraźniejsze komórki barwnikowe. Istnieją one tam nie tylko w skórze, lecz także w tkance łącznej która wchodzi w organa wewnętrzne, zwykle są te komórki ułożone około naczyń. Jest to rzeczą ważną dla objaśnienia tworzenia się barwnika. Skład chemiczny barwnika podobny jest do hematynu; w miejscach, gdzie krążki czerwone krwi się niszczą, znajdujemy taki barwnik. W zmieniających się krążkach krwi w śledzionie, widać stopniowe przemiany hematynu na ziarnka czarne. Nareszcie, z powodu że komórki gwiazdowate barwnikowe zwykle są położone w samym sąsiedztwie naczyń, wnosić by należało, że ziarnka barwnikowe w komórkach gwiazdowatych pochodzą ze zmienionego hematynu. Jak hematyn z krążków krwi wchodzi do komórek, jeszcze nie wiadomo. Przypuszczenie o wnikaniu całych krążków czerwonych z krwi do komórek gwiazdowatych, zdaje się być mylném. Dotychczas przynajmniej jeszcze nikt nie wykazał otwartej komunikacji pomiędzy naczyniami i wypustkami komórek gwiazdowatych, owszem wszelkie poszukiwania i doświadczenia podały dowody o nieprzenikliwości końców wypustek. Zapewne dyfuzja odgrywa przytém jak i wszędzie, główną rolę. O kurczliwości komórek barwnikowych, spostrzeżonej u kijanek żabich przez Buscha, powyżej już wspominaliśmy.

Ziarnka barwnikowe czarne odznaczają się od innych substancji organicznych trwałością i nierozpuszczalnością w kwasach i alkaliach. Dotychczasowe poszukiwania analityczne, nie podają nam żadnej szczegółowej wiadomości o składzie chemicznym téj substancji. Oprócz zwyczajnych pierwiastków materji zwierzęcej zawiera ona części mineralne, głównie się składające z fosforanu wapna i z żelaza. Znaczenie barwnika dla czynności żywotnych w ciele zwierzęcém tak jest ciemne, jak jego skład chemiczny i sposób tworzenia się jego, wyjątek z tego stanowi barwnik na naczyńiówce oka i na tęczówce. Niektórzy przypuszczają, że barwnik się two-

rzy w skutek zmniejszonego utlenienia krwi, za tem zdaniem przemawia spostrzeżenie M o l e s c h o t t a, który żaby żywe zachował przez 18 dni w naczyniu napełnioném czystym tlenem i w ciągu tego czasu barwnik w skórze zupełnie znikł. Z drugiej strony widzimy, że kolor skóry jest tém żywszy, że ilość barwnika tém bardziej się powiększa, im więcej światło na ciało wpływa (np. w krajach południowych); a poszukiwania w tym względzie robione uczą, że żaby na świetle o $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{4}$ część więcej zużywają tlenu niż w miejscach ciemnych, więc utlenienie krwi powiększa się przez wpływ światła.

e. Komórki tkanki łącznej tak samo mogą się napełniać tłuszczem, jak komórki tkanki galaretowej (komórki w gruczołach tłuszczowych, komórki wątrobowe i inne). Tłuszcz znajduje się tam albo w małej tylko ilości i w kształcie drobnych ziarenek, albo znacznie się nagromadza i zmienia tkankę łączną na *tkankę tłuszczową*. Komórki napełniają się wtenczas kroplami tłuszczowemi, pęcznieją, przyjmują formę okrągłą i co raz znacznie się powiększają. Substancja międzykomórkowa przy tém się rozpręża i rozciąga, ilość jój pozornie się zmniejsza w skutek kilkorakiego powiększenia objętości całej tkanki, a zatém odległość pomiędzy jedną i drugą komórką, w skutek pozornego nienicknienia substancji międzykomórkowej, zmniejsza się. W rozwiniętej tkance tłuszczowej zdaje się jedna komórka bezpośrednio być połączoną z drugą. Lecz jeżeli tłuszcz przy schudnieniu albo sztucznym jakim sposobem się oddali, to jednak zawsze rozeznac można substancję międzykomórkową.

Tkanka tłuszczowa zwyczajna, zwykle jest rozdzielona przez niezmienioną tkankę łączną, na mniejsze i większe kępi, jak np. w pokładzie podskórnym; jeżeli z takiego miejsca tłuszcz się oddali, wtedy pozostaje słaba i pulchna tkanka, nazwana tkanką łączną jamistą (*areolares Bindegewebe*).

Komórki w tkance tłuszczowej są bardzo podobne do komórek roślinnych; forma ich jest okrągła lub wielokątna. Średnica wynosi około 0,02—0,13 milimetru. Pod mikroskopem okazują te komórki ciemne i wyraźne kontury i właściwy

polysk tłuszczowy; są przezroczyste, lecz światło mocno łamią. Jądro rzadko daje się spostrzedz w komórkach zwykłych; zwykle tylko po schudnieniu lub po sztucznym oddaleniu tłuszczu jądro wyraźnie występuje. Większa część komórek napełniona jest jedną wielką kroplą, lecz znajdują się także liczne komórki opatrzone wielką ilością drobnych kropeł. Oprócz tłuszczu zawierają komórki jeszcze płyn surowicy z białkiem.

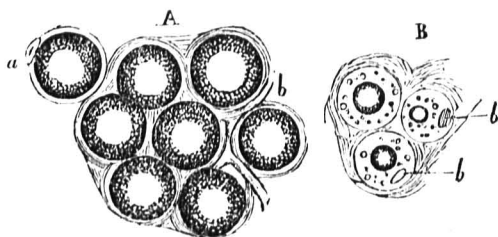


Fig. 35.

W zwykłym stosunku ilość płynu tak jest nieznaczna, że nie ma sposobu wykazania go pod mikroskopem; lecz po schudnieniu lub po chorobach, ilość tłuszczu się zmniejsza a czasem nawet zupełnie znika, a w miejsce tego napełniają się komórki większą ilością płynu. Jeżeli tłuszcz zawiera dużo margarynu, to spostrzeczemy w komórkach kryształki tłuszczowe, które dopiero po śmierci zwierzęcia się utworzyły. Zkąd tłuszcz w komórkach pochodzi, nie wiadomo; być może że tam wnika ze krwi, lub też dopiero tam się tworzy, zwłaszcza że chemicy wykazali możność tworzenia się tłuszczu z ciał białkowatych. Trzeba koniecznie komórkom przypisywać niejakię znaczenie przy tworzeniu się tłuszczu, gdyż w różnych miejscach ciała znajdujemy różne odmiany w składzie jakościowym i ilościowym owęj substancji. U zwierząt zimospiących (*hibernantia*) stanowi tkanka łączna rodzaj rezerwoaru, który letnią porą napełnia się tłuszczem, aby

(Fig. 35.) Tkanka tłuszczowa; A, komórki napełnione jedną wielką kroplą tłuszczu; a, komórka, w której z boku widać jądro; b, tkanka łączna pomiędzy komórkami tłuszczowemi; B, komórki tłuszczowe z których tłuszcz po większej części znikł, pozostały tylko małe krople i ziarenka tłuszczowe; w dwóch komórkach z prawej strony widać wyraźne jądra b. (Z Patologii cellularnej Virchowa.)

w zimie służyć do utrzymania ciepła zwierzęcego. Przez utlenienie się tłuszczu we krwi, rezerwoat ten aż do wiosny zupełnie się wyczerpuje. U człowieka, tkanka tłuszczowa najbardziej jest rozwinięta w pokładzie tłuszczowym podskórnym (*panniculus adiposus*), w sutkach kobiecych, w otrzewnej, w okolicy nerek, w substancji gąbczastej kości jako rdzeń kostny, w oczodołach i t. d. Tkanka ta służy tam do utrzymania giętkości, do ułatwienia ruchów, do uchronienia organów od szkodliwych wpływów mechanicznych, do utrzymania ciepła i t. d. Nadmiar substancji pokarmowych wchodzi do komórek tkanki łącznej w kształcie tłuszczu.

W ęterze i w wysoku gorącym ropuszcza się tłuszcz, a tkanka pozostająca posiada własności chemiczne tkanki łącznej.

f. W obecnym czasie zajmują się bardzo poszukiwaniami, w celu wykazania pochodzenia wszelkich tkanek i wszelkich rodzajów komórek zwierzęcych, z komórek tkanki łącznej. Nabłonki, mięśnie, włókna i komórki nerwowe, mają się tworzyć z komórek tkanki łącznej, właściwym sposobem się zmieniających. Mamy więc wrócić do owego dawnego przypuszczenia, które tkankę łączną uważało za substancję twórczą (plastyczną), za materiał do utworzenia wszelkich rodzajów tkanek i organów. Poszukiwaniom jednak, na których przypuszczenie to jest oparte, zbywa na dokładności i nie dostarczają wcale potrzebnych faktów. Tu odnoszą się pomiędzy innymi i poszukiwania *Billrotha* robione nad językiem żaby, które zostały przez autora niniejszego dziełka wykazane za mylniealbóciem opierają się tylko na preparatach sztucznych.

g. Ważne są zmiany, którym tkanka łączna ulega w stanie chorobowym. W skutek tak zwanego zapalenia chronicznego, albo ściślej w skutek wpływów długotrwałych i do tychczas jeszcze nie zbadanych, tkanka łączna różnym sposobem zmienić się może, t. j. ulega ona albo zwyczajnym zmianom tkanki łącznej albo przeobraża się na właściwe chorobne utwory. W pierwszym razie więc tworzy różne rodzaje substancji łącznej np. tkankę galaretową, tkankę chrząstkową, tkankę kostną, w drugim razie powoli się zmienia w ropę, w ra-

ka, w gruzelki i t. d. Można się przekonać, że przy tych ostatnich przemianach komórki tkanki łącznej główną odgrywają rolę, że one szybko się rozmnażają, tworzą wielką ilość nowych komórek i że masa i forma tych komórek stanowi głównie właściwość morfologiczną owych utworów. Przy tworzeniu się raka i gruzelków trzeba jednak koniecznie przypuścić działanie jakiegoś właściwego płynu lub innej nieznannej materji i pewną (zwykle dziedziczną) skłonność organizmu. Szczegółowe odróżnienie i opisanie przemian chorobnych zachodzących w tkance łącznej, należy do zadań histologii patologicznej,

3. Rozmieszczenie tkanki łącznej w ciele ludzkim.

Do utworów tkanki łącznej zaliczają się: ścięgna (*tendines*), więzy (*ligamenta*), powięzie (*fasciae*), rozciągna (*aponeuroses*), pochwy mięśniowe i ścięgniowe (*vaginae musculares et tendinum*), okostna i ochrzęstna (*periosteum et perichondrium*), powłoki właściwe organów (*tunica propria s. albuginea*), błony surowicze (*membrana serosa*), worki śluzowe (*bursa mucosa*), podścielisko błon śluzowych, skóra (*cutis*), błony naczyń, błony właściwe gruczołów (*membrana propria*), opony mózgu, rdzenia pacierzowego i nerwów, pokład tłuszczowy (*panniculus adiposus*) i inne utwory tkanki tłuszczowej, rusztowanie różnych złożonych organów np. płuc, śledziony, nerek, gruczołów limfatycznych, gruczołów zwyczajnych, wątroby, błony zewnętrzne oka i t. d. W mózgu, rdzeniu pacierzowym, w zwojach (*ganglia*) i w gałęziach nerwowych, uformowane pierwiastki nerwowe (komórki i włókna), są spojone za pomocą jednolitej miękkiej tkanki, uważanej także za substancję łączną.

4. O czynnościach fizjologicznych tkanki łącznej.

Najgłówniejszą czynność tkanki oznacza sama jej nazwa: służy ona do łączenia oddzielnych części. Wspominaliśmy

już powyżej o tem przeznaczeniu tkanki łącznej. Ogranicza się czynność ta mechaniczna do następujących stosunków: tkanka łączna spaja albo pierwiastki ukształtowane (np. w układzie nerwowym, w utworach mięsnych), albo rozwinięte tkanki, albo nawet organa. Nabłonkom służy ona jako podścielisko, a powierzchnię organów i całego ciała otacza w kształcie mocnej powłoki.

Ważną rolę odgrywa tkanka łączna w organizmie jako pośrednik przemiany materji pomiędzy krwią i drugimi tkankami. Nie widzimy nigdzie bezpośredniego zetknięcia się naczyń z pierwiastkami nerwowymi, mięsnymi lub nabłonkowymi, lecz wszędzie pośredniczy tkanka łączna. Naczynia włoskowate tylko w tkance łącznej się rozgałęziają. Osocze krwi przybywające z naczyń do różnych utworów tkankowych, musi koniecznie wprerw prznikać przez tkankę łączną. W drodze tej prawdopodobnie chemiczny skład soków odżywczych się zmienia.

Przenikanie i równoczesna przemiana substancji odżywczej, prawdopodobnie się odbywa za pomocą gwiazdowatych lub wrzecionowatych komórek tkanki łącznej. Substancja międzykomórkowa, jako materja dosyć obojętna, zapewne małe tylko ma znaczenie przy czynności odżywienia. W miejscach gdzie przemiana materji bardzo jest żwawa, jako to w zarodkach, w tworzących się bliznach, w podścielisku nabłonków często się odnawiających lub mocno wydzielających, w gruczołach i t. d. widzimy zwykle miękką, prawie galaretowatą tkankę łączną, złożoną z licznych wielkich i wyraźnych komórek. Liczba komórek przeważa czasem nad objętością substancji międzykomórkowej. Przenikanie soków od jednej komórki do drugiej, ułatwione zostaje przez zwykłą ich formę gwiazdowatą i przez wzajemne zetknięcie się ich za pomocą licznych wypustek.

Tam zaś gdzie tkanka łączna samodzielnie istnieje i odzielne utwory stanowi i gdzie znaczną tęgoscą i zbitością się odznacza, tam przemiana materji bardzo jest powolna i słaba mało nerwów i naczyń tam wchodzi, a szczupła liczba komórek ledwie się wyróżnia z przeważającą substancji międzyko-

mórkowej. *V i r c h o w* dla tego nie bez słuszności na nowo podniósł dawne przypuszczenie *B o e r h a v e g o* o istnieniu naczyń surowicznych. Uważa on komórki gwiazdowate za system delikatnych i wzajemnie ze sobą komunikujących kanalików, w których krąży płyn ze krwi pochodzący. Komórki wprawdzie wypustkami swemi wzajemnie do siebie się zbliżają i nawet się stykają, lecz istnienie otwartej komunikacji pomiędzy temi kanalikami bardzo jest wątpliwe.

Nie udało się dotychczas do komórek gwiazdowatych nastrożyć płynu ukolorowanego, nawet wtedy gdy naczynia włoskowate jak najdokładniej się napełniły masą iniekcijną. Badacze nie przypuszczają dla tego w ogóle otwartej komunikacji pomiędzy naczyniami krwionośnymi i komórkami; *L e y d i g* tylko i niektórzy inni mniemają, że naczynia limfatyczne biorą początek w siatce rurkowatej złożonej z łączących się komórek. Komunikacje pomiędzy samymi komórkami *W i t t i c h* doświadczeniami wykazał zamierzał, i rzeczywiście udało mu się dowieść, że płyny zawierające drobno-ziarniste barwniki wnikają w tkankę łączną miękką, w ścięgna i w rogówkę (*cornea*) i że pod mikroskopem widać w tych tkankach siatkę delikatnych kanalików napełnioną ziarnkami. Jednak zachodzi tu pytanie, czy owa siatka się składała z gwiazdowatych komórek, lub czy ze szczelin w tkance łącznej znajdujących się. *W i t t i c h* uważał ją za siatkę komórkową. Podobne spostrzeżenia robił *H i s*, przekonywając się poszukiwaniem mikroskopowem, że po przyżeganiu rogówki kamieniem piekielnym u zwierzęcia żyjącego, komórki gwiazdowate nie tylko w miejscu przyżeganem, lecz także w okolicy napełniają się czarnymi ziarnkami srebra.

Przypuszczenie *F ü h r e r a* o znaczeniu komórek tkanki łącznej jako zmienionych i zwężonych naczyń włoskowatych, nie ma najmniejszej podstawy. Niewłaściwem także jest przypuszczenie tworzenia się naczyń włoskowatych przez rozszerzenie się komórek i wypustek w tkance łącznej. Zapewne nie istnieje wielka różnica pomiędzy tworzeniem się grubszych i delikatniejszych naczyń. Więcej słuszności ma to przypuszczenie, które uważa naczynia włoskowate za wy-

drażenia kanalikowate w tkance łącznej, otoczone substancją nieco zgęszczoną.

Sposób tworzenia się tkanki łącznej powyżej dostatecznie jest opisany. Nadmieniono także, że w tkance łącznej czynność twórcza najłatwiej się daje pobudzać. Ta powszechnie znana własność tkanki, była główną przyczyną wszelkich sprzeczek co do istnienia pierwiastków komórkowych w tkance łącznej, bo zdaje się, że czynność twórcza tam tylko może mieć miejsce, gdzie rzeczywiste komórki istnieją. W takich tkankach, gdzie komórki straciły swój skład właściwy, ustaje także zdolność do odnowy; rany w takich tkankach zablizniają się za pomocą tworzącej się tkanki łącznej, np. w mięśniach poprzecznie prążkowanych. Komórki w których jądra znikły, również już nie są zdolne do rozmnażania się, np. krążki krwi czerwone. Czynność twórcza w komórkach ściśle jest przywiązana do jądra, wszędzie gdzie komórki się rozmnażają, na-przód dzielą się jądra, a potem dopiero następuje dzielenie się całej komórki. Ale jądro samo nie ma zdolności rozmnażania komórek; przypuściwszy nawet rozmnażanie się wolnych jąder, (co jest bardzo wątpliwe) nie można jednak jądra samoistnemu przyznawać zdolności tworzenia nowej komórki.

Gdzie się tylko objawia w tkance łącznej czynność twórcza, tam widzimy przede wszystkim znaczne rozmnażanie się komórek, a pomiędzy komórkami nowo utworzonymi powstaje substancja międzykomórkowa. Ilość tej substancji powoli się powiększa, oddala coraz więcej komórki ościenne, a nakoniec przyjmuje pozór właściwy, stosownie do jej przeznaczenia. W tych miejscach gdzie czynność twórcza jest nieznaną, tam sposób rozmnażania się komórek nie jest dość dokładnie zbadany. Tam zaś gdzie ta czynność mocno jest pobudzona, komórki przyjmują formę okrągłą i liczne nawet jądra w sobie tworząc, rozmnażają się. Najdokładniej można się o tem przekonać przy badaniu nowotworów, w których komórki dość znacznie powiększone zwykle posiadają dwa, trzy i więcej jąder; w tkance łącznej wziętej z ropiejących wrzodów, spostrzeżono liczne komórki opatrzone dwunastu i więcej jądrami.

Komórki tkanki łącznej zdają się być trwałe. W tkance zdrowej i rozwiniętej, komórki zapewne mało się niszczą i odnawiają, przynajmniej nie spostrzegamy tam ani komórek niszczących się, ani mocno się rozmnażających. Tam gdzie tkanka łączna chorobliwie jest zmieniona, napełniają się komórki ziarnkami tłuszczowemi (tak samo jak w innych tkankach), następnie rozpadają się na drobne szczątki (*detritus*) i nakoniec wsiąkają w naczynia. Niszczeniu się komórek towarzyszy zawsze rozkład substancji międzykomórkowej, która także się rozmiękcza, następnie w płyn się zamienia a nareszcie znika.

O pobudzalności substancji łącznej już wspominaliśmy, Nadmieniono także, że pobudzalność nie powinna być uważaną za oddzielną siłę lub za dynamiczne usposobienie ciała uorganizowanego, lecz za pewną własność materji ukształtowanej. Nie znamy dotychczas istoty owej własności, lecz szukamy jęj przyczynę w składzie chemicznym i we właściwej budowie komórek. Przez pewne, dotąd nie dosyć zbadane, wpływy, zmienić się może w tkance łącznej czynność twórcza i odżywcza. Stosownie do mocy środków pobudzających, do trwałości ich działania, do składu ich chemicznego i do usposobienia tkanki i całego organizmu, mogą nastąpić różne przemiany w czynności żywotnej tkanki łącznej. Cały szereg należących tu objawów oznacza się zwykle nazwą zapalenia, ostrego lub powolnego, a to zależnie od szybkości przebiegu, od siły objawów i od rodzaju utworów przy tem powstających. Przy zadrażnieniu tkanki łącznej, napełniają się komórki naprzód płynem i rozszerzają się, substancja międzykomórkowa staje się nieprzezroczystą i pęcznieje, nabierając pewną ilość płynu białkowego. W miejscach mniej zbitych lub na powierzchni błoniastych utworów tkanki łącznej, wydziela się płyn zawierający włóknik (*fibrinum*) i inne substancje białkowe. Przy dłuższym i silniejszym drażnieniu następuje rozmnażanie się komórek, rozmiękczenie i stopienie substancji międzykomórkowej i rozkład tkanki na ropę. Z objawami w tkance łącznej zapalanej połączone są pewne objawy w układzie naczyniowym i nerwowym, których opis tu opuszczamy.

5. 0 składzie chemicznym.

Chemiczny charakter tkanki łącznej odznacza się rozpuszczalnością substancji międzykomórkowej w wodzie wrzącej i przemianą jej w klój (*colla, glutin, collagen*). Komórki i włókna sprężyste (jeżeli te ostatnie tam są zawarte) nie rozpuszczają się, owszem gotowanie tkanki łącznej jest dobrym środkiem do oddzielenia komórek. Przy dłuższem traktowaniu tkanki łącznej kwasami mineralnymi, rozpuszcza się substancja międzykomórkowa i pozostawia oddzielone komórki, wraz z włóknami sprężystymi.

Skład substancji międzykomórkowej nie we wszystkich tkankach zdaje się być jednakowym, gdyż rozpuszczalność jej bardzo jest odmienną; a własności substancji klejowych przez gotowanie otrzymanych, nie zawsze są jednakowe. Wiadomości chemiczne jednak dotychczas nie wystarczają, aby nadmienione różnice dokładniej ograniczyć. W ogóle powiedzieć można, że im młodsza tkanka, im więcej jest podobna do tkanki zarodkowej, tem łatwiej się rozpuszcza; im gęstsza przeciwnie i mocniejsza, tem bardziej rozpuszczalność jest utrudniona, tem więcej pozostaje części nierozpuszczalnych. Z jednej strony zbliża się tkanka łączna do składu tkanki galaretowej, tak np. w młodej tkance zarodkowej znajdujemy zamiast kleju, substancję białkową lub śluzową; a z drugiej strony, zbliża się ona do składu substancji sprężystej. Podobne przemiany widzimy w komórkach tkanki łącznej, im młodsze komórki, tem łatwiej się niszczą, im starsze, tem większą widzimy w nich trwałość na działanie odczynników chemicznych, jak to ma miejsce w komórkach nabłonkowych.

Dla ocenienia własności tkanki łącznej, ważny jest wpływ kwasu octowego na preparata mikroskopowe. Tkanka łączna w kwasie octowym znacznie pęcznieje (odróżnia się przez to od substancji sprężystej), prążki mniej więcej znikają, substancja międzykomórkowa otrzymuje pozór galarety przezroczystej, bezbarwnej, a komórki i włókna sprężyste okazują wy-

rażnie swój kształt niezmienny. Kwas octowy z tego powodu, jest niezbędnym środkiem do badań mikroskopowych, dla wykazania komórek w tkance łącznej. Po wypłukaniu kwasu lub po zobojętnieniu go, wraca się pierwotny pozór preparatu. Przez gotowanie z kwasem octowym, rozpuszcza się powoli substancja międzykomórkowa. Podobnie działają roztwory alkaliczne.

Komórki tkanki łącznej zdają się być złożonymi z błony i treści białkowatej. W młodej tkance błona jest podobniejsza do błony młodych komórek nabłonkowych i łatwo się niszczy; to samo można powiedzieć o jądrze. Gdy tkanka odbyła już pewne przemiany, wtedy błona się zgęszcza, skład jej się zmienia i zbliża się do substancji sprężystej, dla czego też różni badacze przypuszczają pochodzenie włókien sprężystych ze zmienionych komórek. Wielka trwałość i pozorną zbitość i jednolitość jąder w komórkach rozwiniętej tkanki łącznej, była powodem dawniejszego (już opuszczonego) przypuszczenia Henle'go, o zmianie jąder na włókna sprężyste (*Kernfasern*).

Własności substancji klejowych w ogóle są następujące. Rozpuszczają się w wodzie wrzącej, w wodzie zimnej pęczniają; jeżeli są wymyte wtedy nie posiadają żadnego smaku; kolor ich jest żółtawy albo są zupełnie bezbarwne; oddziałują obojętnie, po ostygnięciu zmieniają się roztwory klejowe na galaretę. Osady tworzą się za dodaniem chloru, garbnika (t. j. tanniny ale nie kwasu gallusowego), różnych soli metalicznych (najwięcej chlorku rtęci); krezotu, wysokoku, kwasu pikrino-saletrzanego. Ważny jest wpływ garbnika na tkankę łączną, albowiem zamienia ją na skórę, czyli garbuje ją; substancja łączna garbowana już nie gnije. Cyanek żelaza i potasu nie osadza substancji klejowej; cukier z kwasem siarczanym nie nadaje jej koloru czerwonego; odczynnik Millona tylko chrząstecce nadaje kolor czerwony. O różnicy pomiędzy klejem otrzymanym z chrząstki (*chondryną*) i klejem zwyczajnym (*glutiną*), będzie mowa przy opisanu tkanki chrząstkowej. Klój z kości otrzymany, posiada te same własności co klój tkanki łącznej.

Nie wiadomo, czy klój jako taki już istnieje w tkance łącznej, czy też dopiero się tworzy przy gotowaniu, przez przemianę układu pierwiastkowego. Pochodzenie kleju także jeszcze nie dostatecznie zbadano. Prawda, że już we krwi znaleziono małą ilość substancji podobnej do kleju, lecz tylko w niektórych chorobach. Prawdopodobniejszą jest rzeczą, że klój dopiero w komórkach tkanki łącznej się tworzy ze zmieniającej się substancji białkowej. Pochodzenie kleju z ciał białkowych (*proteinowych*) nie może być wątpliwe, jeżeli zwrócimy uwagę na wielkie powinowactwo pomiędzy temi substancjami. Skład ich pierwiastkowy jest bardzo do siebie podobny: w kleju $C=50\%$, $H=6,5\%$, $N=18\%$, $O=25,5\%$, w białku ilość węgla jest większa (około $52-54\%$), ilość azotu mniejsza (około 15%); przez długotrwałe gotowanie z mocnymi kwasami mineralnymi lub alkaliami, zmieniają się ciała klejowe i białkowe na Leucyn i Tyrozyn. Ilość i skład części mineralnych w tkance łącznej, są bardzo zmienne.

3. Tkanka sprężysta.

Tkanka sprężysta (*tunica elastica*) nie posiada pewnych, wyraźnie nacechowanych własności morfologicznych. Oznaczamy zwykle wyrazem tkanki sprężystej takie twory, które się składają z czystej substancji sprężystej lub gdzie takowa przynajmniej przeważa nad tkanką łączną. Nie ma sposobu do wykazania granicy pomiędzy tkanką łączną opatrzoną włóknami sprężystymi i owym tworem, który się zowie tkanką sprężystą. Trzeba ostatnią koniecznie uważać za odmianę pierwszjej. Rzadkie i cienkie włókna sprężysta w tkance łącznej zupełnie są takie same, jak włókna w tkance sprężystej i zgadzają się ze sobą, tak co do własności fizycznych, jak i co do składu chemicznego. Istnieje w ogóle tylko ta różnica, że w licznych utworach tkanki łącznej przeważa substancja międzykomórkowa klejowa z komórkami, a w tkance sprężystej przeważa substancja sprężysta włóknikowata otaczająca

mają tylko ilość komórek. Jedynie tylko błony szkliste i błony okienkowane zdają się być złożonymi z czystej substancji sprężystej.

W ogóle odróżnić można dwa rodzaje utworów tkanki sprężystej, to jest: więzy sprężyste i błony sprężyste. Do pierwszych należą: więzy żółte międzykręgowce (*ligamenta flava intervertebralia*), więz karkowy (*lig. nuchae*) u bydła, niektóre więzy krtani, więz ryłco-gnykowy (*lig. stylohyoideum*), więzadło prącia (*lig. suspensorium penis*) i inne; do ostatnich liczą się błony siatkowate i okienkowane w naczyniach, błony sprężyste w tchawicy, w oskrzelach i w różnych innych organach (np. w śledzionie), błony szkliste otaczające pęczki tkanki łącznej (np. w ścięgnach, w otrzewnej, w błonie pajęczej) i tworzące tam sztuczne włókna węzownicowate *Henlego*, (fig. 29.) i t. p. Tak zwane chrząstki siatkowate czyli sprężyste należą właściwie do tkanki sprężystej, zawierają one większą lub mniejszą ilość włókien sprężystych.

Tkanka sprężysta składa się po większej części, z cienkich równoległych włókien, które wysyłając liczne boczne gałęzie wzajemnie się łączą i tworzą mniej więcej gęste siatki. Oczka tych siatek są napełnione zwyczajną tkanką łączną. Jeżeli tkanka łączna bardzo przeważa, wtenczas utwory takie uważają się za tkankę łączną przetkaną włóknami sprężystymi. Substancja sprężysta mocno łamie światło, w skutek tego włókna sprężyste wyraźnie się odznaczają od substancji międzykomórkowej w tkance łącznej, tém więcej, że zwykle nie spostrzegamy powolnego przejścia jednej substancji w drugą, lecz włókna sprężyste ostremi konturami są odgraniczone od otaczającej substancji. To było przyczyną, że *Reichert* ze względu na prawo jednociągłości wahał się dawniej, tkankę sprężystą policzyć do utworów substancji łącznej; zdawało mu się, że włókna sprężyste tylko się stykają z ostatnimi, ale bezpośrednio nie przechodzą w owe utwory.

Pod mikroskopem widzimy różne formy tkanki sprężystej, a to zależnie od kierunku cięcia i od gęstości i położenia włókien sprężystych. Jeżeli w badanym utworze siatki są dosyć gęste i położenie włókien równoległe, to na przecięciu podłu-

żném widzimy gęstą podłużną siatkę włóknistą, a oczka przedstawiają się jako wązkie szczeliny napełnione małą ilością jaśniejszej przezroczystej masy. Na przecięciu poprzecznym przeciwnie otrzymujemy także przecięcia włókien sprężystych przedstawiające się jako okrągławe lub trójkątne ziarnka, leżące w masie jednolitej przezroczystej. Jeżeli ilość substancji sprężystej jest mniejsza i oka siatki regularniejsze, to postrzegamy pod mikroskopem te same zjawiska, zarówno czy zrobimy cięcie podłużne lub poprzeczne. Przy dodaniu kwasu octowego, tkanka łączna

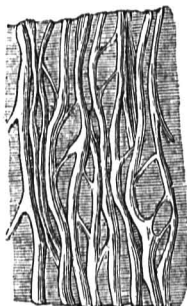


Fig. 36.

rozszerza się, otrzymuje pozór więcej przezroczysty, jednolity, a włókna sprężyste przeciwnie i pozorne ziarnka na przecięciu poprzecznym zostają nie zmienione, ale wyraźniej występują. Dodaniem roztworu jodowego przyjmuje tkanka łączna jasny żółty kolor, włókna sprężyste przeciwnie ciemno-żółto lub brunatno się farbują.

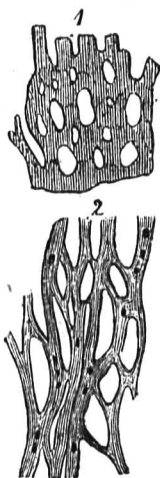


Fig. 37.

Inaczej przedstawiają się tak zwane błony sprężyste szkliste i okienkowane. Pierwsze całkowicie są złożone z jednolitej masy sprężystej; ostatnie także się składają z jednolitej i szklistej substancji sprężystej, lecz są przerywane licznymi okrągławymi lub podłużnymi dziurkami (okienkami); często okazują pozór prążkowany i zbliżają się do zwyczajnej tkanki spręży-

(Fig. 36.) Tkanka sprężysta ze średniej błony aorty wołu. (Z Histologii Freya.)

(Fig. 37.) Błony okienkowane, 1, z małymi okrągławymi dziurkami, 2, z wielkimi podłużnymi dziurkami. (Z Hist. Freya.)

stėj. Objawy mikrochemiczne są takie same, jak na włóknach sprężystych. Nadmieniono już powyżej, że błona szklista otaczająca w pewnych miejscach pęczki tkanki łącznej, po dodaniu kwasu octowego fałduje się, rozdziera i przez to daje pozór włókien wężykowato skręconych.

Co do tworzenia się substancji sprężystej, przytoczyliśmy już powyżej różne zdania badaczy. Jedni przypuszczają pochodzenie włókien sprężystych ze zmienionych komórek, drudzy utrzymują, że włókna sprężyste się tworzą przez zmianę i zgęszczenie się substancji międzykomórkowej. Pierwsi opierają się na jednakowem zachowywaniu się włókien sprężystych i komórek względem odczynników chemicznych i na powolnym przejściu końców komórek wrzecionowatych, w długie delikatne włókna podobne do włókien sprężystych. Lecz trwałość komórek i włókien sprężystych nie dowodzi jeszcze zgodności ich składu chemicznego, a przejście delikatnych wypustek komórkowych we włókna sprężyste, bardzo jest wątpliwe. Substancja międzykomórkowa ma wielką skłonność do fałdowania się w kierunku położenia komórek, a fałdy przedstawiają się jako włókienkowane przedłużenia komórek. Substancja sprężysta nie rozpuszcza się w wodzie wrzącej, tylko przy znacznym podwyższeniu ciepłota (do 160°) i długotrwałym gotowaniu (przez 30 godzin) przechodzi w płyn, który ostudzony nie tworzy galarety i mało się zgadza w składzie z klejem zwyczajnym. Z tego badacze wnioskują, że substancja sprężysta nie może być uważaną za substancję międzykomórkową zgęszczoną. Lecz jeżeli zwróciemy uwagę na to: że substancja klejowa jest dostatecznie zbadaną, że trwałość substancji sprężystej mogłaby pochodzić z wielkiej gęstości materji, że utrata zdolności do tworzenia galarety polega na użyciu wielkiego stopnia ciepła i konieczności długotrwałego gotowania, co także w zwyczajnym kleju te same wywołuje skutki; że dalej nasze wiadomości już obecnie wielkie wskazują różnice pomiędzy substancjami klejowemi, że w substancji międzykomórkowej jedne miękkie części łatwiej się rozpuszczają niż inne zbite, zresztą że substancja międzykomórkowa nie tylko może zmienić gęstość, lecz także skład chemiczny (jak to np. ma

miejsce przy przemianie tkanki galaretowej w tkankę łączną i chrząstki w kość); jeżeli na wszystkie te stosunki mamy wzgląd, to nie widzimy żadnej przyczyny, aby powątpiewać o możliwości przemiany substancji międzykomórkowej klejowej na substancję sprężystą.

Błony szkliste i okienkowate, złożone ze zwyczajnej substancji sprężystej, wcale nie mogą być uważane za zmienione komórki, chyba gdybyśmy przypuszczali, że błonki te się składają z samych komórek, przeobrażonych na masę szklistą jednolitą. Poszukiwania jednak nas uczą, że w miejscach, gdzie tkanka łączna zwyczajna z owemi błonami jest połączona, komórki coraz więcej znikają, a substancja międzykomórkowa bez przerwy przechodzi w substancję sprężystą. Błony okienkowate trzeba uważać za utwory tkanki łącznej, gdzie substancja międzykomórkowa się zmieniła w ową błonkę, a dziurki lub szczeliny w niej pozostały po zniknięciu komórek. Nareszcie wypada nadmienić, że pomiędzy zwyczajną substancją międzykomórkową w tkance łącznej i włóknami sprężystymi, nie istnieje tak wyraźna granica, jak zwykle się przypuszcza, owszem można przekonać się na różnych utworach, o powolnem zgęszczaniu się i o przemianie cząstek substancji międzykomórkowej na włókna sprężyste. Najstosowniejsze dla takich poszukiwań są chrząstki szkliste przechodzące w chrząstki sprężyste.

Nazwę tkanki sprężystej nadano temu utworowi dla wielkiej jego sprężystości. Kurczliwości, którą jej mylnie przypisywali niektórzy badacze, tkanka sprężysta nie posiada; gdzie kurczliwość rzeczywiście istnieje, np. w naczyniach, tam ona zależy od przymieszanych włókien mięsnych.

Do własności chemicznych powyżej już wymienionych możemy jeszcze dodać, że według rozbioru pierwiastkowego, substancja sprężysta około 4—5% więcej węgla zawiera, niż glutyna, a około 3% więcej azotu, niż chondryna. Przy rozkładzie we wrzącym kwasie siarczanym, otrzymuje się z substancji sprężystej jedynie Leucyna; zaś utwory klejowe zwyczajne tworzą zawsze Glykokol obok Leucyny. Substancja sprężysta nie tylko w wodzie wrzącej trudno się rozpuszcza,

lecz także w kwasach i alkaljach; tylko przez długotrwałe gotowanie w alkaljach gryzących rozpuszcza się. Kwas saletrzanym koloruje włókna sprężyste żółtawo, za dodaniem alkaljów kolor ciemniejszy (*xantoproteyn*). Kwas siarczany z cukrem, który tkankę łączną brunatno farbuje, nie wywiera żadnego wpływu na substancję sprężystą.

4. Tkanka chrzęstna.

Trudno określić znaczenie wyrazu chrząstka, gdyż utwory, które tym wyrazem zwykle się oznaczają, ze względu na formę i na skład chemiczny, tak są rozmaite jak tkanka łączna. Do chrząstek liczą się różne utwory, które właściwie należą do tkanki łącznej, a nawet niektórzy badacze uważają także za chrząstkę kość pozbawioną swych części mineralnych. Aby mieć pewną podstawę dla ustanowienia podziału tkanki chrzęstnej, daliśmy pierwszeństwo składowi chemicznemu i ograniczyliśmy wyrazem chrząstki prawdziwej, tylko takie utwory, z których za pomocą gotowania otrzymuje się chondrynę. Chondryna tworzy substancję międzykomórkową w prawdziwej chrząstce, a niektóre utwory tylko przez wykazanie chondryny odróżnić się dają od tkanki łącznej np. rogówka (*cornea*). Owe tkaniny, którym zwykle się nadaje nazwa chrząstki włóknistej, składają się po większej części z substancji klejorodnej i zgadzają się ze względu na pozór i na skład morfologiczny z tkanką łączną, a sposób przeobrażania się na kość znacznie je odróżnia od chrząstki właściwej. Mimo to zdecydowaliśmy się, chrząstkę włóknistą umieścić w oddziale tkanin chrząstkowych, gdyż różne należące tu utwory, początkowo składają się z chrząstki prawdziwej i powoli dopiero zmieniają się na chrząstkę włóknistą. Można ostatnią uważać za formę przechodnią pomiędzy chrząstką prawdziwą i tkanką łączną, tém bardziej że ona zupełnie odpowiada formie tkanki, znajdującej się w miejscu przejścia chrząstki w tkankę łączną.

Wzór (typ) tkanki chrzęstnej stanowi tkanka, która się składa z komórek okrągławych i z substancji międzykomórkowej szklistej, chondrynowej. W stanie pierwotnym komórki bezpośrednio stykają się ze sobą, powoli dopiero powstaje pomiędzy komórkami szklista substancja międzykomórkowa. Oprócz stanu zarodkowego znajdują się także takie formy chrząstkowe, u zwierząt klas niższych (ryb, gadów, owadów i innych); a w ciele ludzkim rozwiniętym, u zwierząt ssących i ptaków, napotykamy tylko odmiany owych form zasadniczych. Najmniejsze zboczenie formy zasadniczej znajduje się w środku chrząstek trwałych (nie zmieniających się w kość). Widać tam substancję międzykomórkową szklistą i komórki okrągławe (spłaszczone, owalne lub półkuliste i t. d.). Inne chrząstki składają się także z substancji międzykomórkowej szklistej, lecz komórki przybrały tu już formę trójkątną lub wrzecionowatą albo gwiazdowatą lub nawet włóknikowatą. Dalsze przemiany formy chrząstkowej, polegają na przemianach substancji międzykomórkowej. Ilość tej substancji może się powiększyć i znacznie przeważać nad objętością komórek; pozór szklisty zmienić się może na pozór prążkowany i włóknisty; wreszcie mogą się utworzyć włókna sprężyste w mniejszej lub większej ilości. Forma włóknista zwykle jest połączona z wrzecionowatym lub gwiazdowatym kształtem komórek. W miejscu przejścia chrząstki w tkankę łączną, widać wyraźnie stopniową przemianę komórek chrząstkowych, w komórki tkanki łącznej.

W chrząstkach szklistych można łatwo się przekonać, o istnieniu rzeczywiście komórek. Komórki leżą rozsypane w substancji międzykomórkowej, która je ściśle otacza. Każda komórka składa się z mocnej trwałej błony, z płynnej drobnymi ziarnkami lub kroplami tłuszczowemi opatrzonej treści, i wyraźnego jądra. Jeżeli przez diffuzję treść komórkowa się zmniejszy, to błona komórkowa się kurczy, otacza ściślej jądro i nie wypełnia już miejsca, które w stanie prawidłowym zajmowała. Pomiędzy błoną skurczoną i stężalą substancją międzykomórkową, powstaje wtedy próżna przestrzeń. W tak zmienionej tkance trudno poznać pod mikro-

skopem skład prawdziwy; komórka ściągnięta, zmarszczona, przedstawia się jako jądro, a kontur sztucznie utworzonej jamki, zdaje się oznaczać błonę komórkową. Za dodaniem kwasu octowego lub alkaliów, komórki na nowo pęcznią i okazują prawdziwy skład komórkowy. Na cienkich cięciach chrząstki, widać często próżne miejsca lub dziurki w substancji międzykomórkowej; są to tak zwane jamki chrząstkowe, które w stanie prawidłowym wypełnione są komórkami i sztucznie się tworzą przez wypadnięcie komórek. Komórki takim sposobem uwolnione, leżą nieraz w bliskości cięcia i służą do zbadania ich składu komórkowego. Innym środkiem do wykazania rzeczywistych komórek w tkance chrząstkowej, jest rozpuszczalność chondrynu w wodzie wrzącej i w kwasach mineralnych (najlepiej w kwasie saletrzanym); substancja międzykomórkowa wtedy się niszczy, a komórki trwałe pozostają.

Na grubszych cięciach widać często pod mikroskopem rodzaj puszki otaczającej komórki chrząstkowe. Niektórzy badacze uważali tę puszkę za prawdziwą błonę komórkową, a to, co teraz uważamy za komórkę, przyjmowali za jądro komórkowe. W nowszych czasach udowodniono, że największa część objawów, wykazujących ową torebkę, polega na złudzeniach optycznych, a tam gdzie rzeczywiście rodzaj torebki czyli puszki istnieje, to takową nie można uważać za błonę pochodną, tworzącą się z twardniejących wydzielin komórkowych (jak to ma miejsce przy zdrewnieniu komórek roślinnych), lecz za przemianę substancji międzykomórkowej. Substancja ta w okolicy komórki zmienia swą gęstość i swój skład chemiczny (prawdopodobno pod wpływem samej komórki), przedstawia się optycznie jako puszką, a po rozpuszczeniu substancji międzykomórkowej za pomocą kwasu saletrzanego, pozostaje ona nienaruszona. W młodych chrząstkach nie znajdują się żadne torebki, tylko w chrząstkach starszych widzimy takie utwory w okolicy komórek, które już mało objawów żywotnych okazują.

W ogóle odróżniamy trzy rodzaje tkanki chrzęstnej: chrząstkę szklistą (*cartilago hyalina*), chrząstkę włóknistą (*cartilago fibrosa*) i chrząstkę sprężystą czyli siatkowatą (*cartilago elastica seu reticularis*).

a. Chrząstka szklista.

Z chrząstki szklistej (chrząstki prawdziwej) otrzymuje się przez gotowanie klój chrząstkowy czyli chondryna. Substancja międzykomórkowa w stanie pierwotnym jest szklista, jednolita, rzadko nasiana drobnymi ziarnkami. W pewnych chrząstkach zachowuje ona ten charakter pierwotny, w innych zaś przyjmuje pozór prążkowany, mętny. Świeże chrząstki szkliste okazują blask błękitnawy, który w chrząstkach prążkowa-

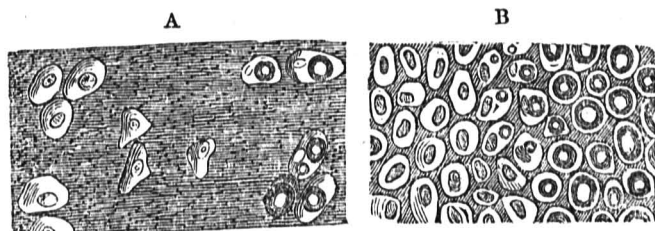


Fig. 38.

tych się zmienia na kolor żółtawy. Komórki są w ogóle jednostajnie rozsypane w substancji zasadniczej. Kształt tychże jest bardzo zmienny, znajdujemy komórki z formą okrągłąwą, owalną, półkulistą, trójkątną, wrzecionowatą a nawet gwiazdowatą. Często widać w substancji międzykomórkowej połysk białawy, otaczający każdą komórkę naksztalt kółka. Zjawisko to zależy prawdopodobnie od wpływu komórki na substancję międzykomórkową i oznacza albo przestrzeń na którą wpływ komórki się rozszerza, albo ilość substancji tworzących się przez wydzielanie komórek. Można by owym kółkom

(Fig. 38.) Chrząstka szklista; A, z przeważającą substancją międzykomórkową; B, z przeważającymi komórkami. Po lewej stronie każdego rysunku widać zwyczajne komórki chrząstkowe, po prawej stronie znajdują się komórki napelnione kroplami tłuszczowemi. (Z Hist. Leydiga).

przyznać pewne powinowactwo z substancją drzewną w roślinach, która także się tworzy z wydzielin komórkowych warstwami się układających w około komórki pierwotnej. Chrząstki stawowe, jeżeli przez długi czas są namoczone wodą, rozpadają się na niezmierną ilość drobnych blaszeczek. Cząstki w substancji międzykomórkowej są więc tak ułożone, że w dwóch kierunkach mocniej są skupione, niż w kierunku trzecim.

Do chrząstki szklistej nie wchodzi prawie żadne naczynia, tylko w stosunkach patologicznych i w takich miejscach gdzie ta chrząstka zmienia się w kość, widzimy pętlice naczyniowe w rozmiękzoną chrząstkę wrastające. Każda prawie chrząstka przechodzi na zewnątrz w błonę złożoną z tkanki łącznej i obfitującą w naczynia krwionośne. Błona ta nazwana ochrzęstną ma dla chrząstki takie same znaczenie, jak okostna dla kości.

Pod względem przeznaczenia chrząstki, odróżniają się zwykle dwa rodzaje tego utworu t. j. chrząstki przechodnie i chrząstki stałe. Pierwsze zmieniają się w kość, drugie pozostają w organizmie przez całe życie. W stanie pierwotnym nie widzimy w nich żadnej histologicznej różnicy, nie można poznać, które chrząstki skłaniają się do skostnienia, a które nie. Wtenczas dopiero, kiedy w chrząstce pierwsze ślady przemiany kostnej się pokazują, zachodzą widoczniejsze różnice pomiędzy owymi utworami. Do chrząstek stałych należą: chrząstki żebrowe i nosowe, chrząstki w krtani i tchawicy, chrząstki stawowe, szkielet ryb chrząstkowatych i różne inne części w zwierzętach niższego rzędu. Rogówka (*cornea*) należy właściwie do chrząstki szklistej, lubo utkanie jej zupełnie się zgadza z tkanką łączną. Z chrząstki przechodniej tworzą się wszelkie kości naszego szkieletu, z wyjątkiem kości w sklepieniu czaszki, kości twarzy, żuchwy i obojczyków (*mandibula et clavícula*), które powstają z chrząstki włóknistej (z kostnicjącej tkanki łącznej).

b. Chrzątka włóknista.

Substancja międzykomórkowa w chrząstce włóknistej ma pozór prążkowany lub włóknisty, zawiera mało włókien sprężystych, rozpuszcza się w wodzie wrzącej i tworzy klej zwyczajny (glutynę). Komórki zwykle tu są mniejsze od innych komórek chrząstkowych, okazują zwykle formę wrzecionową, włóknikową lub gwiazdową i są ułożone równolegle z prążkami substancji międzykomórkowej.

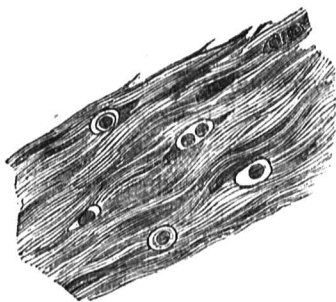


Fig. 39.

Chrzątka włóknista więc bardzo się zgadza z tkanką łączną, tak co do

formy, jak co do składu chemicznego. Lecz pod względem ostatnim można często wykazać pewne różnice pomiędzy chrząstkami włóknistymi, gdyż jedne są złożone z samego prawdziwego kleju (glutyny), a drugie jeszcze zawierają mniejszą lub większą ilość chondryny. Do ostatnich należą zwykle takie utwory, które pochodzą ze zmienionej chrząstki szklistej.

W skutek wielkiej zgodności pomiędzy tkanką łączną i chrząstką włóknistą trudno często rozstrzygnąć, czy pewne utwory substancji łącznej, należą do jednego lub do drugiego rodzaju tkanek. Nie mamy nawet żadnej podstawy do określenia granicy pomiędzy temi tkankami, które w istocie się nie odróżniają. W dziełach naukowych widzimy dla tego wielkie niepewności o histologiczném znaczeniu różnych utworów, jeden liczy do tkanki łącznej to, co drugi uważa za chrząstkę

włóknistą, a nawet pewne utwory tkanki łącznej z charakterem galaretowym, przyłączają niektórzy badacze do chrząstki włóknistej, ponieważ się zmieniają w kość. Byłoby najlepiej takie tylko utwory oznaczać nazwą chrząstki włóknistej, które od zwyczajnej tkanki łącznej się odróżniają pewną twardością i zbitością chrząstkowatą. Należą tu w ogóle: chrząstki włókniste, w utworach ścięgnistych zmieniające się na trzeszczki (*ossa sesamoidea*); miejsca w których ścięgna przechodzą w kość lub chrząstkę; chrząstki międzystawowe i chrząstki międzykręgowce (*cartilagine interarticulares et intervertebrales*); chrząstki spójen chrzęstnych (*synchondroses*), wargi stawowe (*labra glenoidea*); tarcze chrzęstne powiek (*tarsus palpebrarum*). Cienką warstwę substancji galaretowej pomiędzy kośćcami i okostną, uważają niektórzy badacze także za chrząstkę włóknistą: lecz właściwie ona należy do tkanki łącznej zarodkowej i służy do tworzenia tkanki kostnej. Nie zgadzają się także badacze co do histologicznego znaczenia owych tkanin, z których powstają kości w sklepieniu czaszki i kości twarzy. Jest to rzeczą obojętną, czy je policzymy do tkanki łącznej albo do tkanki chrzęstnej włóknistej, zwłaszcza, że kościowe nie tworzą się z przemiany swych tkanin podobnych do ścięgnistej tkanki łącznej, lecz z miękkiej tkanki zarodkowej, która w środku ostatnich jest zawarta. Wypada z tego, że nawet proces kostnienia nie daje pewności o charakterze tkanki, tem więcej, że zwyczajna tkanka łączna w pewnych warunkach zmienić się może w kość.

c. Chrząstka sprężysta czyli siatkowata.

Chrząstka sprężysta przedstawia się pod różnemi formami, zbliża się zaś bardzo do chrząstki włóknistej. Jako charakterystyczny znak tkanki, służy obfitość włókien sprężystych. Chrząstka sprężysta stoi w takim samym stosunku do chrząstki zwyczajnej (szklistej), jak tkanka sprężysta do tkanki łącznej. Widzimy więc pod mikroskopem, liczne jakby

Śpilsnione włókna sprężyste i gęste siatki sprężyste stanowiące większą część substancji międzykomórkowej. Włókienka są



Fig. 40.

Włókienka są pomiędzy sobą połączone nieznaną ilością szklistej substancji. W niektórych miejscach ciała nawet okazują chrząstki sprężyste, zupełny pozór błon okienkowych, z tą tylko różnicą, że tu i owdzie jeszcze się znajdują wyraźne komórki chrząstkowe. Własności chemiczne substancji międzykomórkowej nie odróżniają się w niczem od zwyczajnej tkanki sprężystej, tylko że za pomocą gotowania nieznaną ilość substancji chondrynowej otrzymuje się. Kwestja tworzenia się włókien sprężystych rozstrzyga się takim samym sposobem jak przy tkance łącznej.

W substancji międzykomórkowej leżą okrągławe, mocne, trwałe komórki, ilość ich jest mniejsza lub większa. Często przeważają komórki nad objętością substancji międzykomórkowej, która wtenczas pozór siatkowaty przyjmuje. W chrząstce nagłośni (*epiglottis*), znajdują się liczne luki i dziurki, które w stanie zwyczajnym napełnione są gruczołkami śluzowemi; po oddaleniu błony śluzowej okazuje chrząstka pozór gąbczasty. Chrząstka sprężysta mało jest skłonna do skostnienia.

Do chrząstek sprężystych zalicza się: chrząstka w muszli ucha, w nagłośni, w trąbce Eustachiusza (*tuba Eustachii*), i niektóre utwory u zwierząt.

Objawy żywotne w chrząstkach.

Chrześciki u zwierząt class niższych i chrząstki zarodkowe, okazują według niektórych spostrzeżeń żwawe rozmnażanie się komórek. W chrząstkach, które się zmieniają w kość, np.

w chrząstkach które stanowią nasady (*epiphyses*) rosnących kości długich, komórki prawdopodobnie także się rozmnażają. Sprawa ta zdaje się odbywać zwyczajnym sposobem t. j. komórki rozmnażają się przez dzielenie. Lecz w tych ostatnich miejscach nikt jeszcze sprawę dzielenia się komórek z dokładnością nie wykazał. Młode komórki nigdy nie znajdujemy we wspólnej jamce, owszem zawsze widać pomiędzy komórkami przegrodę składającą się z cienkiej warstwy substancji międzykomórkowej. Jeżeli więc sprawa rozmnażania się komórek rzeczywiście ma miejsce, to komórki nowo utworzone natychmiast od siebie się oddalają, tworząc warstwę nowej substancji międzykomórkowej. Równocześnie substancja międzykomórkowa stara, otaczająca młode komórki, prawdopodobnie znika nieco, aby komórkom rosnącym i rozchodzącym się ustąpić miejsce. Wypada zatem, że nie tylko w zarodku substancja międzykomórkowa wydziela się pomiędzy komórkami, początkowo bezpośrednio stykającymi się, lecz nawet w chrząstce dojrzałej i rosnącej. Dalej przekonaliśmy się, że w pewnych miejscach substancja międzykomórkowa złożona z chondrynu, może się przeobrazić w substancję klejową (*glutynę*), np. w chrząstkach zmieniających się w chrząstki włókniste, i w miejscu przejścia chrząstki szklistej w tkankę łączną, co prawdopodobnie także zależy od przemian czynności komórkowych. Nareszcie widać, że komórki chrząstkowe mają także zdolność rozpuszczenia i oddalenia substancji międzykomórkowej, jak to np. ma miejsce przy tworzeniu się szpiku i substancji gąbczastej w kościach i w różnych chrząstkach niższych klas zwierząt kręgowych. Ważne są przemiany tkanki chrząstkowej, które się objawiają w chrząstkach kostniejących. Widać tam chrząstkę zwyczajną z pojedynczymi komórkami, dalej małe gromadki złożone z dwóch do czterech komórek, gromadki te ku kości coraz bardziej się powiększają, a zresztą przy samym miejscu kostnienia znajdują się wielkie gromady komórek, małą tylko ilością substancji międzykomórkowej otoczone. Komórki w gromadach prawie bezpośrednio z sobą się stykają; nieznaczna tylko warstewka substancji szklistej

rozdziela jedną komórkę od drugiej. Każda gromada zdaje się pierwotnie pochodzić z jednej komórki.

R e i c h e r t zaprzecza wszelkim przypuszczeniom rozmnażania się komórek chrząstkowych. Utrzymuje on, że opisane gromady komórek w kostniejącej chrząstce, powstają przez zniknięcie substancji międzykomórkowej i wzajemne zbliżenie się komórek. Tyle przynajmniej jest pewnym, że stała substancja międzykomórkowa w kostniejącej chrząstce po większej części znika.

Ważną także jest rzeczą, że komórki chrząstkowe przy sprawie kostnienia nie tylko znacznie się rozmnażają, jak się zdaje, lecz nawet objętość ich kilkakrotnie się powiększa. Błona komórek młodych napręża się, cienieje w skutek nateżenia, a wewnątrz napełnia się płynem przezroczystym. Każda gromada nowych komórek różnym sposobem zmienić się może. Komórki albo się ściągają i zmniejszają wysyłając promieniste wypustki, okładają około siebie nową substancję międzykomórkową (złożoną z glutynu i soli wapiennych) i przechodzą takim sposobem w tkankę kostną. Albo wcale nie tworzą około siebie substancji międzykomórkowej, lecz pozostają w większych lub mniejszych lukach tkanki kostnej. Komórki wolne napełniają się tam albo tłuszczem przechodząc w wielkie okrągławe komórki tłuszczowe tak zwanego szpiku kostnego, albo przyjmują formę wrzecionowatą i pozostają także w szpiku kostnym; albo wreszcie zrastają się i być może tworzą naczynia w kościach. Czy się także zmieniają w nerwy to mniej jeszcze jest pewnym. Nie wiemy także, co się dzieje z pozostałością substancji międzykomórkowej chrząstkowej, czy się zmienia w substancję międzykomórkową kostną, czyli też powoli znika ostatecznie przypuszczenie zdaje się być prawdopodobniejszym. Komórki chrząstkowe odgrywają więc ciekawą rolę w organizmie. Pierwotnie tworzą tkankę chrząstkową, lecz potomstwo ich (komórki tworzące się z komórek chrząstkowych) okazuje wszelkie własności tkanki łącznej; tworzy tkankę łączną, tkankę kostną, tkankę tłuszczową, może być nawet naczynia, i napełnia się nawet barwnikiem (*pigmentem*).

Nadmienić tu jeszcze wypada, że w stosunkach chorobowych i u starców (regularnie także u niektórych zwierząt np. ryb), substancja międzykomórkowa w chrząstkach napęlnia się często solami wapiennymi t. j. wapnieje. Zjawisko to jednak odróżnia się od sprawy kostnienia. W pierwszym razie zachowuje chrząstka swoje utkanie, nabiera tylko więcej substancji mineralnej, w drugim razie przeciwnie zmienia się całe utkanie, tkanka prosta przeobraża się w utwór uorganizowany, złożony z tkanki kostnej, z tłuszczu, z naczyń i z nerwów.

Sprawa odżywiania w chrząstce szklistej innym sposobem odbywać się będzie niż w tkance łącznej, gdyż w chrząstkach szklistych naczynia krwionośne i włoskowate prawie wcale nie istnieją, a tkanka łączna przeciwnie zwykle jest obfita w naczynia. Z tego powodu sprawa odżywiania w chrząstkach bardzo wolno postępuje, soki odżywcze z naczyń ochrząstnej przez substancję międzykomórkową powoli przesiąkają aż do komórek wewnętrznych, a ztamtąd części do życia już niezdadne wynikają i dopiero po przybyciu do powierzchni chrząstki do naczyń wsiąkają. Prawdopodobnie składają się chrząstki zwykle z cienkich warstwowato ułożonych blaszek, przez co pomiędzy blaszkami soki łatwiej aż do wnętrza chrząstki wnikają. Łatwiej przebieg soków się odbywa w chrząstkach, w których mała tylko ilość substancji międzykomórkowej jest zawarta, lub gdzie komórki mają kształt gwiazdowaty i za pomocą swych wypustek wzajemnie do siebie zbliżają się.

Własności chemiczne chrząstki.

Wspominaliśmy już, że substancja międzykomórkowa w chrząstce szklistej, znacznie się odróżnia od substancji w chrząstkach włóknistych i sprężystych. Pierwsza zawiera chondrynę czyli klój chrząstkowy, druga glutynę, a trzecia substancję sprężystą, która z nieznaczną ilością chondryny

często jest połączona. O chemicznych własnościach tkanek ostatnich wspominać już nie potrzebujemy, co powiedziano przy tkance łącznej i sprężystej, ma także wartość dla odpowiednich chrząstek, powiemy tu więc tylko o chrząstce szklistej.

O składzie komórek w tej chrząstce nie wiemy więcej niż o komórkach tkanki łącznej. Są także bardzo trwałe i działaniu mocnych odczynników chemicznych długo się opierają. Ci którzy w komórkach tkanki łącznej widzą podobieństwo do substancji sprężystej, przypuszczają to samo dla błony komórek chrząstkowych.

Klój, który z chrząstki szklistej się otrzymuje, odróżnia się od glutyny następującymi własnościami: Osadza się roztworem siarczanu glinki i ałunu, kwasem octowym, octanem ołowiu zasadowym i obojętnym, siarczanem żelaza, kwasem siarkowym i saletrzanym. Osady z solami glinki rozpuszczają się w nadmiarze roztworu tych samych soli; osady utworzone z kwasem octowym i z solami ołowiu nie są rozpuszczalne w nadmiarze odczynników. Chondryna trudniej tworzy galaretę niż glutyna.

Według rozbioru pierwiastkowego zbliża się chondryna do ciał białkowatych, a to więcej niż glutyna. Zawiera ona około 14% azotu, a białka blisko 15%. W glutynie znajdujemy około 4% więcej azotu niż w chondrynie; chrząstka szklista zmieniająca się w chrząstkę włóknistą lub w kość, traci pewną ilość tlenu i nabiera stosunkowo więcej azotu. Ilość substancji mineralnej bardzo jest zmienna, w młodych chrząstkach wynosi ona około 3%, u ludzi dorosłych około 6%, u starców prawdopodobnie jeszcze znacznie się powiększa, przynajmniej u zwierząt starych sole mineralne stanowią prawie połowę ciężaru całej chrząstki. Najwięcej przeważają fosforany i siarczany, części zasadowe tych soli składają się głównie z wapna i sody. Potaż prawie wcale nie istnieje w chrząstce. Ilość chlorku sodu jest bardzo zmienna.

W chrząstkach znajduje się stale większa lub mniejsza ilość tłuszczu, wypełniającego komórki jak również substancję międzykomórkową. W komórkach znajduje się tłuszcz

w kształcie drobnych ziarenek lub większych kropeł. Sposób tworzenia się tu tłuszczu jest podobny do przeistoczeń tłuszczowych, które w innych tkankach w stosunkach fizjologicznych i patologicznych znajdujemy. Stłuszczenie oznacza zwykle zmniejszenie czynności żywotnych w komórkach, dla tego napełniają się przy kostnieniu głównie takie komórki tłuszczem, które nie wchodzą w skład tkanki kostnej, lecz które jako ciała obojętne, luki substancji gąbczastej wypełniają. Czy tłuszcz ze krwi wsiąka w owe komórki, lub czy istotnie tam się tworzy ze zmienionej substancji międzykomórkowej, nie wiadomo, doświadczenia i rozbiory chemiczne takim przemianom kleju przynajmniej nie są przeciwne, a stłuszczenie głównie ma miejsce przy częściowem rozmięczeniu chrząstki.

Jeżeli chrząstka zostaje traktowana kwasem siarczanym i cukrem, to komórki czerwono w siebie kolorują, a często także substancja międzykomórkowa przyjmuje kolor jasno różowy; (inne utwory substancji łącznej brunatnieją). Odczynnikiem Millona można chrząstce także często nadać kolor czerwony, jednakże nie wszystkie chrząstki szkliste pod tym względem są zbadane. Jod wreszcie nadaje substancji międzykomórkowej kolor żółtawy, a komórki ciemno-żółto lub brunatno farbują. Wszystkie te własności wskazują nam, że komórki składają się z substancji białkowej i że substancja międzykomórkowa wielkie podobieństwo posiada do ciał proteiny, z których niewątpliwie ona się tworzy. Jednak protein w komórkach już tak jest zmieniony, że alkalja już go nie rozpuszczają.

5. Tkanka kostna.

W histologii kości trzeba przedewszystkiem odróżnić tkankę kostną od substancji kostnej, która jest złożona z kilku tkanek różnorodnych. Z anatomji opisowej wiemy, że u człowieka dorosłego większa część kości jest złożona z *substancji twardej* (*substancia ossea compacta*) i z *substancji gąbczastej* (*sub-*

stancia ossea spongiosa). Substancja twarda nazwana jest także *substancją korową* (*stancia ossea corticalis*), bo zwykle okrywa powierzchnie kości, substancja gąbczasta zaś zwykle zawarta jest we wnętrzu kości i zwie się dla tego *substancją szpikową* (*stancia ossea medullaris*). Każda z tych substancji jest złożoną z tkanki kostnej, lecz oprócz téj tkanki znajdują się tam naczynia, nerwy i komórki tłuszczowe.

Wziąwszy pod mikroskop delikatną blaszeczkę zeszlifowanego odłamka kości, to się okazuje masa biaława, półprzezroczysta, jednolita, w której są rozsypane ciała podłużne, gwiazdowate, czarne, światła wcale nie przepuszczające. Wypustki czarne tych ciałek wzajemnie się stykają i jedna w drugą bezpośrednio przechodzi. Dawniejsi anatomowie mniemali,

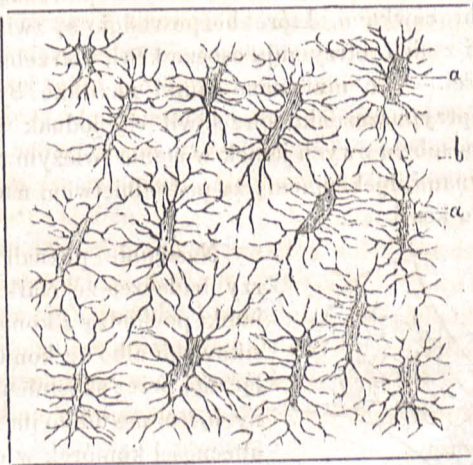


Fig. 41.

iż w tych ciałkach i kanalikach zawarte są sole wapienne, które za pomocą kwasów z kości wyciągnąć można, i że ta obecność wapna jest przyczyną nieprzezroczystości ciałek, dla tego nazwano owe ciałka promieniste kanalikami wapnistymi (*canali-*

(Fig. 41.) Tkanka kostna; aa, ciała kostne; b, substancja międzykomórkowa. (Z Patologii cellularnej Virchowa.)

culi chalcofori). Lecz okazało się, że ciała ciemne nie zawierają soli wapiennych, owszem są puste, a sole mineralne ściśle są połączone z substancją białą zasadniczą. Przypuszczano wtedy, że te ciała stanowią jamki puste, a wypustki ich są kanalikami łączącymi wszystkie te jamki, gdyż jeśli kość zostanie prażona w mocnym ogniu, dopóki wszystkie jej części organiczne nie zostaną spalone i potem nastrzyknie się ją płyn zabarwiony w kanalik większy, w którym przed paleniem zawarte było naczynie krwionośne, wtedy wszystkie ciała wraz z wypustkami, znajdujące się w sąsiedztwie naczynia, zabarwią się, utracą swój pozór ciemny, i zdają się stanowić siatkę kolorową złożoną z cienkich kanalików. Wnioskowano z tego spostrzeżenia, że kość oprócz większych kanałów przeznaczonych dla naczyń krwionośnych opatrzona jest bardzo delikatnymi cewkami, które bezpośrednio są związane z naczyniami i z nich otrzymują osocze krwi, potrzebne do odżywienia kości. Te mniemane jamki nazwane były *lacunae*. Takiemu przypuszczeniu sprzeciwił się jednak ten fakt, że żadnym sposobem owych jamek w stanie świeżym napełnić nie można płynami iniekcijnymi, za pośrednictwem naczyń wchodzących do kości.

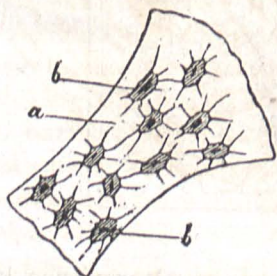


Fig. 42.

Następnie poznali już niektórzy badacze, że ciała owe czyli jamki pochodzą z komórek chrząstkowych albo z komórek tkanki łącznej przez skostnienie zmienionych, lecz nie udało im się wykazać obecności komórek w owych jamkach, więc wnioskowali: że komórki w kości dojrzałej już nie istnieją, że znikły albo się zlały z substancją zasadniczą. Virchow dopiero pokazał, że przez gotowanie i za pomocą różnych odczynników chemicznych (np. kwasu saletrzanego i sol-

(Fig. 42.) Tkanka kostna; a, substancja międzykomórkowa; bb, komórki kostne. (Z Hist. Koellikera.)

nego), można substancję zasadniczą czyli międzykomórkową rozpuścić i oddalić, a same ciała kostne czyli komórki gwiazdowate zostawić, i że te komórki są opatrzone jądrami. Mamy więc także w tkance kostnej *substancję międzykomórkową jednolitą i komórki gwiazdowate*. Sole wapienne z substancją międzykomórkową klejową tak ściśle są związane i zmieszane, że żadnym sposobem ziarenek wapiennych tam spostrzedz nie można; wszelkie twierdzenia przeciwne temu, są mylne.

Komórki kostne zwyle są ułożone w pewnym kierunku t. j. w regularnych rzędach otaczających większe kanaliki zawierające naczynia i nerwy. Kanaliki te nazwane są *kanalikami Haversa (canaliculi Haversi)* i przedstawiają się pod mikroskopem w szlifowanych blaszkach kostnych jako czarne szerokie pręciki albo jako małe czarne kółka, a to zależnie od kierunku w jakim zostały przecięte. Kanaliki *H a w e r s a*

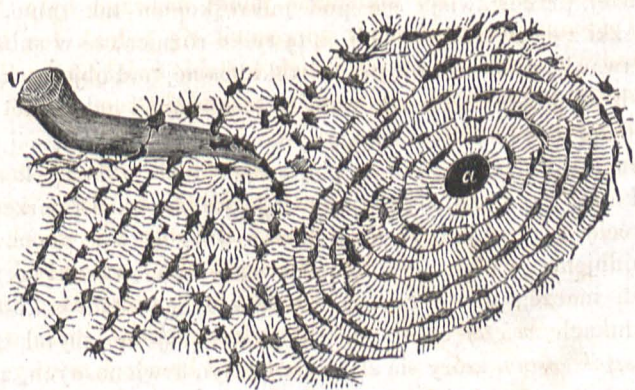


Fig 43.

przechodzą w ogóle wzdłuż kości, więc na przecięciach poprzecznie przez kość zrobionych widać głównie przecięcia poprzeczne kanalików; jeżeli przeciwnie się zrobi preparat

(Fig. 43.) Tkanka kostna; a, kanalik Haversa poprzecznie przecięty, otoczony spóśrodkowo ułożonemi ciałkami kostnymi; v, kanalik Haversa przecięty w kierunku podłużnym. (Z dzieła Virchowa.)

w kierunku długości, to pod mikroskopem zobaczymy formę prawdziwych kanalików bocznemi odnogami wzajemnie się łączących. Ciemny pozór kanalików pochodzi z obecności powietrza, tak samo jak w gwiazdowatych ciałkach; światło przechodzące przez kanaliki i ciała inaczej się łamie w powietrzu tam zawartem, jak w substancji międzykomórkowej białej, i nie dochodzi do oka badającego, dla tego też części te jako ciała czarne się przedstawiają. Jeśli ciała i kanaliki *H a w e r s a* napełnione zostaną jakim bądź płynem, to pozór czarny zginie, powietrze wtedy uchodzi i ustępuje miejsca substancji, która łamie wtedy światło podobnie jak i substancja zasadnicza. W preparatach ze świeżych kości zrobionych, kanaliki i komórki okazują pozór jasny, półprzezroczysty, ponieważ zawierając płyny odżywcze nie są napełnione powietrzem, które tylko wchodzi w kości suszone.

Błaszki delikatne zrobione ze szlifowanej substancji gąbczastej, przedstawiają się pod mikroskopem tak samo, jak blaszki z substancji twardej, z tą tylko różnicą, że w substancji twardej przeważa objętość tkanki kostnej nad objętością luk czyli kanalików *H a w e r s a*, a w substancji gąbczastej luki są daleko znaczniejsze i małą tylko ilością tkanki kostnej otoczone. Widzimy więc w pierwszym razie tkankę kostną, w której tu i owdzie znajdują się podłużne albo poprzeczne przecięcia kanalików *H a w e r s a*; w drugim razie przeciwnie znajdujemy wielkie luki otoczone małą ilością tkanki kostnej, czyli inaczej, widać rzadką siatkę złożoną z tkanki kostnej. W lukach *świeżej* substancji gąbczastej znajduje się tak zwany *szpik kostny*, który się składa z naczyń krwionośnych, z komórek tłuszczowych i z komórek szpikowych (*K o e l l i k e r a*). Naczynia w małej tylko ilości znajdują się; luki głównie są napełnione komórkami tłuszczowemi, które odróżniają się od komórek tłuszczowych innej części ciała mniejszą tylko objętością. Komórki szpikowe mają formę wrzecionowatą i zupełnie są podobne do komórek tkanki łącznej. Oddzielna błonka luki wysielająca nie istnieje; błonka ta którą niektórzy badacze jeszcze przyjmują, miała być równowaznikiem okostnej (*periosteum*) i była oznaczona nazwą, *endosteum*.

Kanaliki H a w e r s a znajdują się tylko w substancji kostnej twardej i nie zawierają szpiku, lecz samemi naczyńiami krwionośnymi są wypełnione; do najdelikatniejszych nawet takich kanalików wchodzą naczynia opatrzone własnymi błonami. Kształt komórek kostnych jest owalny, spłaszczony, gwiazdowaty, powierzchnią szeroką są obrócone ku kanalikom H a w e r s a. Na przecięciach kości pod mikroskopem widzianych, okazują się komórki zwykle tylko w formie podłużnej jakby wrzecionowatej, bo brzeg ich wązki zwykle jest obrócony ku oku badającego. Ułożenie komórek względem kanalików H a w e r s a jest takie, że na przecięciach podłużnych tworzą rzędy równoległe z kanalikami, a na przecięciach poprzecznych otaczają przecięcia kanalików naksztalt kółek spółśrodkowych. W skutek tego układu komórek, otrzymuje kość pozór jak gdyby była złożona z blaszek otaczających kanaliki spółśrodkowo; w niektórych warunkach chorobnych łatwo się też rozpada kość na cząstki blaszkowate.

Jeśli tkankę kostną utworzoną z tkanki chrząstkowej traktujemy mocnymi kwasami np. kwasem saletrzanym, wtedy sole wapienne rozpuszczają się, a cała tkanka rozpada się naksztalt kryształu rozbitego na drobne i dosyć regularne części. Każda taka część ma formę wielościanu i składa się z jednej komórki, okrytej substancją międzykomórkową klejorodną. Komórka leży w środku takiego sztucznego wielościanu, na zewnątrz ściśle połączona z otaczającą substancją międzykomórkową i wysyła przez nią swoje gałęzie promieniste aż do powierzchni całej cząstki. Widać więc, że substancja międzykomórkowa w kości nie zlewa się w masę zupełnie jednolitą, lecz zachowuje pewne ułożenie materji zastosowane do komórek, pozostaje ona w ściślejszym związku z komórką, z której przez wydzielanie utworzyła się, niż z masą międzykomórkową należącą do sąsiednich komórek. Jest to rzecz ważna, mogąca objaśnić przyczynę różnych objawów i przemian w kości rozwiniętej np. sposób prawidłowego i chorobnego rozmiękczenia tkanki kostnej i jej przemianę w tkankę tłuszczową lub w inne utwory. Przy próchnieniu kości (*caries*), rozpada się tkanka łączna takim samym sposobem na komórki otoczone przynależną substancją międzykomórkową.

Tworzenie się kości.

Kości tworzą się po większej części z chrząstek a po części także z tkanki łącznej. Chrząstka szklista zmienia się tylko na substancję kostną gąbczastą, zaś z tkanki łącznej (i chrząstki włóknistej) powstaje głównie substancja kostna twarda. Ostatnia może się zmienić na substancję gąbczastą, jak to np. ma miejsce przy zmięknieniu kości (*osteomalacia*) i w stanie normalnym w kościach rosnących. Substancja międzykomórkowa w ten czas rozmiękcza się, wsiąka w naczynia, a komórki napełniając się tłuszczem tworzą szpik kostny. Początkowa podstawa szkieletu w zarodku składa się z chrząstki szklistej, lecz bardzo wczesnie chrząstki te kostnieją (najpierwszy początek kostnienia jest w kości udowej), tak że u dziecka nowonarodzonego przynajmniej początki kostnienia we wszystkich do tej przemiany przeznaczonych chrząstkach już istnieją. Części szkieletu z tkanki łącznej się tworzące są wymienione przy opisie przemian chrząstki. Powiedziano tam, że tkanka łączna włóknista pierwsze początki kości otaczająca nie sama kostnieje, lecz kość tworzy się z miękkiej tkanki zarodkowej, która się znajduje we środku owych utworów podobnych do chrząstki włóknistej.

U dzieci więcéj rozwiniętych powiększa się grubość kości przez kostnienie miękkiej tkanki łącznej, która nieustannie się tworzy na wewnętrznej powierzchni okostnej (*periosteum*) t. j. pomiędzy kością i okostną; objętość kości długich i grubość kości płaskich więcéj powiększa się przez przywarstwianie (*per juxtapositionem*). W kierunku długości przeciwnie odbywa się wzrost kości za pośrednictwem chrząstki, która równocześnie rośnie i kostnieje. Chrząstki znajdujące się na końcach kości długich (nasady, *epiphyses*) służą dla tego zwykle do badania processu kostnienia. W środku kości długich tkanka kostna powoli zupełnie znika i zmienia się na samą tkankę tłuszczową, która jako szpik przestrzeń rurkowatą wypełnia. Kości złamane zrastają się przez skostnienie tkanki

łącznej, która na około końców złamanej kości z okostnej się tworzy; prawdziwy „callus,” tak często w chirurgii wspomniany, nie pochodzi więc z organizującego się wysięku. Virchow przekonał się także, przez badanie złamanych i na nowo zrastających się kości, że one nawet w środku nową tkankę kostną utworzyć mogą, chociaż okostnej tam nie ma. W miejscu gdzie końce złamanej kości się stykają, następuje zrośnięcie przez przeobrażenie się substancji gąbczastej w substancję twardą zbitą.

Kostnienie odbywa się w tkance łącznej w ten sposób, że substancja międzykomórkowa nabiera soli wapiennych, a komórki pozostają i otrzymują tylko liczne wypustki rozgałęzione i z sąsiednimi komórkami stykające się. W chrząstkach przeciwnie wielka odbywa się zmiana, którą w rozdziale o chrząstce szczegółowiej opisaliśmy. Komórki żwawo się pomnażają i powiększają, substancja międzykomórkowa coraz więcej niknie i otacza nareszcie tylko wielkie gromady komórek. Komórki w takich gromadach prawie bezpośrednio się stykają i w pewnych kierunkach i rzędach się układają. Część komórek w gromadach ułożona, napełnia się tłuszczem i przeobraża się w szpik kostny; druga część komórek, która jest ułożona w warstwach spółośrodkowych na około substancji szpikowej, osadza przez wydzielanie około siebie substancję twardniejącą i zamienia się na tkankę kostną. Substancja twardniejąca składa się z glutyny i soli wapiennych i stanowi substancję międzykomórkową w tkance kostnej. Równocześnie zmieniają komórki swój kształt okrągławy na formę mniejszych gwiazdowatych komórek. Pomiedzy komórkami szpikowemi widać bardzo wczesnie nowe naczynia krwionośne, które przedtem w chrząstce nie istniały, lecz przed utworzeniem rzeczywistej substancji kostnej od kości rozwiniętej wrastają w luki szpikowe i formę pętlic okazują. Materiał do utworzenia nowych ścian naczyniowych otrzymują naczynia prawdopodobnie z wrzecionowatych komórek szpikowych, które pochodzą z komórek chrząstkowych, lecz nie są napełnione tłuszczem.

Objawy żywotne w kościach.

Objawy życia w kościach są dosyć wyraźne. Przedewszystkiem odznaczają się kości żwawą przemianą materji, a to nie tylko w młodości i w czasie wzrostu, lecz nawet w starości. Jeśli przyływ krwi zostaje wstrzymany, wtedy kości szybko obumierają. Różne wpływy szkodliwe wywołują łatwo w kości najznaczniejsze przemiany, które głównie się charakteryzują objawami chłoniczenia i zmiękczenia substancji kostnej. Dawniej zamierzali badacze wykazać objawy odbywające się przy przemianie materji, za pomocą karmienia zwierząt marmazaną (*Rubia tinctorum*), która kościom szybko nadaje kolor czerwony. Lecz okazało się, że odpowiednie doświadczenia nie mają wielkiej w tym względzie ważności, gdyż wszystkie części kości około naczyń położone czerwono się kolorują.

Przesiąkanie materji odżywczej w kościach jest bardzo ułatwione przez gwiazdowatą formę komórek zbliżających się do siebie za pośrednictwem swych wypustek. Kości najdokładniej dowodzą przeznaczenie komórek gwiazdowatych jako rodzaju naczyń surowicznych czyli plasmatycznych. Wątpić nie można, że owe jamki gwiazdowate, które są wypełnione komórkami kostnymi, komunikują pomiędzy sobą i z kanalikami *H a w e r s a* za pomocą odnóg rozgałęzionych; dowody na to już powyżej są wyłożone. Komórki same przeciwnie nie otwierają się do naczyń, części odżywcze nie przechodzą prosto od naczyń do komórek gwiazdowych, lecz tylko za pośrednictwem diffuzji, która się odbywa przez ściany wypustek. Czy promieniste wypustki jednej komórki bezpośrednio się łączą z wypustkami drugiej sąsiedniej, jest to rzecz nie rozstrzygnięta, tak samo, jak przy gwiazdowatych komórkach tkanki łącznej, zdania w tym względzie są podzielone; lecz prawdopodobnie bezpośrednia taka komunikacja nie istnieje.

Komórki kostne służą nie tylko jako przewodniki soków odżywczych, jako system delikatnych kanalików, lecz zachowują także swoje własności komórkowe, swoją czynność wła-

ściwą, która istotnie zależy od nienaruszonego składu komórkowego. Łatwo się przekonać, że wszelkie przemiany kości dotyczące się formy, głównie są połączone z objawami żywotnymi w komórkach. Wspominaliśmy o tém już przy opisanu przemian, którym tkanka kostna ulegać może, np. zmiękczenie, tworzenie się substancji gąbczastej i szpiku kostnego z substancji zbitéj twardej, tworzenie się substancji zbitéj na końcach kości złamanych, próchnienie (*caries*) i t. d.

Stosunki chemiczne.

Własności mikrochemiczne tkanki kostnej mało się odróżniają od objawów przy tkance chrząstkowej nadmienionych. Przekonaliśmy się, że za pomocą kwasów mineralnych tkankę kostną można rozłożyć na drobne cząstki, które się składają z komórek i odpowiedniej ilości substancji międzykomórkowej. Przy dłuższem działaniu rozpuszcza się ta substancja, a komórki gwiazdowate zupełnie się uwalniają. To samo można uskutecznić przez gotowanie preparatów. Komórki kostne więc posiadają taką samą trwałość, jak komórki innych utworów substancji łącznej. Na cięciach przez kości świeże zrobionych, z których za pomocą kwasów substancje mineralne zostały usunięte, komórki kostne łatwo wykazać można, mianowicie kiedy preparata się namaczają kwasem octowym lub alkaliami gryzącymi. O chemicznym składzie części komórkowych nie pewniejszego nie wiemy, jak o komórkach chrząstkowych, z których tkanka kostna się tworzy. Treść komórkowa składa się prawdopodobnie z płynu jasnego białkowego, który często drobne ziarenka zawiera; rzadko tam znaleziono ziarenka soli wapiennych.

Substancja międzykomórkowa składa się z materji podobnej do odpowiedniej części w tkance łącznej i z soli mineralnych; przez gotowanie otrzymuje się z niej glutynę. Części organiczne i części mineralne w kościach tak są z sobą połączone, że jedną albo drugą część oddalić można bez zniszcze-

nia formy całej kości, t. j. przez prażenie można zniszczyć substancję organiczną, a za pomocą kwasów wyciągają się sole mineralne. W tkance kostnej substancje mineralne nie istnieją w kształcie drobnych ziarenek, przynajmniej najlepszymi mikroskopami i najsilniejszymi powiększeniami takowe odkryć się nie dają. Lecz z drugiej strony utrzymywać nie można, że substancja organiczna jest chemicznie połączona z częściami mineralnymi, gdyż z kości te same substancje klejowe się otrzymują wtedy gdy kość nienaruszona się gotuje, bądź gdy najpierw sole się wyciągają za pomocą kwasów.

Szpiczek kostny, pomijając naczynia i nieznaczną ilość tkanki łącznej, składa się po większej części z tłuszczu; oprócz tłuszczu znajduje się mała ilość płynu zawierającego białko, sole i części wyciągowe. Tłuszcz kostny mało się odróżnia od tłuszczu w innych częściach ciała się znajdującego, tylko że łatwiej się topi. Szpiczek w jamach kości rurkowatych zawiera więcej tłuszczu i mniej wody niż szpiczek w substancji gąbczastej.

Co do ilościowego składu, to z dosyć wielką pewnością utrzymywać można, że substancja zbita twarda zawiera około $\frac{1}{3}$ części materji organicznej i $\frac{2}{3}$ części materji mineralnej; w substancji kostnej gąbczastej znajduje się więcej materji organicznej (blisko połowa). Substancje mineralne składają się z 6—10% węglanu wapna, około 1% fosforanu magnezji ($\text{PO}^5 3\text{MgO}$), blisko 2% fluorku wapienia (FICa), a resztę stanowi fosforan wapna ($\text{PO}^5 3\text{CaO}$).

O składzie zębów.

Zęby należą do utworów błony śluzowej, tworzą się przez skostnienie brodawek w podścielisku tej błony, a pozostałość takiej brodawki nazwanej *zarodkiem zębowym* wypełnia jako *miazga (pulpa dentis)* jamkę zęba rozwiniętego i pośredniczy w odżywieniu zęba. Odróżniamy w zębach trzy części twarde: *substancję zębową (substancia eburnea)*, *szkliwo* czyli *emalję*

(*substantia vitrea s. adamantina*) i kość zębową (*cementum*). Substancja zębowa składa główną i większą część zęba, nadaje mu formę i stanowi całą jego podstawę. Szkliwo okrywa

jako cienka, twarda błonka, wolną powierzchnię zęba, a kość zębowa otacza korzeń zęba i łączy go z kością szczęki.

Substancja zębowa składa się z tkanki kostnej nieco zmienionej. Jest twardsza od kości zwyczajnej i zawiera więcej części mineralnych. W i d a ć w niej pod mikroskopem białawą, jednolitą substancję zasadniczą i liczne delikatne ciemne rurki, które równolegle przechodzą od jamki zębowej ku powierzchni zewnętrznej i bocznymi odnogami wzajemnie się łączą.

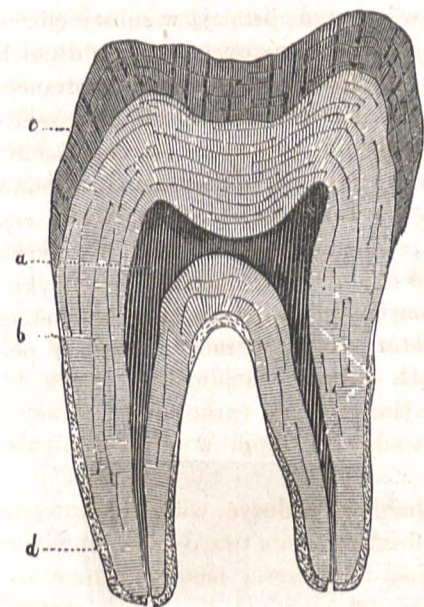


Fig. 44.

Nastrzykując płyn kolorowy w jamkę zęba suszonego, można te kanaliki napęlnić owym płynem. Zęby kwasami traktowane tracą swe części mineralne, lecz forma ich pozostaje z początku nienaruszona. Substancja organiczna zęba rozpuszcza się za pomocą gotowania i tworzy klój zwyczajny (glutynę). Rurki zębowe nie rozpuszczają się ani w wodzie wrzącej, ani w kwasach mineralnych, owszem po oddaleniu substancji zasadniczej można w rurkach wykazać właściwą

(Fig. 44). Przecięcie poprzeczne przez ząb z dwoma korzeniami; a jamka zębowa w stanie świeżym napęlniona miazgą, b substancja zębowa, c szkliwo zębowe, d kość zębowa. (Z Histologii Leydiga).

trwałą błonę. Substancja zasadnicza w substancji zębowej odpowiada więc substancji międzykomórkowej w zwyczajnej tkance kostnej, a rurki okazują wszelkie własności komórek kostnych. Kanaliki H a w e r s a nie istnieją w substancji zębowej u człowieka, tylko w zębach różnych ryb i w długich zębach słonia znaleziono kanaliki naczyniowe. Substancja zębowa tworzy się z tkanki galaretowatej w zarodku zębowym, który licznymi naczyniami i nerwami jest opatrzony. Komórki (podług Koellikera) pod powierzchnią zarodka zębowego leżące stykają się bezpośrednio, przedłużają się, wysyłają boczne gałęzie, zmieniają się w kanaliki zębowe i wytwarzają równocześnie około siebie substancję międzykomórkową. W zębach rozwiniętych są te kanaliki napełnione płynem przezroczystym, który z naczyń miazgi (*pulpa*) pochodzi i do odżywienia zęba służy.

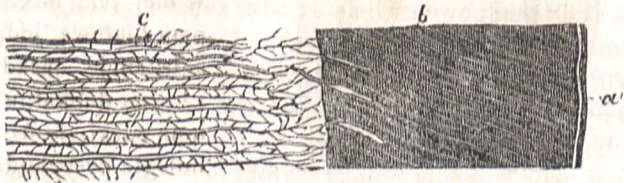


Fig. 45.

Kość zębowa (*cementum*) tworzy się przez kostnienie okostnej w zębodołach (*alveoli*) i okazuje wszelkie własności zwyczajnej tkanki kostnej. Zęły starszych ludzi zwykle posiadają grubszą warstwę kości zębowej, jak zęby młodzieńców. Mała tylko ilość kanalików H a w e r s a znajduje się w kości zębowej.

Szklivo zębowe nie należy do utworów tkanki kostnej, lecz do utworów nabłonkowych. Składa się z równoległych, bezpośrednio ze sobą się stykających pręcików, które pionowo

(Fig. 45), Szlifowany kawałek zęba, *a* błonka naszkliwna, *b* szlifa zębowa złożone z równoległych prążkowanymi pręcików. *c* kanaliki rozgałęzione w substancji zębowej. (Z Histologii Leydiga).

wo są ustawione na powierzchni substancji zębowej. W młodych zębach można te pręciki rozdzielić i odosobnić. Na przecięciu poprzecznym okazują formę sześciokątną, na przecięciu podłużnym widać gęste prążki poprzeczne. Szkliwo zębowe jest najtwardszym utworem całego ciała, składa się prawie z samych części mineralnych. Na zewnątrz okryte jest szkliwo cienką błonką, nazwaną *błonką naszkliwną* (Nasmytha), która jest bardzo mocna i trwała i opiera się działaniu odczynników chemicznych. Szkliwo tworzy się za pomocą tak zwanego *zarodka szklivnego* czyli *organu szklivnego*, który się znajduje w górnej części woreczka zębowego i składa się z miękkiego, galaretowatego podścieliska obfitującego w naczyńca i z nabłonka słupkowatego. Zarodek szklivny, otacza więc zewnętrzną powierzchnię substancji zębowej, z którą jego nabłonek słupkowaty prawie bezpośrednio się styka; tylko delikatna szklista błonka (*membrana praeformativa* Ruschkowa) osłania powierzchnię zarodka zębowego i odgranicza ją od komórek zarodka szklivnego. Dotychczas nie rozstrzygnięto jeszcze, czy pręciki szkliva się tworzą z komórek słupkowatych napełniających się solami wapiennymi albo czy pochodzą z twardniejących wydzielin owych komórek. W pierwszym razie znikłaby błonka szklista pomiędzy szkliwem i substancją zębową, w drugim razie tworzyłoby się szkliwo pod powierzchnią téj błonki i bezpośrednio na substancji zębowej, a błonka naszkliwna Nasmytha byłaby to samo co *membrana praeformativa* Ruschkowa. Zarodek szklivny znika po utworzeniu się szkliva.

V. Tkanka mięsna.

Do oddziału tkanki mięsnej zaliczają się wszystkie pierwiastki tkankowe, które w pewnych razach okazują właściwe zmiany położenia swych drobin czyli cząstek składowych. Ruchy te następują przy działaniu nerwów albo środków chemicznych, fizycznych lub mechanicznych z zewnątrz wpływających na pierwiastki mięsne. Lecz zmiany położenia cząstek nie są bierne, nie powstają w skutek mechanicznego przyciśnienia lub uderzenia, owszem drobiny samodzielnie się posuwają, mocniej się przyciągając jak podczas spoczynku i wzajemnie do siebie się zbliżając.

W organizmie ludzkim istnieją inne jeszcze utwory, powyżej już opisane, które również okazują ruchy samodzielne; utworami takimi są: migawki na komórkach nabłonkowych i ogonki przy ciałkach nasiennych. Ale ruchy tych utworów są bezustanne, nie zależne od działania nerwów lub środków od zewnątrz na nie wpływających. Zdaje się zatem, że zachodzi dość znaczna różnica pomiędzy nadmienionemi utworami i właściwemi tkankami mięsnemi. Uważając jednak na wielkie podobieństwo, jakie istnieje z jednej strony pomiędzy nierozwiniętą tkanką mięsną a kurczliwą substancją nazwaną *mięsią* (*Sarcode*), która stanowi większą część organizmu u zwierząt klas niższych i nie ulega działaniu nerwów, a z drugiej strony pomiędzy mięsią i migawkami nabłonków, ogonkami ciałek nasiennych i t. p., trzeba przyznać wielką słuszność przypuszczeniom utrzymującym, że istnieje wielkie powinowactwo pomiędzy wszystkiemi utworami kurczliwemi. Zdaje się, że nie organizacja właściwa nadaje pierwiastkom władzę kurczenia się, lecz istnieje prawdopodobnie we wszystkich utworach kurczliwych szczególnie złożona substancja, która posiada zdolność kurczenia się, a małe odmiany jéj składu powodują różnicę objawów ruchu w różnych utworach

tkankowych. Chemja organiczna w przyszłości prawdopodobnie wykaże taką substancję, wspólną wszystkim kurczliwym pierwiastkom.

Zastanawiając się ze stanowiska porównawczo-histologicznego, trzeba by wszystkie utwory kurczliwe umieścić w jednym oddziale i wykazać powolne przejście jednej formy pierwiastków kurczliwych w drugą. Rzeczywiście jednak obchodzają nas tu tylko te tkanki, które się znajdują w organizmie ludzkim, możemy zatem tu opuścić dokładniejszy rozbiór tych utworów kurczliwych, które się znajdują w ciele zwierząt klas niższych, tém bardziej, że już powyżej była mowa o ruchach migawek i ciałek nasiennych.

W organizmie zwierząt kręgowych i człowieka, znajdują się dwie formy zasadnicze tkanki mięsnej, to jest: *włókna mięsne gładkie* czyli *komórki włókienkowate kurczliwe* i *włókna poprzecznie prążkowane* czyli *pęczki mięsne pierwotne*. Formy te tak znacznie się od siebie odróżniają, że pomiędzy nimi pozornie nie istnieje żadne powinowactwo jak tylko ze względu na kurczliwość. Badania jednak odnoszące się do rozwoju tkanek wykazały, że pomiędzy obydwojma rodzajami tkanki mięsnej pierwotnie prawie żadnej nie ma różnicy, że włókna mięsne gładkie zupełnie są podobne do pęczków poprzecznie prążkowanych w pierwszych stopniach ich rozwoju. Sposób przemiany owych form pierwotnych w formę rozwiniętą, nie jest dostatecznie wyjaśniony, zdania w tym względzie jeszcze bardzo są podzielone; przy rozbiórce o tworzeniu się tkanki mięsnej, szczegółowo o tém mówić będziemy.

U zwierząt bezkręgowych również się znajdują obydwie formy tkanki mięsnej, lecz zarazem spostrzegamy tam tyle form przechodnich pomiędzy jednym i drugim rodzajem tkanki, że o najściślejszym ich powinowactwie już powątpiewać nie można. W organach gdzie zwykle się znajdują pęczki poprzecznie prążkowane, widać u wielu zwierząt włókna prawie zupełnie podobne do włókien mięsnych gładkich. U innych zwierząt spostrzegamy pęczki pierwotne, lecz pęczki te nie okazują żadnych prążków. Dalej, znajdujemy mięśnie poprzecznie prążkowane, lecz nie są one złożone z pęczków oto-

czonych pochwkami, ale cały mięsień składa się z delikatnych włókienek odpowiadających włóknom mięsnym gładkim, z tą tylko różnicą, że każde włókienko okazuje wyraźne prążki poprzeczne.

Utwory pierwiastkowe tkanek mięsnych mają kształt włókienkowaty, zbliżający się do formy wrzecionowatej. Pierwiastki te są albo pojedynczo rozsypane w rusztowaniu organów złożoném z tkanki łącznej, albo równoległe obok siebie ułożone i razem połączone w formie maleńkich pęczków otoczonych pochwkami. W pęczkach poprzecznie prążkowanych znajduje się prawdopodobnie mała ilość półpłynnej masy, która pojedyncze włókienka z sobą łączy i klepia; ukształtowana substancja międzykomórkowa jednak tam nie istnieje. Pęczki włókien mięsnych znajdują się albo rozsypane po organach, albo są obok siebie ułożone w równoległym kierunku i połączone ze sobą za pomocą miękkiej tkanki łącznej zarodkowej, tworząc pęczki wtórne różnej wielkości. Zależnie od sposobu ułożenia i połączenia mniejszej lub większej ilości pęczków wtórnych, powstają różne organa mięsne, jako to błony, mięśnie i t. p. Utwory mięsne więc nie stanowią większych tkanek złożonych z samych tylko pierwiastków mięsnych, nie odpowiadają one składowi tkanek powyżej opisanych, lecz włókienka pierwotne są albo pojedynczo rozsypane w tkance łącznej różnych organów, albo łącząc się tylko za pośrednictwem utworów tkanki łącznej, tworzą tkaniny większej objętości.

1. Forma i skład morfologiczny tkanek mięsnych.

a. O włóknach mięsnych gładkich.

Włókna te nazywają się także *włóknami ruchu mimowolnego*, *włóknami organicznymi*, *włóknami życia roślinnego*, *włóknami nieprążkowanymi*, *komórkami włóknistymi kurczliwymi* i t. d. Nazwa włókien ruchu mimowolnego pochodzi stąd, że włókna gładkie znajdują się w takich organach ciała zwierząt kręgowych, w których się odbywają ruchy niepodległe działaniu woli np. w kanale pokarmowym, w naczyniach i t. p.; pęczki zaś poprzecznie prążkowane, po największej części wchodzi w skład tych mięśni, które dowolnie poruszaniem być mogą. Jednakowoż serce, które zupełnie samodzielne ruchy odbywa, ze samych tylko włókien poprzecznie prążkowanych jest złożone.

Kształt włókien gładkich jest wrzecionowaty, spłaszczony t. j. włókna są długie, wąskie i płaskie, końce ich są spiczasto zaostrome. Długość włókien jest dość odmienna, w średnicy wynosi 0,11 mm., lecz w macicy brzemiennej znajdują się włókna długość których wynosi 0,25—0,55 mm. Szerokość jest więcej stała, w ogólności wynosi 0,006 mm., tylko w macicy może ona dojść do 0,012 mm. (Fig. 46). W środku każdego włókna leży podłużne laseczkowate jądro, długie na 0,01—0,02 mm. — Każde włókno pojedyncze reprezentuje więc komórkę; zachodzi tylko pytanie czy komórka zachowała swój skład pierwotny lub czy się zmieniła. Ogólne zdanie badaczy przychyła się do ostatniego przypuszczenia, gdyż rzadko kiedy udało się wykazać w tych utworach błonę komórkową. Zwykle utrzymują, że błona się zlewa z gęstą, ziarnistą i giętką treścią komórkową. Poszukiwania jednak

robione nad świeżą tkanką uczą, że we włóknach mięsnych gładkich zawarta jest massa podobna do substancji kurezliwój

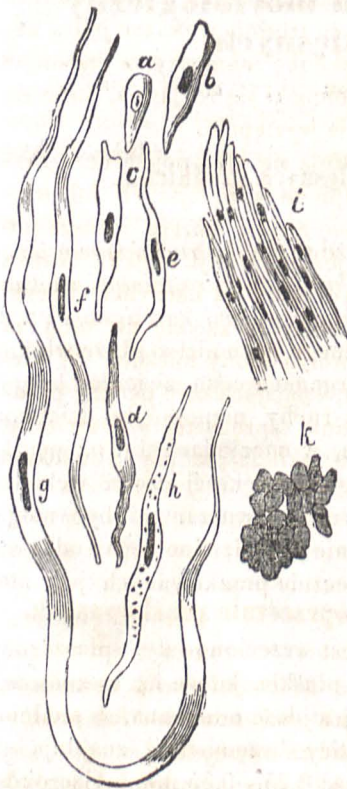


Fig. 46.

dniectwem przezroczystego płynu.

zawartój w pęczkach poprzecznie prążkowanych. Substancja ta ma własności rzadkiej galarety, krzepnie po śmierci i również jak we włóknach poprzecznie prążkowanych przechodzi wtedy w stan stężenia pośmiertnego (*rigor mortis*). Zdaje się, że ta zawartość zawsze jest otoczona cienką szklistą błoną, trudno tylko błonę tę naocznie wykazać, gdyż prawdopodobnie mocno jest zlepiona z zawartością. We włóknach stężałych nie ma sposobności odłączyć błonę od treści; jeżeli zaś świeża tkanka mięsna namoczy się przez dłuższy czas w stężonym kwasie octowym, aby ją rozłożyć na pojedyncze włókienka, to często się znajdują komórki w których widać błonę odosobnioną od ziarnistej treści za pośrednictwem przezroczystego płynu.

(Fig. 46). *a b* Włókna mięsne gładkie w początkach rozwoju, *c* włókno więcej już rozwinięte, *d e f g h* włókna dojrzałe różnej wielkości; każde włókno zawiera podłużne laseczkowane jądro; *i* włókna z jądrami w stanie naturalnego połączenia, *k* poprzeczne przecięcie przez pęczek włókien, widać tam przecięcia pojedynczych włókien, a w niektórych miejscach nawet poprzeczne przecięcie jąder. (Z Hist. Freya).

Jądro przedstawia się zwykle jako ciałko laseczkowate, na końcach zaokrąglone i złożone z substancji stałej. Dokładniejsze doświadczenia jednak wykazały także w jądrze skład pęcherzykowy. W świeżej tkance trudno wykazać jądra komórkowe, jeżeli się jednak tę tkankę namoczy w stężonym kwasie octowym, to zawartość komórki się rozjaśnia, staje się przezroczystsza, a jądra wyraźnie występują.

Włókna mięsne gładkie znajdują się albo pojedynczo rozsypane po organach, albo są skupione w mniejszych lub większych gromadach, albo łącząc się z sobą tworzą cieńsze lub grubsze pęczki. Każdy pęczek jest otoczony miękką tkanką łączną zarodkową, w której się rozgałęziają naczynia. Pęczki układają się równolegle obok siebie i łącząc się ze sobą za pośrednictwem tkanki łącznej, tworzą błony mięsne. W niektórych miejscach tkanka łączna, spajająca owe pęczki, przechodzi w ścięgna złożone z tkanki sprężystej. U zwierząt znaleziono nawet całe mięśnie składające się z włókien gładkich.

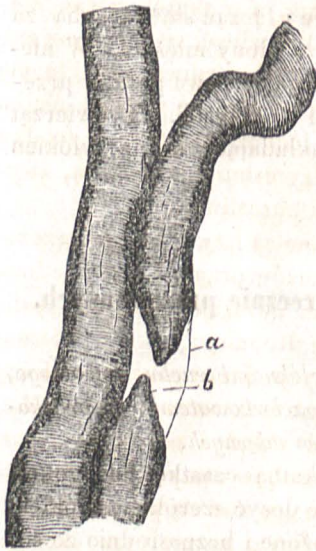
b. O włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych.

Utworki te są także nazwane *włóknami ruchu dowolnego*, *włóknami mięsnymi zwierzęcymi* lub *paciorkowatymi* lub *prążkowanymi*, *pierwotnymi pęczkami włókien mięsnych*.

Wziąwszy pod mikroskop delikatną cząstkę jakiegokolwiek mięśnia, widzimy znaczną ilość dosyć szerokich włókien, które równolegle obok siebie są ułożone i bezpośrednio ze sobą się stykają. Końców włókien spostrzedz nie można, gdyż albo są odcięte albo się kryją i giną pomiędzy drugimi włóknami. Powierzchnia każdego włókna zdaje się być pokrytą rzesistemi, delikatnemi, poprzecznymi prążkami, które otaczają włókna nakształt równików. Za pomocą mocniejszego powiększenia mikroskopu, przekonać się można, że pozór prążkowaty nie pochodzi od obecności ciemnych kresiek na jasnym tle, lecz że cała powierzchnia włókien składa się z pas-

ków poprzecznych na odmian jasnych i ciemnych. Paski te nie zawsze okazują równą szerokość, a w razie gdy nastawienie ogniwa mikroskopu się zmieni, wtedy ciemne paski stają się jasnymi, a jasne ciemnymi. Oprócz prążków poprzecznych widać mniej więcej wyraźne prążki podłużne, które mniej są regularne jak pierwsze, nie we wszystkich włóknach są wyraźnie widzialne i przedstawiają się jakby powstałe skutkiem składu włókna z delikatniejszych niteczek.

Jeżeli kawałek mięśnia namoczonego w wodzie, za pomocą igieł na drobniejsze cząstki się rozdziela, to udaje się bardzo często wykazać pod mikroskopem pochewkę przezroczystą otaczającą każde włókno mięsne. Natrafiamy tam na włókna



odosobnione, w których substancja kurczliwa w środku się rozewała, lecz szklista pochewka utrzymuje jeszcze związek pomiędzy rozłączonymi końcami włókna (Fig. 47), albo też zawartość włókna zwężyła się w skutek zbyt gwałtownego rozciągania w kierunku długości i oddaliła się od przezroczystej pochewki. Na takich preparatach przekonać się można, że pochewka włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych, którą nazywamy *omięsną* (*Sarcolemma*), składa się z substancji szklistej, jednolitej, przezroczystej, bezbarwnej i żadnego nie okazuje utkania. Żółtawy kolor

włókien pochodzi od barwnika przenikającego całą substancję

(Fig. 47). Dwa kawałki włókien poprzecznie prążkowanych. Oprócz prążków poprzecznych widać tu i owdzie prążki podłużne. Substancja kurczliwa we włóknie z prawej strony jest rozerwana, tylko jasna przezroczysta omięsna *a* utrzymuje jeszcze związek pomiędzy rozłączonymi końcami substancji kurczliwej *b*. (Z Hist. Koellikera).

kurczliwą. Na przerwanych końcach świeżych włókien mięsnych, massa kurczliwa nie wylewa się z pochewki, nie jest ona więc cieczą rzadką, owszem przedstawia się jako massa galaretowata, która dopiero po namoczeniu włókien mięsnych w kwasie octowym pęcznieje i w skutek ciśnienia naprężonej omięsnej wyciska się w formie pulchnego kłębu.

Badając dokładniej pod mikroskopem włókna mięsne nie zwilżone wodą, można tu i owdzie spostrzedz blade, owalne, pęcherzykowate ciała, podobne do jąder komórkowych; os podłużna tych ciałek jest równoległa z podłużną osią włókna. Po namoczeniu włókna mięsnego w kwasie octowym, ciała te kurczą się nieco w kierunku długości, w kierunku zaś poprzecznym cokolwiek się rozszerzają, a w skutek równoczesnego wyjaśnienia całej substancji kurczliwej wyraźnie występują. Włókna, w których substancja kurczliwa oddaliła się od omięsnej, przekonują dostatecznie, że owalne ciała czyli jądra nie istnieją w pochwie, lecz że leżą albo w środku substancji kurczliwej, albo pomiędzy ostatnią a pochwą, zwykle ściśle przylegając do substancji kurczliwej.

Wszystkie stosunki dotąd opisane są łatwe do spostrzeżenia i przez wszystkich prawie badaczy przyjęte. Aby jednak poznać formę włókien całych, ich związek pomiędzy sobą i tkanką łączną w ścięgnach, dalej drobniejszy skład substancji kurczliwej i istotę ciałek owalnych, które porównywaliśmy z jądrami, trzeba mięśnie suszyć lub traktować środkami chemicznymi znacznie zmieniającymi skład i normalną formę włókien. Przy używaniu tych sposobów otrzymują się często zupełnie sztuczne utwory, które mogą stać się przyczyną fałszywych wyobrażeń i przypuszczeń o normalnym składzie pierwiastków mięsnych.

Aby zbadać długość i formę włókien mięsnych, ich związek pomiędzy sobą i ze ścięgnami lub innymi częściami ciała, trzeba mięśnie rozłożyć na pierwiastki histologiczne. Służą do tego różne sposoby, które w rozdziale o stosunkach chemicznych będą opisane.

W mięśniach krótkich np. u żaby, sięgają włókna zwykle od jednego ścięgna przez całą długość mięśnia do drugiego

ścięgna, albo jeżeli w środku mięśnia się kończą, to przynajmniej jednym końcem są przyłączone do ścięgna. W dłuższych mięśniach przeciwnie, jakie np. się znajdują w organizmie ludzkim, włókna po większej części kończą się w środku mięśnia, a mniejsza tylko ilość łączy się wprost z ścięgnami lub innymi częściami ciała. Z takich miejsc otrzymują się włókna mające dość znaczną długość, znaleziono tam włókna aż na 4 centymetry długie. W mięśniach zwierząt młodych rosnących, grubość włókien bardzo jest rozmaita, np. u młodych żab znaleziono włókna od 0,003 mm. grubości aż do 0,37 mm. t. j. włókna bardzo cienkie i włókna sto razy grubsze; średnia ich grubość wynosi jednak około 0,03 mm. U człowieka grubość włókien w mięśniach twarzy jest mniejsza, niż w mięśniach tułowia i kończyn, w pierwszych wynosi 0,01—0,03 mm., w drugich 0,03—0,06 mm.

Forma włókien w ogóle jest wrzecionowata t. j. włókna stanowią nie zupełnie okrągły walec z końcami spiczastymi. Lecz tylko końce włókien znajdujących się w środku czyli w brzęcu mięśnia są spiczasto zaostrome; koniec włókien położonych w głowie lub osadzie mięśnia, stykający się ze ścięgnem, jest tępy i zaokrąglony. Oprócz tych form zasadniczych znajdują się także włókna z końcami rozdzielonemi na dwie i więcej części, włókna z wypustkami bocznymi, włókna rozgałęziające się na coraz cieńsze włókieneczka np. w języku, włókna które za pośrednictwem grubszych wypustek zlewają się z sąsiednimi włóknami i takim sposobem tworzą tkankę mięsną siatkowatą np. w sercu, i t. p.

Włókna u zwierząt kręgowych i człowieka w ogólności są otoczone szklistą pochewką czyli omięsną, lecz w niektórych miejscach pochewka jest bardzo cienka i niewyraźna np. w sercu, gdzie się przedstawia prawie jako zgęszczona warstwa miękkiej tkanki łącznej spajającej ze sobą pojedyncze włókna mięsne. Dotąd badacze jeszcze się nie zgodzili jakie znaczenie histologiczne trzeba przypisać omięsnej. Schwanu uważał ją za utwór powstały z błon komórek mięsnych, z których włókno mięsne się utworzyło; przypuszczał on, że komórki okrągławe układając się obok siebie zrastają się na spo-

sób komórek roślinnych, z których się tworzą naczynia roślinne. Błony w miejscu zetknięcia się komórek znikają, zawartość ich zlewa się w jedną masę i zamienia się powoli w substancję kurczliwą, a z obwodowej części błon komórkowych tworzy się omięsna. Przypuszczenie to okazało się mylnym. Remak utrzymuje, że włókno mięsne pochodzi z pojedynczej komórki zarodkowej, a omięsna odpowiada błonie tej komórki; K o e l l i k e r potwierdził to przypuszczenie. R e i c h e r t przeciwnie utrzymuje, że zawartość włókna poprzecznie prążkowanego, składa się z pęczka nitok (*Fibrillae*) odpowiadających włóknom mięsnym gładkim, a omięsna stanowi pochwę pęczka złożoną z tkanki łącznej. W rozdziale o tworzeniu się włókien mięsnych bliżej rozberzemy tę kwestję, tu tylko nadmienić wypada, że to pytanie dotychczas jeszcze nie jest rozstrzygnięte. Zdaje się, że omięsna odpowiada pochwie pęczków złożonych z włókien mięsnych gładkich, że należy do utworów tkanki łącznej i że się składa z substancji sprężystej. Dla tego nadmieniliśmy o niej przy utworach tkanki łącznej i policzyliśmy ją do błon sprężystych szklitych. Do tego upoważnia nas pozorny jednociągły związek omięsnej z tkanką łączną w ścięgnach. Substancja kurczliwa nie przechodzi bezpośrednio w tkankę łączną ścięgien, jak to niektórzy badacze przypuszczają, lecz z wyraźnym odgraniczeniem kończy się przy tkance łącznej, zaś omięsna zdaje się bezpośrednio przechodzić w ścięgno. Opierając się na prawie jednociągłości, możnaby ją więc uważać za powinowatą do tkanki łącznej. Najnowsze poszukiwania jednak (zrobione przez W e j s s m a n n a) zaprzeczają jednociągłemu związkowi omięsnej z tkanką łączną ścięgien, dowodzą one, że włókienka tkanki łącznej tylko są zlepione z powierzchnią omięsnej.

Bardzo ciekawy jest skład substancji kurczliwej we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych; przedewszystkiem przedstawia nam się tu pytanie: z czego pochodzą poprzeczne i podłużne prążki włókien? Włókna zwierząt ssących i człowieka nie zawsze okazują wyraźnie oba rodzaje prążków, czasem prążki poprzeczne zupełnie są zatarte, a prążki podłużne

wyraźnie występują; czasem okazuje się zupełnie odwrotny stosunek. Nie rzadko zdarza się spostrzedz pod mikroskopem włókno, które przy preparowaniu tkanki mięsnej przypadkiem straciło swą pochwękę i wtedy w kierunku podłużnym samodzielnie się rozłożyło na delikatne równoległe niteczki. Najczęściej daje się to spostrzedz w tkance mięsnej sercowej, gdzie cienka omięsna bardzo łatwo się niszczy. Grubość nitek (*Fila s. Fibrillae musculares*) takim sposobem otrzymanych jest rozmaita, w średnicy wynosi 0,002—0,003 mm. U zwierząt bezkręgowych znajdują się włókna poprzecznie prążkowane, które przy każdym preparowaniu rozkładają się na niteczki, a głównie tam, gdzie włókna czyli pęczki pierwotne nie są otoczone omięsną np. u much. Zda się więc, że podłużne prążki włókien mięsnych są skutkiem właściwego układu substancji kurezliwej, która ma skłonność do rozpadania się na cienkie niteczki. Podłużne prążki występują najwyraźniej we włóknach, w których widać rzędy drobnych ziarenek ułożone równoległe z podłużną osią włókna. Ziarenka te spostrzegamy głównie we włóknach rozwiniętych i skłonnych do rozkładu, gdzie zarazem poprzeczne prążki albo nie wyraźnie się okazują, albo zupełnie już nie są widzialne. Poniżej rozberzemy bliżej własności i znaczenie owych rzędów ziarenek (Fig. 48).

Pozór włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych nie jest skutkiem prążków znajdujących się na samej powierzchni włókien lub na zewnętrznej powierzchni substancji kurezliwej, lecz polega na właściwym układzie całej zawartości. Każda nitka należąca do składu włókna, okazuje podobne prążki, jak włókno całe. Przyczynę prążek dawniej różnie tłumaczono, jedni odnosili ją do regularnego falistego zagięcia pojedynczych nitek, drudzy przypisywali nitkom formę paciorkowatą lub węzownicowato skręconą i t. p. Za pomocą mocniejszego powiększenia mikroskopu przekonać się można, że pozór prążkowaty pochodzi od szczególnego składu nitki. Każda nitka przedstawia się jako walec składający się z szeregu drobnych krążków czyli pierścieni ułożonych na sposób stosu galwanicznego, a cząstki te są na przemian jaśniejsze

i ciemniejsze. Grubość jasnych i ciemnych ogniów zwykle nie jest równa, raz są cieńsze, drugi raz grubsze; u człowieka wynosi ich grubość 0,002—0,007 mm. Nitki prążkowane we włóknach tak są ułożone, że ogniwa ciemne jednej nitki leżą

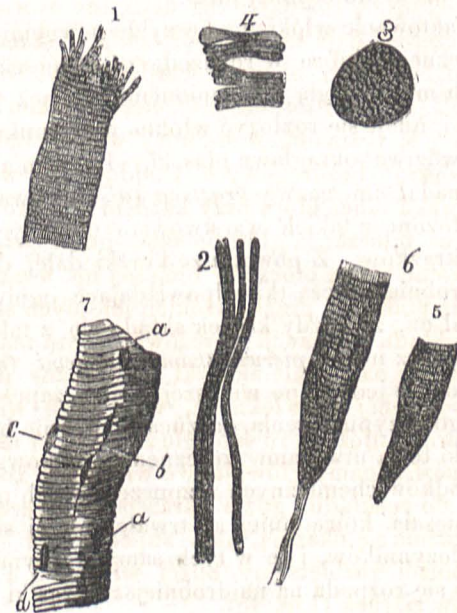


Fig. 48.

obok ogniów ciemnych drugiej nitki, i tak samo ogniwa jasne obok siebie. Paski na powierzchni włókna całego się okazu-

(Fig. 48). 1 Kawałek włókna poprzecznie prążkowanego na jednym końcu rozpadające się na niteczki; 2 cztery nitki odosobnione z poprzecznymi prążkami; 3 poprzeczne przecięcie włókna, w którym są oznaczone okrągławe przecięcia pojedynczych nitek; 4 włókno rozpadające się w poprzecznym kierunku na krążki (*Discs*); 5 spiczaste zakończenie włókna; 6 koniec włókna połączony z kawałkiem ścięgna; 7 kawałek włókna poprzecznie prążkowanego bez omięśni, *a* jądra położone w środku włókna, *b* dwa jądra leżące we wspólnej szczelinie, *c* jądro przylegające do powierzchni substancji kurczliwej, *d* początek rozkładu włókna w kierunku poprzecznym. (Z Hist. Freya).

jące oznaczają zatem rodzaj warstwowatego składu substancji kurczliwój. Włókno przedstawia się jako stos złożony z większych krążków na przemian jasnych i ciemnych, a każdy krążek możnaby uważać za gromadę podobnych ogniw, z których każde należy do osobnej nitki.

Przez traktowanie włókien mięsnych pewnemi odczynnikami chemicznemi, które w rozdziale o własnościach mikrochemicznych mięśni będą wymienionemi, tudzież przez gotowanie mięśni, udaje się rozłożyć włókna w kierunku poprzecznym na prawdziwe okrągławe blaszki. B o w m a n u, który je odkrył i nadał im nazwę *krążków (discs)*, uważa włókna mięsne za złożone z takich warstwowato ułożonych i ze sobą zlepionych krążków. Z powodu że krążki dalej dają się rozłożyć na drobniejsze cząstki odpowiadające ogniom nitek, przypuszczał on, że każdy krążek składa się z takich ogniw nazwanych przez niego *pierwiastkami mięsnemi (sarcous elements)*. Badacze jednak po większej części zaprzeczali możności takiego przypuszczenia, zarzucali mu, i nie bez słuszności, że krążki te są utworami sztucznemi, że powstają przez działanie środków chemicznych rozpuszczających najprzód takie części mięśnia, które mniej są trwałe, mniej się opierają działaniu odczynników, i że w tych samych płynach powoli całe włókno się rozpada na najdrobniejsze cząstki i nareszcie zupełnie się rozpuszcza.

Przez wpływ innych odczynników chemicznych, które także poniżej będą wyszczególnione, rozkładają się włókna na nitki. Rozkład włókien na krążki następuje głównie po rozpuszczeniu się substancji, która stanowi jasne prążki włókien i nitek. Można więc przypuścić, że odczynniki, które wywołują tworzenie się krążków, głównie działają na jasne ogniwa nitek. Na zasadzie tych doświadczeń wynurzono w nowszych czasach zdanie (H a e c k e l, M u n k), że ogniwa czyli pierwiastki mięsne ciemne, które są najtrwalsze i najtrudniej się rozpuszczają, stanowią podstawę substancji kurczliwój. Pierwiastki te mają być ze sobą połączone za pośrednictwem dwóch rodzajów substancji klejących: jedna substancja ma te cząstki łączyć w kierunku podłużnym i tworzyć jasne prążki

włókien czyli jasne ogniwa nitek, a druga substancja łączy pierwiastki w kierunku poprzecznym. Każda z tych substancji rozpuszcza się w innych odczynnikach; jeżeli pierwsza się rozpuści, to powstaną krążki (*discs*), jeżeli druga się rozpuści, to otrzymują się nitki (*fibrillae*). Zdanie to opierające się na doświadczeniach, nie jest bez słuszności, lecz odczynniki nie zawsze równie działają na substancję kurczliwą, nie zawsze substancja tworząca jasne prążki rozpuszcza się w tych samych odczynnikach, owszem ciemna substancja może czasem prędzej się rozpuścić, niż substancja jasna. Dalej sprzeciwia się temu przypuszczeniu, często samodzielnie następujące rozpadanie się włókien mięsnych na niteczki. Właściwiej jest przypuścić, że we włóknach poprzecznie prążkowanych istnieją prawdziwe nitki, które nieznaczną ilością klejącej substancji, rozpuszczającej się w pewnych odczynnikach, ze sobą są zlepione. Związek ten w jednym razie jest słabszy, w drugim razie silniejszy, dla tego włókna mogą się raz samodzielnie rozłożyć, a w drugich razach trzeba użyć do rozkładu właściwe środki chemiczne. Dalej, nitki nie składają się na przemian z warstw (jasnych i ciemnych) różnych substancji, lecz z jednej tylko substancji, która światło słabo łamie i dla tego jasno się przedstawia, a w równych odstępach substancja ta albo jest zgęszczona i w skutek tego światło mocniej łamie i zdaje się być ciemniejszą, albo zawiera cząstki innej substancji, które są przyczyną mocniejszego załamania się światła.

B r ü c k e wykazał za pomocą światła polaryzowanego, że ciemniejsze prążki włókien i nitek łamią światło podwójnie, prążki jasne przeciwnie światło wprost przepuszczają, bo kiedy preparat mięsny się obserwuje przy skrzyżowanych płaszczyznach polaryzacyjnych pryzmatów Nicola, to prążki jasne okazują się ciemnymi, a ciemne jasnemi; a jeżeli się przepuści światło polaryzowane kolorowe, to prążki jasne okazują takież kolor, a prążki ciemne okazują kolor dopełniający. B r ü c k e wnioskuje z tego, że w tych miejscach gdzie światło podwójnie zostaje załamane, istnieje właściwa substancja posiadająca inny skład chemiczny jak substancja jasna, lecz nie przypuszcza, aby prążki ciemne z samój takiej

substancji były złożone, owszem istnieje tam, według jego zdania, ta sama substancja, lecz zawiera liczne drobne ziarnka, które właśnie światło podwójnie łamią. *Brücke* nazwał te ziarnka czyli drobiny *Disdiaklastami*. Drobiny te jednak pojedynczo nie są widzialne nawet przy najmocniejszych powiększeniach mikroskopu, lecz tam tylko występują, gdzie się nagromadziły i utworzyły pierwiastki mięsne (*sarcous elements*). W mięśniach gładkich istnieją takie same drobiny, z tą tylko różnicą, że nie są uporządkowane w gromadach i rzędach, lecz są rozsypane.

Histologowie tłumaczą rozmaicie znaczenie powyżej nadmienionych owalnych i pęcherzykowatych ciałek, które się znajdują we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych. *Schwann* uważa je za pozostałe jądra komórek, z których włókno się utworzyło. *Reichert* uważa je po części za jądra, które zawarte są w nitkach i odpowiadają jądrum włókien mięsnych gładkich, a po części za ciała należące do omięsnej i stanowiące tam komórki tkanki łącznej, z której omięsna ma być złożona. *Remak* i *Koelliker*, którzy uważają całe włókno poprzecznie prążkowane za równoważnik włókna mięsnego gładkiego i przypuszczają, że się tworzy z jednej komórki zarodkowej, przyjmują owe pęcherzykowate ciała również za jądra, lecz wszystkie jądra, które się znajdują w jednym włóknie, pochodzą według tego zdania, z jednego jądra pierwotnej komórki. *Margo* przypuszcza, że jądra są zawarte w małych delikatnych wrzecionowatych komórkach, ułożonych pomiędzy nitkami włókien mięsnych i służących do tworzenia nowych nitek. Nitki pochodzą więc z komórek, które *Margo* nazwał *Sarkoplastami*, lecz w stanie dojrzałym już nie zawierają jąder. *Boettcher*, *Weber* i *Szelkow* uważają owe ciała we włóknach mięsnych za jądra komórek tkanki łącznej; komórki te są wrzecionowate, otaczają ściśle jądro, leżą pomiędzy nitkami, wysyłają wypustki w kierunku podłużnym i poprzecznym i łącząc się pomiędzy sobą za pośrednictwem tych wypustek, tworząc system delikatnych kanalików czyli system naczyń surowicznych, tak samo jak w ścięgnach, kościach i zębach. *Ley-*

dig i Frey przypuszczają, że jądra są zawarte w delikatnych rurkach, a rurki te leżą pomiędzy nitkami i sięgają od jednego końca włókna do drugiego, zdanie to mało się odróżnia od poprzedniego. Steffan zaprzeczył nawet pęcherzykowatemu składowi ciałek, utrzymując, że się składają z galaretowatęj i drobnoziarnistęj bryłki substancji białkowatęj. M. Schultze nareszcie przypuszcza, że ciałka te są jądrami komórek, z których zawartość włókna mięsnego się tworzy; komórki te nie są otoczone błoną, lecz składają się tylko z jądra otoczonego bryłką galaretowatęj treści (*Protoplasma*). Treść ta zamienia się na obwodzie na prążkowaną substancję kurczliwą i zlewa się z treścią sąsiednich komórek, a na około jądra tworzy się ciągle nowa treść komórkowa. We włóknach dojrzałych jądra mają jeszcze być otoczone małą ilością galaretowatęj treści. Schultze odrzuca więc prawie ogólnie przyjętą teorię komórkową i wraca się do dawniejszęj teorii. Zdanie jego można więc i tak wytłómaczyć, że zawartość włókna mięsnego uważa on za złożoną z komórek i substancji międzykomórkowęj, ale komórki nazywa jądrami, a substancję międzykomórkową nazywa Protoplasma.

Ze wszystkich tych przypuszczeń są najwłaściwsze te, które utrzymują, że ciałka pęcherzykowane we włóknach mięsnych są jądrami, inne przypuszczenia opierają się albo na fałszywych spostrzeżeniach albo pochodzą z niewłaściwego tłómaczenia obserwowanych stosunków. Własności jąder wykazali najdokładnięj Welcker i Jahn, lecz i ci badacze mylą się pod względem znaczenia tych pęcherzyków; uważają je bowiem za komórki, a nie za jądra. Można odosobnić jądra traktując kawałki tkanki mięsnęj (podług Dondersa i Koellikera) roztworem sody gryzącęj; substancja kurczliwa występuje wtedy z przeciętych końców włókien i rozpuszcza się, a wraz z nią występują także jądra z omięsnęj i zostają odosobnione. Przy namoczeniu kawałka tkanki mięsnęj kwasem octowym, występuje również zawartość włókien na zewnątrz, a w napęczniałęj i rozjaśnionęj massie widać wyraźnie ograniczone jądra. Lepiej dają się odosobnić jądra zawarte we włóknach mięsnych gadów i ryb, jeżeli

tkanka mięsna przez dłuższy czas się zostawi w płynach rozkładających substancję kurezliwą na nitki np. w wyskoku, w roztworze kwasu chromnego lub chromianu potażu i t. p. W tych płynach zachowuje się dość dobrze normalny kształt jąder, a podczas rozpadania się włókien na nitki, jądra zostają uwolnione, gdyż nie znajdują się one w samych nitkach, lecz pomiędzy niemi. Jądra takim sposobem uwolnione są owalne, jasne, wyraźnie ograniczone i posiadają wszelkie charakterystyczne własności jąder. Czasem udaje się rozgnieść oosobnioną jądro; natenczas występuje z pękającej błonki półpłynna zawartość, co dowodzi, że jądro jest pęcherzykiem. Ten charakterystyczny skład jąder najłatwiej daje się wykazać we włóknach mięsnych gadów nagich, gdzie utwory komórkowe w ogóle są największe, a przede wszystkim u Proteusa. U wyższych zwierząt kręgowych przeciwnie, znajdują się we włóknach mięsnych bardzo małe jądra, nie podatne do wykazania właściwego składu.

W jądrach widać zwykle jedno lub dwa drobne ziarnka, światło mocno łamiące i przedstawiające się jako jąderka. W rozwiniętych włóknach jądra nie są regularnie uporządkowane, lecz zdają się być rozsypane po całym włóknie. U młodych zwierząt widać często grupy złożone z kilku jąder, dalej jądra dzielące się, a nawet długie rzędy prawie bezpośrednio ze sobą stykających się jąder. We włóknach mięsnych człowieka, zwierząt ssących i większej części ptaków, jądra nie są położone pomiędzy nitkami, lecz znajdują się na obwodzie substancji kurezliwej t. j. pomiędzy omięsną i zawartością włókna, ściśle przylegając do tej ostatniej. Najlepiej o tém przekonać się można, poszukując poprzeczne przecięcia włókien mięsnych zwilżone kwasem octowym. Takie przecięcia otrzymują się najlepiej z suszonych kawalków mięsna.

Jądra włókien mięsnych u ryb i gadów znajdują się pomiędzy nitkami t. j. w miejscach zetknięcia się sąsiednich równoległych nitek. Miejsca te przedstawiają się pod mikroskopem jako podłużne prążki włókien, a w pewnych razach zamiast delikatnych prążków widać tam rzędy drobnych ziarek

nek (Fig. 49). Te prążki i rzędy ziarenek możnaby uważać za delikatne rurki, w których jądra są ułożone, albo za wypustki jąder w przeciwnych kierunkach się rozchodzące. Jeżeli włókno mięsne świeże, zwilżone osoczem krwi lub cieczą wodną oka, dokładnie się bada pod



Fig. 49.

mikroskopem, to można się przekonać, że jądro owalne nie jest ściśle otoczone nitkami, lecz że leży we wrzecionowatém wydrążeniu substancji kurczliwej, przedstawiającem się zupełnie jako delikatna wrzecionowata komórka. Jądro wypełnia większą część téj pozornej komórki, tylko spiczaste jój końce zdają się przechodzić

w cienie wypustki ułożone równolegle z nitkami. W razach gdy włókno jest napełnione rzędami ziarenek, wtedy przestrzeń na około jądra także zawiera ziarnka; przedstawia się to badającemu, jakby ziarnista zawartość wrzecionowatej komórki przechodziła w delikatne wypustki i jakby wypustki jednéj komórki, łącząc się z wypustkami komórek w tym samym rzędzie położonych, tworzyły długie kanaliki przechodzące wzdłuż całego włókna od jednego końca do drugiego. Te stosunki skłoniły Leydiga do przypuszczenia, że rzędy ziarenek we włóknach mięsnych wraz z jądrami są zawarte w prawdziwych kanalikach. Inni badacze uważają owe wrzecionowate wydrążenia za komórki, bądź to za młode komórki mięsne czyli Sarkoplasty (Margo), bądź to za komórki tkanki łącznej (Boettcher, Weber, Szelkow, Billroth). Ostatni badacze opierając się na różnych spostrzeżeniach przypuszczają, że komórki te łączą się ze sobą za pomocą wypustek podłuż-

(Fig. 49). Kawałek włókna mięsnego z wyraźnemi prążkami podłużnemi; prążki poprzeczne po większej części są zatarte. W prążkach podłużnych widać jądra i rzędy drobnych ziarenek. (Z Hist. Koellikera).

nych i poprzecznych. Oprócz wrzecionowatych wydrżeń i rzędów ziarenek, podają oni jako dowód komórkowego składu owych utworów stosunki, które się okazują na poprzecznych przecięciach włókien. Widzieć można, że całe przecięcie włókna mięsnego składa się z małych kótek nie bardzo wyraźnych, przedstawiających poprzeczne przecięcia pojedynczych nitki, a pomiędzy temi kótkami są rozsypane ziarnka, które przez niektórych badaczy nie słusznie są uważane za pierwiastki mięsne (*Sarcous elements*) odpowiadające przecięciom pojedynczych nitki (Fig. 50). Ziarnka te wcale nie leżą w nitkach, lecz w przestrzeniach pomiędzy nitkami i od-

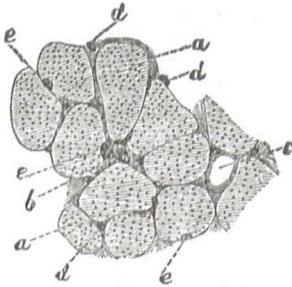


Fig. 50.

wiadają opisanym rzędem ziarenek. Jeżeli takie rzędy nie znajdują się we włóknie, to i na przecięciu poprzecznym nie będą widzialne. Oprócz tych części widać tu i owdzie poprzeczne przecięcia jąder, które nie są ściśle otoczone substancją kurczliwą, lecz się przedstawiają jako jądra leżące w gwiazdowatych komórkach. Te komórki z wypustkami boczemi są bardzo podobne do tych, które się okazują na poprzecznym przecięciu ścięgien i również są uważane za gwiazdowate komórki tkanki łącznej. Gwiazdowate komórki okazujące się na poprzecznym przecięciu włókien mięsnych są to te same utwory, które na powierzchni włókien się przedstawiają jako komórki wrzecionowate.

(Fig. 50). Poprzeczne przecięcie kawałka mięśnia ludzkiego; *a a* przecięcia poprzeczne włókien mięsnych, forma przecięć jest okrągła, owalna lub nie regularnie wielokątna; *b* poprzeczne przecięcie przez gałązkę nerwu; *c* poprzeczne przecięcie tętnicy; *d* komórki tkanki łącznej (*Perimysium internum*), która pojedyncze włókna ze sobą spaja; *e e* jądra włókien mięsnych, leżące na obwodzie substancji kurczliwej przy omięsnej. Na poprzecznym przecięciu włókien nie widać przecięć nitki, przecięcia zaś rzędów ziarenek wyraźnie występują i przedstawiają się jako rozsypane ziarnka. (Z Hist. Freya).

Utwory te nie posiadają własnej błony, nie można je zatem uważać za komórki, lecz za proste wydrążenia substancji kurczliwej, które pozornie tylko naśladują formę komórek.

W niektórych razach jądra włókien mięsnych zdają się być otoczone drobnoziarnistą galaretowatą massą, a głównie ma to miejsce u młodych rosnących zwierząt, gdzie jądra te znajdują się w wielkiej ilości i gdzie nawet są ułożone w długich rzędach. Substancja ziarnista, która takie rzędy jąder otacza, bardzo jest podobna do tak zwaney substancji rdzenio-wej, znajdującęj się w środku włókien mięsnych u niektórych ryb i różnych robaków. Nie można ją bynajmniej uważać za treść komórek mięsnych, lecz za tworzącą się substancję kurczliwą.

Rzędy ziarek, które według zdania wyżej wymienionych badaczy, stanowią wypustki pozornych wrzecionowatych komórek, nie posiadają żadnej pochwy i nie są zawarte w prawdziwych rurkach czyli kanalikach. Ani w świeżych włóknach, ani pomiędzy rozpadającemi się nitkami nie można znaleźć takich kanalików. Jądra leżą wprost w przestrzeniach pomiędzy nitkami, a w tych samych przestrzeniach leżą również rzędy ziarek; ziarnka dochodzą więc wprost do jąder i mogą nawet je otaczać. Można nawet przypuścić, że przestrzenie zawierające jądra i ziarnka, stanowią rodzaj kanalików i ułatwiają przez to przesiąkanie soków odżywczych z naczyń krwionośnych do substancji kurczliwej, ale nie mają własnych ścian i nie komunikują wprost ani z komórkami tkanki łącznej otaczającęj włókna mięsne ani z naczyniami krwionośnemi. Wszystkie opisy prawdziwych kanalików i komórek z własnemi ścianami, opierają się więc albo na złudzeniach optycznych albo na fałszywem tłómaczeniu zrobionych spostrzeżeń. Boettcher utrzymuje, że u zaby, którą po przecięciu ścięgną Achillesa przez kilka dni żywą zachował w wodzie zawierającęj drobne ziarnka karminu, udało się napełnić cały system kanalików we włóknach mięsnych i w tkance łącznej dwugłowego mięśnia łytki (*m. gastrocnemius*) drobnemi ziarnkami. Niektórzy badacze powtórzyli to doświadczenie, lecz bez skutku; zdaje się więc, że Boet-

tcher widział przestrzenie w tkance łącznej napełnione ziarnkami karminu i uważał je mylnie za komórki włókien mięsnych i tkanki łącznej.

Jedno tylko doświadczenie mogłoby się przyczynić do wykazania obecności prawdziwych komórek we włóknach mięsnych t. j. sztuczne pobudzenie rozmnażania się komórek we włóknach mięsnych i wykazanie prawdziwego składu komórkowego w tworzących się młodych komórkach. Jeżeli u żywej zaby przeciągniemy nitkę lnianą przez jakikolwiek mięsień, to po kilku dniach znajdziemy tkankę łączną na około włókna zapaloną; komórki téj tkanki rozmnażają się i zamieniają się na komórki ropne. Włókna mięsne również są zmienione, w samym sąsiedztwie lnianej nici są one napełnione okrągławymi ciałkami podobnymi do komórek ropnych, wyżej widać substancję kurezliwą rozpadającą się na masę ziarnistą, a jeszcze dalej okazują włókna skład normalny. To doświadczenie jednak dotychczas jeszcze nie wystarcza dla wykazania obecności komórek we włóknach mięsnych; trzeba wprzód dowieść, że okrągławe ciała okazujące się przy zapaleniu mięśnia tworzą się w samym włóknie i że te ciała są prawdziwymi komórkami. Dalej trzeba wykazać, jakim sposobem młode komórki się tworzą ze zwyczajnych jąder mięsnych. Nie można dopóty tym jądom przyznać własności komórkowej albo przypuścić obecność komórek otaczających te jądra, dopóki wszystkie te warunki nie będą wypełnione.

Włókna mięsne poprzecznie prążkowane nazwano także pęczkami mięsnymi pierwotnymi, a to dla tego, że każde włókno się składa z pęczka równoległych nitek otoczonych szklistą pochwą czyli omięszą. Pęczki pierwotne czyli włókna mięsne łącząc się ze sobą tworzą pęczki wtórne. W krótkich mięśniach znaleziono po większej części włókna, sięgające od jednego końca mięśnia do drugiego; pęczki wtórne w takich miejscach mogą być złożone tylko z równoległych włókien. W długich mięśniach przeciwnie łączą się włókna także w kierunku podłużnym; układając się obok siebie na sposób posadzki tworzą długie i mniej więcej grube pęczki wtórne. Grubość pęczków wtórnych wynosi u człowieka

0,4—1 mm. Pęczki wtórne układają się dalej równolegle obok siebie i tworzą grubsze pęczki trzeciego rzędu, a z tych pęczków składają się dopiero mięśnie. Każdy pęczek wtórny znajdujący się w prostych mięśniach przechodzi prawdopodobnie przez cały mięsień od jednego końca jego do drugiego, przynajmniej nie udało się dotychczas wykazać aby pęczki wtórne kończyły się w środku mięśnia. Nadmieniliśmy już powyżej, że oprócz tej głównej formy mięśni znajdują się także utwory mięsne, które się składają z włókien rozgałęzionych i z włókien siatkowato ze sobą się łączących.

Włókna poprzecznie prążkowane u niższych zwierząt kręgowych, podług Weismana, są ze sobą połączone za pośrednictwem pewnego rodzaju substancji klejącej dotychczas jeszcze nie zbadanej, która w małej tylko ilości się znajduje pomiędzy włóknami i nie okazuje żadnego utkania. Substancja ta rozpuszcza się w roztworze potażu gryzącego, w którym z tego powodu kawałki mięśnia łatwo się rozkładają na pojedyncze włókna. Podobna substancja znajduje się podług Weismana w innych także tkankach, np. w utworach rogowych, które również przez roztwór potażu gryzącego się rozkładają na swe pierwiastki tkankowe. U wyższych zwierząt kręgowych i człowieka znajduje się ta substancja w mięśniach tylko podczas stanu zarodkowego, w mięśniach rozwiniętych i dojrzałych przeciwnie włókna łączą się ze sobą za pośrednictwem miękkiej galaretowatej tkanki łącznej. W tej tkance nazwanej: *Perimysium internum*, rozgałęziają się naczynia włoskowate i końcowe włókna nerwów mięśniowych; naczynia i nerwy rozchodzą się tam po większej części równolegle z włóknami mięsnymi. Tkanka stanowiąca *Perimysium* należy prawdopodobnie do tkanki galaretowatej, składa się z wrzecionowatych komórek i z dosyć jednolitej substancji międzykomórkowej. Każdy pęczek wtórny jest otoczony pochwą złożoną z tkanki łącznej i zawierającą małą ilość włókien sprężystych. Ta pochwa przechodzi bezpośrednio w tkankę znajdującą się pomiędzy pojedynczemi włóknami; trzeba ją więc uważać za zgrubioną i zgęszczoną część tej tkanki (*Perimysium*). W pochwie pęczków wtórnych rozcho-

dzą się najdelikatniejsze tętnice i żyły i drobniejsze gałązki nerwów. Pęczki wtórne włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych, zdają się odpowiadać pęczkom złożonym z włókien gładkich. Ci badacze, którzy uważają włókna mięsne poprzecznie prążkowane za pęczki zmienionych włókienkowatych komórek mięsnych, utrzymują, że każde włókno czyli pęczek pierwotny jest równoważnikiem pęczka włókien gładkich a pochwa otaczająca taki pęczek odpowiada omięśnój (*Sarcolemma*) a nie pochwie pęczków wtórnych (*Perimysium*). Pęczki wtórne łącząc się ze sobą tworzą pęczki trzeciego rzędu, które również są otoczone pochwami złożonymi z tkanki łącznej, a przez skład tych wielkich pęczków powstaje nareszcie cały mięsień. Mięsień jest otoczony mocną pochwą złożoną ze zwyczajnej prążkowanej tkanki łącznej, zawierającej liczne włókna sprężyste. Błona ta nazwana jest *pochwą mięśniową* (*Vagina muscularis s. Perimysium externum s. Myolemma*).

Mięśnie przyczepiają się do innych organów albo bezpośrednio, albo za pośrednictwem ścięgien. W pierwszym razie tkanka łączna spajająca włókna mięsne (*Perimysium*) przechodzi jednociągłe w tkankę łączną owych organów (np. w okostną przy kościach, w ochrząstną przy chrząstkach, w tkankę łączną okrywającą błony ścięgniste, w tkankę łączną skóry i t. p.) albo, gdzie *Perimysium* nie istnieje, omięsna włókien (podług *Weissmanna*) prosto jest przylepiona do organów za pomocą wymienionej substancji klejącej. Końce włókien mięsnych, takim sposobem przyczepionych do powierzchni organów, są zwykle tępe i zaokrąglone. Sposób łączenia się mięśni ze ścięgnami jeszcze nie jest dostatecznie wyjaśniony. Jedni badacze utrzymują, że wszystkie części mięśnia, a nawet i substancja kurczliwa, bezpośrednio przechodzą w tkankę ścięgnistą; drudzy, uważając omięsne za rodzaj tkanki łącznej przyjmują, że tylko omięsna i *Perimysium* bezpośrednio przechodzą w tkankę ścięgna, tkanka kurczliwa zaś styka się tylko ze ścięgnem. *Weissmann* nareszcie starał się wykazać, że włókna tkanki łącznej znajdujące się w pęczkach ścięgien nie przechodzą jednociągłe w omięsne,

lecz są tylko zlepione z powierzchnią omięsnej za pośrednictwem substancji klejącej, podobnej do tej substancji, która spaja ze sobą włókna w mięśniach niższych zwierząt. Pierwsze przypuszczenie zupełnie jest mylne, albowiem substancja kurczliwa nigdy nie przechodzi bezpośrednio w tkankę łączną; a co do ostatnich dwóch przypuszczeń, to liczniejsze doświadczenia dopiero mogą wykazać, które z nich jest właściwsze. Przy takim stanie owej kwestji nie można też rozstrzygnąć, w jakim stosunku stoją różne pochewki mięśniowe do tkanki łącznej w ścięgnach. Wiemy, że każde ścięgno składa się z pewnego rodzaju pęczków pierwotnych otoczonych delikatnymi pochewkami sprężystymi i że większa ilość tych pęczków stanowi pęczki wtórne otoczone mocniejszymi sprężystymi pochwami. W pochwach pęczków wtórnych rozchodzą się delikatniejsze naczynia odżywcze. Pęczki wtórne składają dalej pęczki trzeciego rzędu, a z tych pęczków składa się dopiero same ścięgno, które również jak i mięsień jest otoczone grubą pochwą zawierającą główne naczynia. Zachodzi teraz pytanie, w jakim stosunku stoją pochwy i włókna pęczków ścięgniowych do omięsnej (*Sarcolemma*), do Perimysium i do pochwy mięśniowej (*Myolemma s. Vagina muscularis*). Odpowiedź najlepiej zostawić w zawieszeniu, gdyż nie mamy jeszcze dostatecznych doświadczeń w tym względzie.

2. Rozmieszczenie włókien mięsnych w ciele ludzkim.

Włókna mięsne gładkie znajdują się w następujących miejscach:

a) W przewodzie pokarmowym. Tak zwana błona mięsna (*Membrana muscularis*) całego prawie przewodu pokarmowego, począwszy od przełyku (*Oesophagus*) aż do otworu stolcowego, składa się z włókien mięsnych gładkich. W gardzieli i górnej trzeciej części przełyku, błona mięsna złożona jest z włókien poprzecznie prążkowanych, następnie mieszają się w tej błonie włókna mięsne gładkie z włóknami prążkowatymi, a w dolnych dwóch trzecich częściach przełyku znajdują się same włókna mięsne gładkie. Zwieracz wewnętrzny odbytnicy (*sphincter ani internus*) złożony jest z włókien mięsnych gładkich i przedstawia proste zgrubienie błony mięsnej kiszki; zwieracz zewnętrzny (*sphincter ani externus*) przeciwnie zawiera same włókna poprzecznie prążkowane, jest mięśniem osobnym i podlega woli. Błona mięsna przewodu pokarmowego składa się w ogólności z dwóch warstw: z warstwy wewnętrznej czyli okrężnej i z warstwy zewnętrznej czyli podłużnej. W pierwszej, pęczki włókien mięsnych otaczają przewód pokarmowy na sposób obrączek, w drugiej, są one ułożone równolegle do podłużnej osi przewodu; w kiszce ślepej (*intestinum caecum*) i okrężnicy (*colon*) pęczki warstwy zewnętrznej są skupione w trzech podłużnych taśmach (*taeniae Valsalvae s. ligamenta coli*). Oprócz grubej błony mięsnej zawiera cały przewód pokarmowy jeszcze inną cienką błonę złożoną z włókien mięsnych gładkich. Błona ta leży w błonie śluzowej, w żołądku znajduje się bezpośrednio pod gruczołami trawieńcowymi, w kiszce cienkiej i grubej pod gruczołami *L i e b e r k ü h n a*, a w przełyku blisko nabłonka płaskiego, składa się ona również z warstwy wewnętrznej czyli obrączkowej i z warstwy zewnętrznej czyli podłużnej i zowie się *pokładem mięsnym błony śluzowej* czyli *pokładem M i d d e l d o r p f a*. Pojedyncze włókna tej warstwy wchodzi nawet pomiędzy gruczoły błony śluzowej i otaczają pojedyncze gruczoły wzdłuż i na poprzek. Nareszcie znajdują się także włókna mięsne gładkie w kosmkach czyli strzępkach (*villi*) kiszki cienkiej, ułożone w kierunku podłużnym i poprzecznym.

b) W organach oddechowych. Warstwa włókien mięsnych gładkich leży w tylnej ścianie tchawicy (*trachea*) i oskrzeli

(*bronchi*). Cieńsze gałęzie oskrzeli (*bronchia*) i wszystkie przewody powietrzne (*canales aëriferi*) są otoczone warstwą włókien mięsnych gładkich obrączkowo ułożonych. Według Gerlach a i Moleschotta znajdują się włókna mięsne gładkie także w mięszu płuc t. j. w tkance łącznej, która stanowi ścianę pęcherzyków płucnych (*cellulae s. vesiculae aëreae*).

c) W przewodzie Whartona (*ductus Whartonianus*) ślinianki podżuchwowej (*glandula submaxillaris*) zawarta jest cienka warstwa włókien mięsnych gładkich.

d) W tkance łącznej pęcherza żółciowego (*vesicula s. cystis fellea*) i przewodu żółciowego dokieszkowego (*ductus choledochus*) znajduje się dość znaczna warstwa włókien mięsnych gładkich.

e) W organach moczowych. W kielichach nerkowych (*calyces renales*), w miedniczkach nerkowych (*pelves renales*), w moczowodach (*ureteres*) i w pęcherzu moczowym (*vesica urinaria*) tworzą włókna mięsne podobną błonę, jak w przewodzie pokarmowym. Ta błona mięsna leży w środku pomiędzy błoną śluzową, która wewnętrzną powierzchnię owych organów wyściela, i zewnętrzną błoną składającą się z tkanki łącznej i licznych włókien sprężystych. W kielichach, błona mięsna jest bardzo cienka, w miedniczkach przeciwnie i w moczowodach błona mięsna jest dość znaczna i złożona z dwóch warstw: z warstwy wewnętrznej czyli okrężnej i z warstwy zewnętrznej czyli podłużnej. Podobny układ włókien mięsnych znajduje się w pęcherzu moczowym, odróżniamy tam zewnętrzną warstwę podłużnych włókien (*detrusor urinae*) i wewnętrzną warstwę włókien poprzecznych i skrzyżowanych. Ostatnia warstwa przy szyjce pęcherza (*collum s. cervix*) jest mocno zgrubiona, składa się z obrączkowo ułożonych włókien mięsnych i włókien sprężystych i nazwana jest zwieraczem pęcherza (*sphincter vesicae*). Oprócz tych dwóch warstw znajduje się w pęcherzu jeszcze trzecia warstwa włókien mięsnych gładkich, t. j. warstwa podłużna wewnętrzna, położona pomiędzy błoną śluzową i warstwą mięsną poprzeczną; warstwa ta jest najgrubsza w trójkącie na dnie pęcherza (*trigonum*

Lieutandi), gdzie się znajdują otwory moczowodów. W cewce moczowej męzkiej, leży pod błoną śluzową cienka warstwa włókien mięsnych gładkich poprzecznych i podłużnych.

f) *W organach rodnych.* Jajowody (*oviductus s. tubae Fallopianae*) zawierają podobną błonę mięsną jak moczowody, złożoną z zewnętrznej warstwy włókien podłużnych i wewnętrznej warstwy włókien poprzecznych czyli obrączkowych. Błona mięsna na wewnątrz jest okryta błoną śluzową, a na zewnątrz powłóczką złożoną z tkanki łącznej. Macica składa się po większej części z włókien mięsnych gładkich; błona śluzowa na wewnętrznej powierzchni i otrzewna okrywająca zewnętrzną powierzchnię macicy są bardzo nieznaczne w porównaniu z grubością tkanki mięsnej składającej średnią część ściany macicznej. Anatomowie odróżniają zwykle trzy warstwy włókien mięsnych w ścianie macicy; lecz wszystkie warstwy składają się z włókien krzyżujących się w rozmaitych kierunkach i tak ściśle ze sobą połączonych że trudno je rozłączyć. Warstwa wewnętrzna i zewnętrzna zawiera głównie włókna podłużne i poprzeczne; warstwa średnia jest najgrubsza i składa się z włókien podłużnych, poprzecznych i ukośnych. Pod błoną śluzową pochwy leży błona mięsna z włóknami wzdłuż i na poprzek ułożonemi. W więzach szerokich macicy (*ligamenta uteri lata*) znajdują się liczne włókna mięsne gładkie. Wałki jamiste łechtaczki (*corpora cavernosa clitoridis*) zawierają również jak wałki jamiste prącia męzkiego (*penis*), wielką ilość włókien mięsnych gładkich. Przewody nasienne (*vasa deferentia*) i pęcherzyki nasienne (*vesiculae seminales*) są opatrzone taką samą błoną mięsną, jak jajowody, moczowody i i. Włókna mięsne są także zawarte w przyjądrzach (*epididymis*), w gruczole krokowym (*glandula prostata*) i na około gruczołków *Cowpera*. Nareszcie pod skórą moszny czyli stroju męzkiego (*scrotum*) leży błona mięsna (*tunica dartos*) złożona z włókien mięsnych gładkich.

g) *W naczyniach.* W średniej błonie tętnic cienkich a głównie w najcieńszych, dalej w średniej błonie żył i naczyń limfatycznych znajdują się liczne włókna mięsne gładkie poprzecznie ułożone; zewnętrzna błona niektórych żył zawiera

włókna podłużne. Naczynia włoskowate i najcieńsze rozgałęzienia naczyń limfatycznych nie są opatrzone włóknami kurczliwymi. W gruczołach zaś limfatycznych znaleziono włókna mięsne gładkie.

h) *W oku.* Na brzegu źrenicznym tęczy (*iris*) leży w tkance łącznej pasmo mięsne pierścieniowato otaczające źrenicę, nazwane ścieśniaczem źrenicy (*m. sphincter pupillae*). Włókna mięsne owe pasmo składające są gładkie. Od brzegu źrenicznego rozchodzą się w tkance łącznej tęczy ku jej brzegowi obwodowemu promienisto ułożone pęczki włókien mięsnych, stanowiące tak zwany rozwieracz źrenicy (*m. dilatator pupillae*). W miejscu gdzie naczyniówka (*choroidea*) przechodzi w tęczę i tworzy kółko rzęskowe (*corpus ciliare*), pomiędzy naczyniówką i błoną białą oka (*sclerotica*) leży tak zwany nateżacz naczyniówki (*m. tensor choroideae*), złożony z włókien mięsnych gładkich. W tkance łącznej naczyniówki mają także być zawarte włókna mięsne gładkie, ułożone równolegle z naczyniami.

i) *W skórze.* Pomiedzy powierzchnią skóry i workami włosowemi są rozpięte pęczki włókien mięsnych (*arrectores pili*), które kurcząc się podnoszą włosy i tworzą tak zwaną gęsią skórę. W brodawce sutek (*mammae*) i w obwódce brodawki u kobiet i mężczyzn są zawarte włókna mięsne gładkie. Wiele gruczołów potowych (*gl. sudoriferae*) i gruczołów woszczkowych (*gl. ceruminales*) ucha, mają być otoczone włóknami mięsnymi gładkimi.

Włókna mięsne poprzecznie prążkowane składają następujące organa:

a) *Wszystkie mięśnie tułowia i kończyn, zewnętrzne mięśnie oka i wszystkie mięśnie ucha.*

b) *Mięśnie niektórych wnętrzości:* Mięśnie krtani (*larynx*), gardzieli (*pharynx*), języka, górnej trzeciej części przełyku (*oesophagus*), zwieracza zewnętrznego kiszczi odchodowej (*sphincter ani externus*); mięśnie zewnętrzne organów płciowych; mięśnie w więzach okrągłych macicy (*ligg. rotunda uteri*) i dzwignicze jąder (*m. cremaster*).

c) *Mięśnie niektórych organów krążenia*, t. j. serce i włókna mięsne w ścianie głównych żył otwierających się do serca.

5. Chemiczny skład tkanki mięsnej.

a. Własności mikrochemiczne.

Utwory mięsne należą do złożonych części składowych organizmu zwierzęcego. Oprócz kurczliwych włókien zawierają te utwory tkankę łączną, włókna sprężyste, naczynia krwionośne i nerwy. Naczynia i nerwy rozchodzą się w samej tkance łącznej, która pojedyncze pierwiastki mięsne i pęczki włókien ze sobą łączy i w formie pochew otacza. Opis chemicznego składu tych części dodatkowych znajduje się w odpowiednich rozdziałach; tu możemy się tylko zajmować chemicznym składem samych pierwiastków mięsnych. Chemiczny skład części dodatkowych poszukuje się albo za pomocą właściwych mikrochemicznych metod albo zwyczajną drogą chemiczną po rozpuszczeniu i oddaleniu substancji kurczliwej. Ostatni sposób jest dosyć dobry do zbadania pochew, gdyż znamy płyny, w których substancja kurczliwa zupełnie się rozpuszcza, tkanka spajająca i pochwy przeciwnie mało tylko się zmieniają. Utwory te takim sposobem odosobnione w niczym się nie odróżniają od zwyczajnych utworów tkanki łącznej.

Do rozpoznania włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych nie potrzeba użyć środków chemicznych. Włókna te u zwierząt kręgowych i człowieka tak się odznaczają swą właściwą formą, że samo badanie mikroskopowe zwykle wystarcza, aby z dokładnością wykazać ich obecność w jakimkolwiek bądź kawałku organu złożonego; można nawet gołem okiem

rozróżnić włóknistą i czerwonawą tkankę mięsną od innych rodzajów tkanek. Włókna mięsne gładkie przeciwnie nie posiadają tak charakterystycznych własności; trzeba je odosobnić, wykazać obecność wielkich laseczkowatych jąder, zbadać ich formę i wielkość, przez którą się odróżniają od innych wrzecionowatych komórek, a czasem trzeba nawet dowieść ich zdolność kurczenia się, aby być pewnym, że mamy do czynienia z utworami mięsnymi. Środki chemiczne są także niezbędne do zbadania składu włókien mięsnych gładkich, gdyż bez takowych trudno odosobnić pojedyncze włókna i wykazać w nich błonę, treść i jądro. Formę, wielkość i związek włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych pomiędzy sobą i z innymi tkankami poznać inaczej nie można, jak tylko za pośrednictwem takich środków chemicznych, które rozkładają organa mięsne na pojedyncze włókna.

Do odosobnienia włókien mięsnych można użyć wszystkie środki, w których się rozpuszczają substancje spajające ze sobą pojedyncze włókna i pęczki włókien. Do takich środków należy np. gotowanie utworów mięsnych w czystej wodzie, w której tkanka łączna się rozpuszcza i zamienia na klej, a włókna mięsne się rozłączają. Lecz przy długotrwałym gotowaniu tkanki mięsnej rozpuszcza się także część substancji kurczliwej i włókna mięsne mocno się niszczą. Lepiej zachowują się włókna, jeżeli utwory mięsne zostaną ugotowane i następnie przez dłuższy czas zostawione w glicerynie (podług Rolleta). Czasem, proste zwilżenie gliceryną tkanki mięsnej zawierającej włókna gładkie, wystarcza do rozłożenia jej na pojedyncze włókna. W kwasie saletrzanym (20 procentowym) i w kwasie solnym, włókna mięsne gładkie i poprzecznie prążkowane uwalniają się (podług Reicherta) w ciągu 24 godzin. Budge moczy tkankę mięsną złożoną z włókien poprzecznie prążkowanych w kwasie saletrzanym, w którym rozpuszczony jest chloran potażu aż do przesylenia; małe mięśnie rozkładają się w tym roztworze już po kilku godzinach na pojedyncze włókna. Weissmann używa do odosobnienia włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych roztwór potażu gryzącego, który na 65 części wody zawiera 35 części

suchego gryzącego potażu. Włókna w tym roztworze nieco się zmieniają, substancja kurczliwa pęcznieje, staje się przezroczystą, lecz tylko bardzo wolno się niszczy. Taki sam roztwór (32 $\frac{1}{2}$ —35 procentowy) używany był wprzód przez Moleschotta do odosobnienia włókien mięsnych gładkich. W ostatnich czasach podał Moleschott inny nierównie lepszy środek, który mniej wpływa na substancję kurczliwą i jądra nie tak niszczy, jak potaż gryzący, i tak: organa zawierające tkankę mięsną gładką macza on przez 5—90 minut w mieszaninie 1 objętości kwasu octowego (z właściwą ciężkością 1,70) i 99 objętości wody. Aby zachować przez dłuższy czas tkankę mięsną z odosobnionymi włóknami zostawia ją przez kilka godzin w mieszaninie 1 objętości kwasu octowego (z właściwą ciężkością 0,07), 1 objętości wysokoku (z ciężkością właściwą 0,815) i 2 objętości wody, a następnie w mieszaninie 1 objętości kwasu octowego (z właściwą ciężkością 0,07) i 25 objętości wody. We włóknach takim sposobem odosobnionych widać wyraźnie podłużne laseczkowate jądro. Pierwszy mocny roztwór kwasu octowego może także służyć do zbadania komórek mięsnych gładkich pojedynczo rozspanych w tkance łącznej różnych organów np. w mięszu płuc; komórki dość wyraźnie występują i swą wielkością i formą odróżniają się od komórek tkanki łącznej.

Błonę komórkową trudno wykazać we włóknach mięsnych gładkich; Histologowie nawet przypuszczają, że w rozwiniętych włóknach osobna błona wcale nie istnieje. Nie było więc dotychczas sposobności, do zbadania chemicznego składu i chemicznej własności tej błony. Omięsnę przeciwnie, która osłania włókna poprzecznie prążkowane, łatwo można odosobnić, jej własności chemiczne więc dokładniej można było oznaczyć. Znaczenie tej błonki Histologowie różnie tłumaczą: jedni uważają ją za zmienioną błonę pierwotnej komórki, z której całe włókno się utworzyło, drudzy przypuszczają, że omięsna się tworzy z tkanki łącznej otaczającej włókna mięsne, że włókno jest złożone z pęczka nitek, a każda nitka pochodzi z komórki odpowiadającej włóknu mięsnemu gładkiemu. Omięsna jest szklista, przezroczysta i bezbarwna, nie ma żadnego utkania

i okazuje prawie wszelkie chemiczne własności tak zwanych błon szklistych. Nie rozpuszcza się ona w wodzie wrzącej; w rozcieńczonych kwasach i alkaliach zawartość kurczliwa powoli się rozpuszcza, omięsna przeciwnie pozostaje niezmienną. W roztworach różnych soli, w kwasie chromnym i w wysokim, zawartość włókien mocno się kurczy i oddala się od pochwy nienaruszonej, którą takim sposobem można łatwo wykazać i zbadać. Stężone roztwory alkaliów gryzących i mocne kwasy mineralne powoli tylko niszczą pochwę; kwas saletrzan używa się dla tego do wykazania nitek, gdyż w ciągu 24 godzin rozpuszcza omięsną a zawartość zostawia, która łatwo się rozpada w formie nitek. Omięsna nie okazuje własności białka, nie czerwienieje od kwasu siarczanego i roztworu cukru, nie przyjmuje koloru czerwonego po zwiżeniu odczynnikiem Millona; traktowana kwasem saletrzanym i następnie alkaliami gryzącymi nie żółknie, nie tworzy więc Ksantoproteynu. Tą ostatnią reakcją odróżnia się omięsna od tkanki sprężystej, która Ksantoproteyn wyraźnie okazuje, lecz własności wyżej opisane zbliżają omięsną bardzo do błon sprężystych tkanki łącznej, a głównie własna jej sprężystość. Przypuszczenie, że omięsna pochodzi z tkanki łącznej, że się tworzy na sposób tkanki sprężystej przez zgęszczenie się lub zmianę substancji międzykomórkowej nie jest więc bez słuszności. Lecz chemiczne własności omięsnej są również podobne do chemicznych własności różnych błon komórkowych np. błony komórek chrząstkowych, omięsna może zatem pochodzić z błony pierwotnej komórki, może stanowić rodzaj puszki czyli błonę komórki maczynnej, w której liczne nowe komórki lub tylko liczne jądra i kurczliwa nitkowata zawartość się utworzyły. Spostrzeżenia zrobione pod względem rozmnażania się włókien mięsnych nadają tym przypuszczeniom wielkie podobieństwo do prawdy.

Chemiczny skład jąder we włóknach mięsnych gładkich i poprzecznie prążkowanych, jeszcze mało jest znany. Jądra te okazują podobne własności chemiczne, jak jądra zawarte w komórkach innych rodzajów tkanek, i tak: w roztworze jodowym mocniej się barwią niż substancja kurczliwa, w amo-

niakalnym roztworze karminu przyjmują ciemno - różowy kolor, substancja kurczliwa staje się przezroczystsza, a jądra cokolwiek skurczone wyraźnie występują. W roztworach alkaliów gryzących jądra włókien mięsnych gładkich szybko się niszczą i znikają, jądra zaś włókien poprzecznie prążkowanych dłużej się utrzymują, marszczą się i w rozjaśnionej substancji kurczliwej wyraźnie występują. W stężonych kwasach mineralnych kurczliwa zawartość włókien mięsnych lepiej się zachowuje niż jądra, które dość szybko się niszczą. O własnościach pojedynczych części jąder włókien mięsnych prawie nie wiemy; zdaje się, że błona i mniej więcej płynna zawartość jądra składają się z substancji białkowatych. Jąderka znajdujące się w jądrach włókien poprzecznie prążkowanych mają połysk ziarenek tłuszczowych, lecz należą prawdopodobnie również do ciał białkowatych.

Rzędy ziarenek we włóknach poprzecznie prążkowanych przy działaniu kwasów (a głównie kwasu octowego) i alkaliów gryzących, wyraźniej występują. Mimo ich podobieństwa do ziarenek tłuszczowych nie składają się one z tłuszczu, lecz zdają się należeć do substancji białkowatych, nie rozpuszczają się w eterze, w alkaliach wolniej znikają i z roztworem jodowym mocniej się barwią niż substancja kurczliwa. Ziarnka znajdujące się pomiędzy nitkami mięsnymi u owadów są bardzo wielkie i liczne, przedstawiają się jako pęcherzyki i w wodzie czystej mają pęcznić. W mięśniach sparaliżowanych lub nieczynnych ziarnka mogą się nadzwyczajnie nagromadzić i nawet wszystkie włókna po większej części wypełnić; natenczas zawierają włókna mięsne prawdziwy tłuszcz. Jądra w takich mięśniach napełniają się również ziarnkami, rozpadają się i nareszcie zupełnie znikają. Rzędy ziarenek pochodzą prawdopodobnie z nitek mięsnych, które rozpadając się najprzód tworzą ziarnka, następnie się zamieniają w tłuszcz i nareszcie rozpuszczając się wsiąkają do naczyń krwionośnych. Ziarnka te są bardzo podobne do podwójnie łamiących ogniw w nitkach włókien mięsnych, a spostrzeżenia robione na włóknach mięsnych pewnych owadów nadają temu przypuszczeniu wielkie podobieństwo do prawdy, gdyż tam rzędy ziarenek zu-

pełnie się przedstawiają jako nitki, w których znikły ogniwa zwyczajnie światło łamiące.

Powyżej już nadmieniliśmy, że substancja kurczliwa włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych pod działaniem pewnych odczynników chemicznych, rozkłada się albo na nitki albo na krążki mięsne (*discs*); nitki i krążki można dalej rozłożyć na pierwiastki mięsne (*sarcous elements*). Rozkład włókien na nitki często samodzielnie następuje np. w mięśni sercowym i w mięśniach różnych zwierząt bezkręgowych, zdaje się więc, że nitki we włóknach mięsnych świeżych już istnieją i mniejszą lub większą ilością pewnej substancji klejącej ze sobą są zlepione. Krążki tworzą się tylko przy znacznej zmianie substancji kurczliwej pod wpływem różnych środków chemicznych, trzeba je zatem koniecznie uważać za utwory sztuczne wynikające z właściwego składu substancji kurczliwej. Rozkład włókien na nitki następuje głównie po dłuższym traktowaniu tkanki mięsnej płynami, które albo przyciągają wodę zawartą w substancji kurczliwej albo rozpuszczają omięsną. W pierwszym razie, ściąga się substancja kurczliwa, oddala się od otaczającej ją pochwy czyli omięsnej, którą w świeżym stanie ściśle wypełnia, stężeje i twardnieje, a narreszcie rozpada się na nitki; omięsna przeciwnie zostaje prawie wcale nie zmieniona. Do płynów w ten sposób działających należy: wyskok, eter, gliceryna, roztwory kwasu chromowego, dwuchromianu potażu, chlorniku rtęci, saletranu potażu, saletranu sody i i. W drugim razie, niszczy się omięsna, a substancja kurczliwa tężejąca, rozkłada się na nitki; do takich płynów należy: kwas saletrzany, odczynnik *Millona* i t. d. Jakim sposobem działają odczynniki rozkładające włókna na krążki, jeszcze dostatecznie nie wyjaśniono. Niektórzy badacze przypuszczają, że substancja stanowiąca jasne prążki włókien niszczy się, a części odpowiadające prążkom ciemnym lub światło podwójnie łamiącym pozostaje w formie krążków. Inni utrzymują, że raz się rozpuszczają części odpowiadające prążkom jasnym, a w innych razach niszczą się najprzód części tworzące prążki ciemne. Może nawet być, że substancja kurczliwa dzieli się w samych miejscach zetknięcia się jasnych

i ciemnych prążków, krążki otrzymane mogą więc odpowiadać prążkom na przemian jasnym i ciemnym. Zdaje się jednak, że całe nitki są złożone z jednej t. j. jasnej substancji, a prążki ciemne pochodzą z nagromadzenia cząstek światło podwójnie łamiących (*Disdiaklasty*) w równych odstępach jasnej substancji; ciemne cząstki czyli ogniwa jednej nitki leżą obok ciemnych ogniw sąsiedniej nitki, z czego powstaje prążkowany pozór całego włókna. Ciemna substancja nitek jest trwalsza od jasnej substancji, ostatnia łatwiej się rozpuszcza w pewnych odczynnikach i prędy się niszczy przy samodzielnym pośmiertnym rozkładzie włókna mięsnego. Krążki otrzymane przez sztuczny rozkład włókien odpowiadają więc prawdopodobnie ciemnym prążkom, lecz nie można zaprzeczyć przypuszczeniu, że w pewnych razach ciemna substancja prędy się rozpuszcza, niż jasna, z czego wynika, że pod takimi warunkami krążki odpowiadają jasnym prążkom włókna. Jeżeli substancja pojedyncze nitki ze sobą spajająca rozpuści się wraz z substancją jasną nitek, to nie powstaną krążki, tylko włókno rozpadnie się na pierwiastki mięsne (*sarcous elements*). Taki sposób rozkładu widzimy np. przy zwykłym gniciu tkanki mięsnej lub przy długotrwałym moczeniu mięśni w czystej wodzie, gdzie czasem się otrzymują krążki, a czasem same pierwiastki mięsne. Sposoby do otrzymania krążków są następujące: proste gotowanie (nie zawsze rozkładające włókna na krążki), trawienie żołądkowe i moczenie tkanki mięsnej w soku żołądkowym, moczenie tkanki w rozcieńczonym kwasie solnym (zawierającym na 1000 części wody 1—2 części czystego kwasu), w rozcieńczonym kwasie octowym i fosforowym, a podług Reiser'a także w stężonym kwasie solnym i octowym i w roztworach chlorku baryty, chlorku wapna, węglanu potażu, potażu i sody gryzącej i t. d.

Mięśnie dowolne i serce u człowieka, u zwierząt ssących, u ptaków i kilku niższych zwierząt, okazują ciemno-czerwony kolor. Kolor ten pochodzi po części z obecności krwi w naczyńkach włoskowatych, które w formie rzęsistych i gęstych siatek pojedyncze włókna i pęczki włókien otaczają, a po części zależy od właściwego zabarwienia substancji kurczliwej.

Przy nastrzykiwaniu czystej wody do naczyń krwionośnych mięśnie znacznie bledną, gdyż nie tylko krew się wypłukuje, ale i barwnik substancji kurczliwej w skutek diffuzji prawdopodobnie wsiąka do naczyń. Jeżeli zamiast wody czystej do nastrzykiwania użyje się roztwór soli kuchennej lub cukru, to diffuzja pomiędzy zawartością naczyń i substancją kurczliwą staje się słabszą, a kolor mięśni o tyle tylko blednie, o ile zależał od krwi wypłukanej z naczyń. Pojedyncze włókna mięsne pod mikroskopem obserwowane, okazują słaby żółtawy kolor podobnie jak pojedyncze krążki krwi. Zachodzi tu pytanie, czy cała zawartość włókien mięsnych równie jest zabarwiona, lub czy tylko pewne części substancji kurczliwej są ukolorowane. Niektórzy badacze przypuszczają, że substancja zwyczajnie światło łamiąca i tworząca prążki jasne, czyli tak zwana substancja zasadnicza nitek, nie okazuje żadnego koloru, a ziarnka tworzące ciemne prążki włókien (*Disdiaklasty*) są żółtawo zabarwione. O naturze tego barwnika prawie nic nie wiemy; zdaje się on być podobnym do barwnika krwi, a Schlosberger i Frey nawet przypuszczają, że pochodzi z hematynu. Rozpuszcza się on w wodzie zimnej, w wyskoku, w bardzo rozcieńczonych kwasach i alkaliach, w gazie tlenu mocniej się czerwieni, w gazie siarkowodorowym ciemnieje; przy gotowaniu mięśni w wodzie zmienia się. W pewnych roztworach solnych barwnik dosyć dobrze się zachowuje np. w roztworze saletranu potażu i sody. Włókna mięsne gładkie są tylko bardzo słabo zabarwione.

b. Rozbiór ogólny tkanki mięsnej.

Mięśnie stanowią bardzo wielką część materiału, z którego cała masa organizmu człowieka i zwierząt kręgowych jest złożona. Zmiana materji w tych utworach musi więc znaczny wpływ wywierać na jakościowy i ilościowy skład krwi, musi także pośrednio wpływać na stan innych organów, których czynność zależy od składu krwi. Skład ten musi być inny,

kiedy mięśnie spoczywają, a inny, kiedy są czynne. Ruch tam tylko powstać może, gdzie jedna siła zamienia się w drugą, jak np. w maszynie parowej, w której z połączenia się tlenku z węglem wywiązuje się ciepło, a ciepło zamienia się w ruch. W mięśniach ruch musi również powstać z przemiany materji; krew dostarcza świeży materiał, który rozłożony i zmieniony wraca do naczyń. Każdemu wiadomo z własnego doświadczenia, że przy mocnym natężeniu mięśni ciała, siły prędko słabną, serce mocniej bije, krążenie krwi się przyspiesza, płuca głębiej i częściej oddychają, ciepło ciała się podnosi, skóra i nerki mocniej wydzielają, apetyt się powiększa, czynność systematu nerwowego ośrodkowego słabnie i osłabienie to objawia się przez ospałość. Po odpoczynku, nabraniu świeżego pokarmu i po śnie, wracają siły ciała do pierwotnego stanu. Te widoczne skutki czynności mięśniowej na czynność całego organizmu, zwracają naszą uwagę na sprawy odbywające się w mięśniach podczas skurczu; a z powodu, że sprawy te wtedy tylko możemy poznać, kiedy zbadałiśmy już dokładnie chemiczny skład mięśni podczas spoczynku i po odbytej czynności, rozbiór więc substancji kurczliwej musi dla nas być nadzwyczaj ważnym.

Chemiczny skład substancji kurczliwej zawartej we włóknach mięsnych gładkich, mało się odróżnia od składu tej substancji znajdującej się we włóknach poprzecznie prążkowanych; oprócz tego nie zrobiono dotychczas tyle dokładnych rozbiorów na włóknach mięsnych gładkich, jak na mięśniach prążkowanych. Ograniczemy się tu dla tego głównie na rozbiorach tej ostatniej tkanki, a na końcu dodamy różnice, jakie się okazały pomiędzy składem jednego i drugiego rodzaju tkanki mięsnej.

Co do substancji kurczliwej znajdującej się we włóknach poprzecznie prążkowanych, to chemicy zajmowali się tylko rozbiorem tej substancji w całości, bez względu na jej skład z części różnie światło łamiących, bez względu na nitki, na rzędy ziarenek i na jądra. Skład tych ostatnich części znamy tylko o tyle, o ile można było go zbadać doświadczeniami mikrochemicznymi.

Du Bois Reymond wykazał dokładnemi doświadczeniami, że odczyn (reakcja) świeżej tkanki mięsnej, która jeszcze zachowała swą pobudzalność i kurczliwość i z której przez wypłukanie oddaloną została krew alkalicznie oddziaływająca, jest *obojętny*. Przy silném i długotrwałém kurczeniu się mięśni zamienia się odczyn obojętny na *kwaśny*. Tworzący się kwas wsiąka jednak szybko do naczyń, łączy się z alkalicznemi solami krwi i zobojętnia się; po upływie krótkiego czasu okazują mięśnie znowu obojętny odczyn. Mięśnie zwierząt ciepłokrwistych wycięte z organizmu tracą po krótkim czasie swą pobudzalność i kurczliwość; mięśnie niższych zwierząt zachowane w chłodném i wilgotném miejscu okazują jeszcze kurczliwość po upływie kilku a nawet kilkadziesiątu godzin. Świeże włókna mięsne obserwowane pod mikroskopem tracą powoli swą przezroczystość, bledną, mętnieją i przedstawiają się jakby napelnione drobnymi ziarnkami. Mięśnie całe oddalone z organizmu tracą swą giętkość i miękkość i przechodzą w tak zwany stan *stężenia pośmiertnego* (*rigor mortis*). Badacze różnie tłumaczyli przyczynę tego stanu, jedni uważali stężenie za skutek fizycznego skurczu mięśnia, drudzy za objaw ostatniego trwałego skurczu żywotnego (*contractio vitalis*), przypuszczali, że mięsień po ustaniu czynności nerwowej samodzielnie się kurczy (*contractio ideomuscularis*), a kurcz ten nareszcie samodzielnie ustaje. Brücke wykazał, że to przypuszczenie nie jest właściwe, że stężenie prawdopodobnie powstaje skutkiem krzepnięcia substancji kurczliwej. Doświadczenia Kühn'e'go potwierdzają zdanie Brücke'go. Mięśnie, do których przyływ krwi przez podwiązanie tętnic odżywczych zupełnie wstrzymany został, tracą swą kurczliwość, przechodzą w stan paraliżu, a nareszcie w stan stężenia pośmiertnego. Dopóki stężenie to nie nastąpiło, można czynność mięśniową na nowo pobudzić i do stanu pierwotnego przywrócić, przepuszczając znowu strumień krwi przez naczynia krwionośne mięśnia. Jeżeli przeciwnie mięsień zupełnie przeszedł w stan stężenia, to już żadnym sposobem odżyć nie może, lecz rozkładając się psuje normalny skład krwi i zabija zwierzę. Przyływ krwi normalnie złożonej do mię-

śnia jest więc potrzebny, aby mięsień zachował swą normalną czynność; po zatamowaniu przyływu krwi albo po zupełném oddaleniu mięśnia z organizmu zmienia się dość szybko normalny skład substancji kurczliwej i nie może być przywrócony do pierwotnego stanu. Oprócz tego mogą jeszcze inne wpływy wywołać w mięśniach stężenie pośmiertne, t. j. wysoki stopień ciepła i nastrzykiwanie chloroformu do tętnic. Im niższa jest temperatura powietrza, w którym mięsień z organizmu świeżo wycięty pozostaje, tém dłużej utrzymuje się jego kurczliwość; temperatura nie może się jednak zniżyć niżej stopnia zera, a powietrze otaczające mięsień musi zawierać dużo wilgoci, bo inaczej mięsień wysycha. Im bardziej temperatura powietrza się podnosi, tém prędzej zmienia się skład substancji kurczliwej i tém prędzej następuje stężenie pośmiertne. Mięśnie zwierząt zimnokrwistych np. żab, natychmiast stężeją, jeżeli przez kilkanaście sekund zostaną zanurzone w wodzie, oleju lub rtęci ogrzanej do 40° C.; w nieco niższej temperaturze zmiana ta bez porównania wolniej się odbywa. W tych samych mięśniach powstaje drugie silniejsze stężenie, jeżeli się zanurzą w płynach ogrzanych na 45° C. Mięśnie zwierząt ciepłokrwistych stężeją nagle dopiero pomiędzy 49° i 52° C. Przy nastrzykiwaniu małej ilości chloroformu do aorty brzusznej, kończyny dolne natychmiast sztywnieją; nie można je potem żadnym sposobem przywrócić do stanu normalnego, lecz zwierzę umiera w skutek posokowatego (septycznego) rozkładu mięśni. Niewiadomo jeszcze, czy kwas tworzący się w mięśniach przy stężeniu bądź to samodzielném, bądź sztucznie wywołaném, jest inny, jak kwas okazujący się po mocném nateżeniu czynności mięśniowej. Kwas zjawiający się przy stężeniu pośmiertném może powstać przez rozkład substancji kurczliwej, która podczas życia okazuje obojętny odczyn, a po skrzepnieniu rozkłada się na kwas organiczny i na substancję skrzepłą; H a r l e s s przypuszcza, że kwas powstaje przez zmianę płynów organicznych przesycających mięsień, a następnie przez działanie tego kwasu krzepnie substancja kurczliwa. Po upływie kilku dni ustaje samodzielnie w mięśniach stężenie pośmiertne; mięśnie otrzymują znowu swą miękkość.

i giętkość. Odczyn tkanki mięsnej natenczas jest zwykle *alkaliczny*. D u B o i s uważa tę zmianę za znak poczynającego się gnicia substancji organicznej, przypuszczając, że wywiązujący się amoniak zobojętnia najprzód kwas utworzony przy stężeniu pośmiertnym, a następnie ilość amoniaku przeważa i sprawia odczyn alkaliczny. D u B o i s wykazał także, że jeżeli mięsień świeży żyjący zostanie zanurzony przez minutę w wodzie wrzącej, to odczyn jego nie będzie kwaśny lecz alkaliczny, jeżeli przeciwnie mięśnie już stężałe się ugotują, to odczyn ich zostaje kwaśny. Widzimy więc w mięśniach stosownie do czasu i ich stanu, różne odczyny: odczyn obojętny podczas życia i spoczynku, odczyn kwaśny przy czynności żywotnej, który przy następnym spoczynku znowu się zamienia w obojętny, odczyn kwaśny podczas stanu stężenia pośmiertnego, a odczyn alkaliczny po ustaniu stężenia i przy zanurzeniu świeżych mięśni w wodzie wrzącej.

Wszystkie mięśnie, które dawniej Chemicy używali do zbadania składu substancji kurczliwej, straciły już pobudzalność i władzę kurczenia się, przeszły już w stan stężenia pośmiertnego, substancja kurczliwa więc już zmieniła swój skład normalny. Substancje które badacze z takich martwych części organizmu otrzymywali, nie znajdują się jako takie w organizmie, lecz należą do materij rozkładowych, podobnie jak włóknik krwi. Dla tego też utrzymywali Chemicy, że tkanka mięsna świeża okazuje odczyn kwaśny. Aby otrzymać roztwór substancji, jaka się znajduje w żywych mięśniach, wypłukał K ü h n e najprzód naczynia krwionośne zwierzęcia wstrzykując do tętnic roztwór soli kuchennej (zawierający na 100 części wody 0,5—0,7 części soli) dopóty, dopóki płyn z żył występujący czerwono był zabarwiony, następnie rozkroił mięśnie na drobne kawałki, zwilżył je dobrze tym samym roztworem soli i za pomocą prassy wycisnął z całej masy płyn wraz z rozpuszczającą się zawartością włókien mięsnych. Otrzymany roztwór zachowywał się zupełnie tak jak same mięśnie: okazywał początkowo odczyn obojętny (K ü h n e uważa go mylnie za alkaliczny), w niskiej temperaturze wolno się zmieniał, im wyżej się podniosła temperatura płynu,

tém prędzej utworzył się w nim skrzep; wraz z tworzeniem się skrzepu odczyn obojętny zamienił się na kwaśny. Roztwór otrzymany z mięśni zwierząt ciepłokrwistych prędzej krzepnie, niż roztwór substancji kurczliwój ze zwierząt zimnokrwistych, a zresztą jednakowo się zachowuje. Przy ogrzewaniu tego roztworu do 40° C. tworzy się skrzep, a odczyn staje się kwaśnym; przy wyższych stopniach ciepła tworzą się dalsze skrzepy, a ostatnie krzepnienie następuje dopiero blisko przy 90° C. Są to objawy podobne do krzepnięcia włókniaka krwi, który początkowo tworzy obfity galaretowaty skrzep, a następnie się zgęszcza i wydziela płyn, z którego przy gotowaniu inne substancje białkowe się osadzają.

Substancja którą Kühne otrzymał ze świeżych mięśni, nie jest dotychczas dokładniej zbadana; trzeba dla tego jeszcze się trzymać dawniejszych rozbiorów zrobionych na mięśniach stężalych. Rozbiory te z dokładnością zrobione przez najznakomitszych Chemików i Fizjologów, jako to: Berzelius'a, Chevreul'a, Liebig'a, Lehmann'a, Scheerer'a, Helmholtz'a i t. d., dają nam wyobrażenie o stosunkach przemiany materji w utworach mięsnych. Mięśnie zawierają następujące substancje: wodę, substancje białkowe, substancje azotowe krystalizujące, kwasy organiczne, tłuszcze, tak zwane substancje wyciągowe, substancje mineralne i gazy.

Woda stanowi większą część massy w mięśniach; szara substancja w tkance nerwowej zawiera taką samą ilość wody, w białej substancji nerwowej znajduje się mniej wody, we krwi więcej wody niż w utworach mięsnych. Mięśnie młodych zwierząt zawierają większą ilość wody, niż mięśnie zwierząt starych. Ilość wody w mięśniach człowieka wynosi (podług Bibry) 72—74,4%, w mięśniach zwierzęcych 70—80%; ta woda jest po części zawarta w samej substancji kurczliwój, a po części w tkankach dodatkowych i w płynach odżywczych tkankę mięsną przesycających. Ilość wody w mięśniach może łatwo się zmienić, u zwierząt umierających z pragnienia mięśnie najwięcej tracą wody; przy namoczeniu mięśni w czystej wodzie powiększa się ilość wody o 20%.

Z substancji białkowatych mięśnia najważniejsza jest syntonina (podług Lehmana) czyli włóknik mięsny (podług Liebiga). Ciało to otrzymuje się z substancji kurczliwej, a to przez traktowanie mięśni rozcieńczonym kwasem solnym (zawierającym na 1000 części wody 1 część czystego kwasu), w którym zawartość włókien mięsnych prócz jąder przy zwykłej temperaturze zupełnie się rozpuszcza. Syntonina znacznie się odróżnia od substancji otrzymanej przez Kühn'e'go z włókien mięsnych świeżych, która samodzielnie krzepnie i w zakwaszonej wodzie nie jest rozpuszczalna. Dawniej uważano syntoninę za nieco zmieniony włóknik krwi, lecz syntonina nie rozpuszcza się jak włóknik w roztworze saletranu potażu i węglanu potażu, lecz tkanka mięsna twardej w ostatnim roztworze, podobnie jak włóknisko osiowe nerwów. Syntonina rozpuszczona w rozcieńczonym kwasie solnym tworzy osad przy dodaniu roztworu soli kuchennej lub innych soli; osad ten rozpuszcza się w nadmiarze wody. Przy zobojętnieniu roztworu syntoniny płynami alkalicznymi powstaje także osad biały galaretowaty, który w nadmiarze alkaliów lub wody wapiennej znowu się rozpuszcza. Z takiego alkalicznego roztworu osadza się syntonina, po dodaniu kwasu saletrzanego lub roztworu kwasu chromnego, albo kiedy płyn ten zmieszany z roztworem chlorku wapna lub siarczanu magnezy zostanie ugotowany; przy dodaniu kwasu solnego, alkaliczny roztwór syntoniny mętnieje. Zresztą okazuje syntonina wszystkie ogólne własności ciał białkowatych, zawiera siarkę i przy rozbiórce pierwiastkowym rozkłada się w tym samym stosunku, jak owe substancje. Streck'er otrzymał z pierwiastkowego rozbioru 100 części syntoniny: C=53,6—54,4, H=7,2, N=15,8—16,3, S=1—1,1, O=21, popiołu 1,4. Syntonina otrzymana z włókien mięsnych gładkich podobnie jest złożona; podług Lehmana zawiera w 100 częściach: C=53,8, H=7,3, N=15,8, S=1,1, O=22. Bardzo podobny jest także skład pierwiastkowy włóknika krwi. W mięśniach ludzkich znajduje się 15—16% syntoniny; oprócz tego zawierają mięśnie w stanie stężenia jeszcze 2—3% innych ciał białkowatych, które się rozpuszczają

w czystej wodzie i po części pochodzą z zawartości naczyń krwionośnych. Ilość *substancji klejorodnej* w mięśniach wynosi około 0,6—1,9%; substancja ta zawarta jest w tkance spajającej pojedyncze włókna i otaczającej w formie pochewki pęczki drugiego i trzeciego rzędu.

Jeżeli mięsień rozsiekany na drobne kawałki zwilżony zostanie znaczną ilością wody, to część substancji kurczliwej i soki mięsne się rozpuszczają. Ilość części rozpuszczalnych w mięśniach wynosi około 6%; $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ tych substancji stanowią ciała białkowe, druga część substancji rozpuszczalnych składa się z dość znacznej ilości soli mineralnych i z tak zwanych ciał wyciągowych wodnych. Pozostałość mięśnia, z którego wyciągnięto wszystkie części w czystej wodzie rozpuszczalne, można traktować wyskokiem i tym sposobem otrzyma się roztwór ciał wyciągowych wyskokowych.

Do ciał wyciągowych wodnych należy kilka *substancji azotowych* po części *krystalizujących*, jako to: kreatyna, kreatynina, kwas inozynowy i hypoksantyna czyli sarkina; dalej kwas mleczny, inozyt czyli cukier mięśniowy, różne kwasy organiczne z grupy kwasu mrówczanego i mała ilość mięszaniny zawierającej ciała jeszcze nie rozebrane. Pierwsze cztery substancje należą prawdopodobnie do ciał rozkładowych tkanki mięsnej, tworzących się z substancji kurczliwej. Kwas mleczny nie znajduje się w żywych mięśniach, lecz powstaje dopiero przy stężeniu pośmiertnym; on właśnie jest przyczyną kwaśnego odczynu mięśni stężałych. Nie wiadomo jeszcze, czy kwas, który się tworzy przy kurczeniu się mięśni, ma własności kwasu mlecznego i czy wsiąkając do naczyń tworzy mleczany alkaliów. Nie mamy także pewności, z których części powstaje kwas mleczny, czy z białkowej substancji kurczliwej lub czy z ciał bezazotowych np. z cukru mięśniowego. Ostatnie przypuszczenie jest prawdopodobniejsze, gdyż podług najnowszych doświadczeń mimo bardzo żywej przemiany materji odbywającej się w mięśniach podczas ich czynności, rozkład substancji białkowej tam jest bardzo słaby, za to wydziela się znaczna ilość kwasu węglanego. Kreatyna, kreatynina i ciała podobne do hypoksantyny znaj-

dują się we krwi i w moczu; zdaje się więc, że te substancje, które już nie są zdatne do utrzymania czynności żywotnej, z tkanki mięsnej i innych organów przechodzą do naczyń i przez nerki zostają wydzielone na zewnątrz. Lecz doświadczenia Voita i Bischoffa wykazały, że ilość ciał azotowych z organizmu się wydzielających nie zależy od czynności mięśniowej, lecz od ilości nabranych pokarmów zawierających azot. Ilość kreatyny, kreatyniny i mocznika, który może się utworzyć przez rozkład pierwszych dwóch ciał, nie jest większa w moczu po silném natężeniu mięśni jak po spoczynku.

Ilość substancji wyciągowych w mięśniach jest bardzo odmienna. U ptaków i ryb ilość kreatyny jest większa, jak u zwierząt ssących i człowieka; w mięśniach ludzkich znalazł Schloßberger 0,06%, z mięśni konia otrzymał Liebig 0,07%, a Gregory z serca wołu 0,14%. Jeżeli kreatyna ugotuje się z roztworem baryty gryzącej, to się rozkłada na sarkozynę i mocznik: $C^8 H^9 N^3 O^4 + 2H O$ (kreatyna) = $C^6 H^7 N O^4$ (sarkozyna) + $C^2 H^4 N^2 O^2$ (mocznik). Jeżeli kreatyna zostaje traktowana kwasami mineralnymi, które wyciągają z niej wodę, to się zamienia na kreatyninę: $C^8 H^9 N^3 O^4 + 2H O = C^8 H^7 N^3 O^2$ (kreatynina). Odczyn kreatyny jest obojętny, kreatyniny zaś alkaliczny, w mięśniach musi więc ona być połączona z kwasami, lecz niewiadomo jakimi. Z chlorkiem cynku tworzy kreatynina charakterystyczny krystalizujący osad. Kreatynina rozpuszcza się w wodzie i w wyskoku; kreatyna nie jest rozpuszczalna w wyskoku. Ilość kreatyniny nie jest oznaczona, z moczu otrzymuje się więcej kreatyniny, niż z soku mięśniowego. Hypoksantyna czyli sarkina ($C^5 H^3 N^2 O$) jest bardzo podobna do ksantyny ($C^5 H^3 N^2 O^2$) i kwasu moczowego ($C^5 H^2 N^2 O^3$), znajduje się także we krwi, w wątrobie, w śledzionie, w grasicy (*gl. thymus*) i w gruczole tarczowym (*gl. thyreoidea*). Ilość hypoksantyny i kwasu inozynowego ($C^{10} H^6 N^2 O^{20} + H O$) w mięśniach jest bardzo mała i nie oznaczona. Inozyt ($C^{23} H^{18} O^{18} + 4H O$) znajduje się tylko w mięśniu sercowym, oprócz tego wykazali go badacze w różnych innych organach (w trzustce, w grasicy, w płucach, w śledzionie, w wątrobie i w mózgu). Inozyt

jest słodki, tworzy kryształy, rozpuszcza się w wodzie i w spirytusie, ale nie w czystym wyskoku i odróżnia się własnościami chemicznymi znacznie od cukru owocowego. Z gnijącym serem i mięsem rozkłada się na kwas mleczny i kwas masłowy, lecz ze zwyczajnymi drożdżami nie fermentuje. Gotowany z kwasem solnym i z roztworem potażu gryzącego nie zmienia się; z roztworem siarczanu miedzi i potażu gryzącego tworzy płyn szafirowy, bez strącenia czerwonego tlenku miedzi. Jeżeli roztwór inozytu z kwasem saletrzanym wyparuje się na blaszce platynowej i następnie zwilży się amoniakiem lub roztworem chlorku wapna, to powstaje plama różowa. Ilość inozytu w mięśni sercowym znalezionej jest bardzo mała.

Kwas mleczny ($C^6 H^5 O^5 + H O$) tworzący się w mięśniach odróżnia się niektórymi własnościami chemicznymi od zwyczajnego kwasu mlecznego, który się otrzymuje z mleka lub przez rozkład różnych ciał organicznych; nazwano go dla tego kwasem mlecznym mięśniowym. Ilość tego kwasu wynosi 0,60—0,68%; przy mocnym natężeniu siły mięśniowej ilość kwasu mlecznego zdaje się być większa, jak po spoczynku.

Reszta substancji znajdujących się w wodnym i wyskokowym wyciągu mięsa dotychczas mało jest zbadana. Są to po większej części substancje tworzące się przy wstecznym rozkładzie ciał białkowatych np. kwas masłowy, kwas mrówkowy, kwas octowy i t. d. Lecz nie znaleziono tam mocznika, kwasu moczowego i szczawowego, leucyny, tyrozyny i innych substancji, które się tworzą przy wstecznym rozkładzie materji białkowatej w innych organach. Ilość substancji wyciągowych wyskokowych jest prawie równa ilości substancji wyciągowych rozpuszczających się w wodzie. Ciekawe są doświadczenia Helmholtza, który wykazał, że po silnym kurczeniu się mięśni pobudzonych elektrycznością, ilość substancji wyciągowych wodnych przeciwnie się zmniejsza.

Tłuszcz w mięśniach zawarty wyciąga się za pomocą eteru. Większa część tego tłuszczu znajduje się w tkance łącznej otaczającej pęczki włókien mięsnych; mała część substancji w eterze się rozpuszczającej pochodzi z nerwów mięśniowych.

U dobrze karmionych zwierząt zawierają mięśnie nawet znaczną ilość zupełnie rozwiniętej tkanki tłuszczowej. Ilość tłuszczu z mięśni otrzymanego jest bardzo odmienna, zależy to od stanu zdrowia i sposobu karmienia. W samej substancji kurczliwej ilość tłuszczu jest mała (1,5—2,3%), lecz i tam może się znacznie powiększyć i nawet całe włókna wypełnić np. przy paraliżu nerwów wchodzących do mięśnia i przy innych patologicznych zmianach utworów mięśniowych.

Ciekawe są rozbiory części mineralnych zawartych w tkance mięsnej. Ilość tych substancji wynosi około 4% części stałych mięśnia. Około 82% czyli $\frac{4}{5}$ całej ilości substancji mineralnych rozpuszcza się w wodzie i zawarte jest w zimnych wodnych wyciągach lub w rosole przez gotowanie mięsa otrzymanym. Części te więc nie są ściśle połączone z substancją kurczliwą, lecz znajdują się prawdopodobnie rozpuszczone w soku mięśniowym. Substancje mineralne składają się z tych samych pierwiastków chemicznych, jakie się znajdują we krwi, lecz stosunek tych pierwiastków w mięśniach jest zupełnie inny jak we krwi. W ostatniej przeważają znacznie sole sodowe nad solami potażowymi, a większa część tych soli składa się z chlorków; w mięśniach przeciwnie substancje mineralne głównie są złożone z potażu połączonego z kwasem fosforowym, ilość soli sodowych i chlorków alkaliów jest bardzo mała. Oprócz soli sodowych i potażowych znajduje się mała ilość fosforanów magnezji i wapna i ślady żelaza; te ostatnie substancje stanowią głównie nie rozpuszczalną część ciał mineralnych w mięśniach; sole alkaliczne przeciwnie składają większą część soli rozpuszczalnych. W 100 częściach mięsa są zawarte podług

Lehman na: potażu	0,50—0,54 części
sody	0,07—0,09 —
kwasu fosfornego	0,66—0,70 —
chlorku sody	0,04—0,09 —
wapna	0,02—0,03 —
magnezji	0,04—0,05 —

Razem . 1,33—1,50 części.

Dla objaśnienia stosunków przemiany materji w mięśniach, bardzo ważne są doświadczenia, które się odnoszą do gazów

mięśniowych. G. Liebig (syn sławnego Chemika) wykazał, że pobudzalność mięśni dłużej się zachowuje w gazie tleniu niż w powietrzu, a w powietrzu dłużej niż w gazach wodoru i azotu; najprędzej niszczy się pobudzalność mięśni umieszczonych w gazie kwasu węglanego. Mięśnie dopóki są pobudzone, nabierają tlen i wydzielają kwas węglany. Ta przemiana gazów nie zależy od krwi zawartej we włoskowatych naczyniach mięśnia, lecz te same objawy okazują się, jeżeli przed doświadczeniem krew z naczyń zostanie wypłukana przez nastrzykiwanie wody destylowanej. Kwas węglany wydziela się także z mięśni, które są zawieszane w gazach nie zawierających tlenu; lecz ilość wydzielonego kwasu węglanego jest o wiele mniejsza jak wtenczas, gdy mięsień jest otoczony tlenem lub powietrzem. Valentin wykazał doświadczeniami, że mięśnie nawet po utracie pobudzalności nabierają tlen i wydzielają kwas węglany, ale stosunki ilości gazów są inne, gdyż ilość gazów nabranych przez mięśnie pobudzone jest większa od ilości gazów wydzielanych, a ilość nabrana przez mięśnie martwe jest równa lub mniejsza od ilości gazów wydzielanych; skład substancji kurczliwej musi więc po śmierci się zmienić. Mięśnie żywe jak i martwe nabierają większą ilość tlenu, niż jest zawarta w wydzielanym kwasie węglanym; część tlenu musi więc się łączyć z substancją kurczliwą. Nie wiadomo, jaką rolę odgrywa tlen w mięśniach; zdaje się, że mała część tlenu jest potrzebna do utworzenia substancji kurczliwej z ciał białkowatych krwi, a większa część służy do załatwienia przemiany materji podczas skurczu. Tlen łącząc się z pewnemi częściami substancji kurczliwej zamienia je na kwas węglany i na inne materje wydzielinowe, a z téj sprawy chemicznój wynika żywa siła w mięśniu. Różne nowe doświadczenia wykazały, że podczas czynności mięśniowej powiększa się ilość wydzielanego kwasu węglanego, a więcéj tlenu zużywa się. Bequerel i Brechet spostrzegli powiększenie się ciepła w mięśniach czynnych; Helmholtz wykazał ten fakt dokładnemi doświadczeniami i dowiódł, że ciepło w mięśniach powiększa się podczas skurczu, a opada znowu przy następującym rozkurczu.

Tkanka mięsna składająca się z włókien gładkich zawiera te same substancje i te same związki chemiczne, jak tkanka złożona z włókien poprzecznie prążkowanych. Z substancji kurczliwej otrzymuje się za pomocą rozcieńczonego kwasu solnego syntonina, która w niczym się nie odróżnia od syntoniny zawartej we włóknach poprzecznie prążkowanych. Jedyną różnicę przedstawia chemiczny odczyn włókien mięsnych gładkich. Lehmann i Siegmund znaleźli kwaśny odczyn wodnego wyciągu tkanki, ostatni otrzymał nawet z tkanki mięsnej w macicy kwas mrówkowy, kwas octowy i kwas mleczny; lecz inni badacze otrzymali odczyn alkaliczny, a Du Bois obserwował wszędzie słaby alkaliczny odczyn, bądź to w tkance świeżej, bądź w martwej i nawet gnijącej.

Nareszcie wypada nadmienić, że serce, które od innych mięśni się odróżnia nieustanną czynnością, pod względem chemicznym okazuje pewne właściwe stosunki. Inozyt znajduje się głównie w mięśni sercowym, w innych mięśniach albo wcale go nie znaleziono albo w bardzo małej tylko ilości. Du Bois starał się zbadać, czy serce żywe okazuje kwaśny odczyn, czego się można było spodziewać przy nieustannej czynności serca; lecz odczyn serca pobudzalnego jest słabo alkaliczny, nawet przy najsilniejszej czynności, jaka się okazuje po przecięciu nerwów błędnych (*nn. vagi*).

4. Objawy fizjologiczne w tkance mięsnej.

Fizjologiczne sprawy i objawy, stały się w ostatnich czasach przedmiotem najliczniejszych i najdokładniejszych doświadczeń. Rezultata tych starannych prac, które się opiera-

ją na dokładnej znajomości praw fizycznych i chemicznych, stanowią teraz bardzo ważną część téj nauki, która się zajmuje zbadaniem fizjologicznych spraw w organizmie zwierzęcym. Fizjologja tkanki mięsnej również jak i fizjologja tkanki nerwowej już nie mogą być umieszczone w dziełach histologicznych, lecz stanowią jeden z najważniejszych rozdziałów w dziełach czysto fizjologicznych. Do wykazania głównych faktów nie wystarcza już proste obserwowanie tkanki mięsnej i tkanki nerwowej lub anatomiczny rozbiór i spostrzeżenie mikroskopowe; lecz poszukiwania robią się za pomocą złożonych przyrządów na zasadzie fizycznych i chemicznych doświadczeń. W dziełach histologicznych trzeba więc się ograniczyć do szczegółowego opisu takich doświadczeń fizjologicznych, które się robią za pomocą mikroskopu lub na drodze prostej obserwacji, a resztę faktów można tylko pobieżnie wymienić.

Tkanka mięsna żywa odznacza się głównie jedną własnością od wszelkich innych rodzajów tkanek znajdujących się w organizmie zwierząt kręgowych, a mianowicie: pod wpływem nerwów lub środków od zewnątrz na nią działających odbywa ona samodzielne ruchy t. j. nie zależące od zewnętrznego przyciśnienia lub gwałtownego przesunięcia materji mięśniowej. Włókna mięsne i całe mięśnie zmniejszają swą długość t. j. kurczą się, a ruch ten nazywamy *skurczem*, następnie wraca mięsień do dawniejszego położenia, a sprawa ta nazywa się *rozkurczem*. Środki wywołujące w tkance owe objawy zwiąż się *bodźcami*, a skutek ich czynności oznacza się wyrazem *pobudzenia*.

Przyczynę owego właściwego ruchu utworów mięsnych, znamy tak mało, jak przyczynę przedłużenia i kurczenia się materji pod wpływem ciepła i zimna. Podczas skurczu cząstki substancji kurczliwej prawdopodobnie inaczej się przyciągają, jak podczas spoczynku; siła utrzymująca drobiny w związku musi nagle się zmienić, gdyż drobiny silnie do siebie się zbliżają, a następnie siła przyciągająca przestaje działać i drobiny wracają do dawniejszego położenia. Przedłużenia mięśnia czyli tak zwany *rozkurcz* następuje po części przez własną sprężystość, a po części pod wpływem sił, które od zewnątrz

działają na utwory kurczliwe i rozciągają je. Znamy tylko dwie siły, które w drobinach materji zmieniają siłę atrakcyjną, siłami temi są: ciepło i elektryczność. Zmiany ciepła nie mogą być przyczyną zbliżania i oddalania się drobin mięsnych; mięśnie kurczące się rozszerzają się w kierunku poprzecznym, a ogólna ich objętość nieznacznie się zmniejsza; materja przeciwnie, która się kurczy przez utratę ciepła, zmniejsza swą objętość we wszystkich kierunkach, zgęszcza się, a jej ciężkość właściwa powiększa się. Przy zgęszczaniu i następném rozszerzaniu się materji zawsze większa ilość ciepła się uwalnia i następnie znowu się łączy z drobinami, niż w kurczących się mięśniach. Stała substancja organiczna nie może pod wpływem zimna tak znacznie się skurczyć, jak mięśnie. Nareszcie substancja kurczliwa ciepło zbyt wolno przepuszcza, aby w niej stopień ciepła tak szybko się mógł zmienić, jak się odmienia kurcz z rozkurczem we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych. Pozostaje więc tylko elektryczność, która ma więcej podobieństwa do siły w mięśniach się objawiającej, niż ciepło. Elektryczność szybko zmienić się może, powstaje i znika nadzwyczajną prędkością i łatwością i ze wszystkich sił najenergiczniej działa na utwory mięsne i ruchy w nich pobudza. W każdym mięśniu, dopóki jest pobudzalny, dają się wykazać prądy elektryczne, które tém są silniejsze, im większy jest mięsień i im większa jego pobudzalność; wraz ze znużeniem i osłabieniem mięśnia zmniejsza się siła prądów, a przy pośmiertnej zmianie mięśnia prądy zupełnie ustają. Środek powierzchni mięśnia zachowuje się dodatnio elektrycznym, środek przecięcia poprzecznego okazuje elektryczność ujemną; pomiędzy temi dwoma miejscami krążą najmocniejsze prądy. Wszystkie miejsca powierzchni mięśnia i nawet punkta na poprzeczném przecięciu zachowują się dodatnio elektrycznymi względem punktów więcej zbliżonych ku środkowi przecięcia poprzecznego; prądy krążące pomiędzy dwoma punktami są tém słabsze, im bardziej te punkta do siebie są zbliżone. Każdy kawałek mięśnia okazuje zupełnie takie same własności elektryczne jak cały mięsień, z tą tylko różnicą, że prądy są stosunkowo

słabsze. Mięsień zachowuje się więc podobnie jak magnes, lecz magnes i wszystkie cząstki magnesu posiadają dwa przeciwne bieguny, mięsień zaś i części mięśnia okazują na obydwóch końcach elektryczność ujemną, a w środku powierzchni elektryczność dodatnią; magnes jest więc dwubiegunowy (*bipolaris*), a mięsień obiegunowy (*peripolaris*). W kurczących się mięśniach osłabiają się prądy elektryczne; wielkość osłabienia jest stosowna do siły skurczu, im mocniejszy skurcz, tém większe osłabienie prądu. Z ustaniem skurczu wracają prądy do pierwotnego stanu.

Ruch tkanki mięsnej odróżnia się znacznie od samodzielnego ruchu innych kurczących się utworów np. migawek, ogonków ciałek nasiennych i t. p., które okazują ruchy bezustanne i rytmiczne. Ruchy te nie pobudzają się przez nerwy, gdyż owe utwory nie są połączone z nerwami; ruchy te nie powstają także przez pobudzenie zewnętrzne, lecz trwają dopóty, dopóki normalny skład poruszających się utworów nie zmieni się; tylko wraz z ustaniem ruchu można go na nowo pobudzić środkami chemicznymi, ale wtedy ruch nie jest jednorazowy, lecz odbywa się przez dłuższy czas. Mięśnie przeciwnie nie poruszają się samodzielnie, lecz pozostają w stanie spoczynku dopóty, dopóki nerwy do nich wchodzące nie zaczną działać albo dopóki mięśnie nie zostaną pobudzone bezpośrednio przez środki chemiczne, fizyczne lub mechaniczne, a po ustaniu pobudzenia wracają mięśnie znów do stanu spoczynku. Do owych środków czyli tak zwanych bodźców mięśniowych należą: płyny szybko rozkładające substancję kurczliwą np. kwasy, roztwory alkaliów gryzących, roztwory różnych soli, gliceryna, wyskok, kreozyt; dalej elektryczność i wysoki stopień ciepła; nareszcie proste uderzenie, klucie, szarpanie, szczypanie, przygniecenie i t. p. Te same środki pobudzają także nerwy, mogą więc wywołać skurcz mięśniowy za pośrednictwem nerwów łączących się z mięśniem.

Jakim sposobem działają nerwy na tkankę mięsną, nie wiadomo; nie znamy nawet jeszcze sposobu łączenia się nerwów z włóknami mięsnymi. Zważając jednak na to, że nerwy

okazują podobne własności elektryczne, jak mięśnie, że prądy elektryczne w nerwach również się zmniejszają podczas właściwej czynności nerwowej, że elektryczność jest najsilniejszym bodźcem nerwów i mięśni i na mięśnie podobnie działa jak nerwy pobudzone przez rdzeń pacierzowy i mózg, nie można odmówić sprawiedliwości przypuszczeniu, że zmiany stosunków elektrycznych w nerwach pobudzonych, są przyczyną pobudzenia ruchu mięśniowego. To nam jednak jeszcze nie objaśnia przyczyny zmiany sił atrakcyjnych w mięśniu skurczonym; nie wiemy, w jaki sposób elektryczność w drobinach substancji kurczliwej się zmienia; jakim sposobem nerwy i inne środki pobudzające, ową zmianę wywołują; dla czego drobiny od razu silniej się przyciągają i z jakiej przyczyny elektryczność drobin wraca do zwyczajnego stanu.

Nie dawno jeszcze toczono walki o kwestję, czy mięśniom można przyznać własną pobudzalność, lub czy mięśnie tylko się dają pobudzić za pośrednictwem nerwów z niemi się łączących. Spór ten został rozstrzygnięty przez odkrycie działania trucizny Curare czyli Wurali, która, jeżeli bezpośrednio wprowadzoną zostaje do krwi, paralizuje nerwy ruchu dowolnego, a mięśnie po zniszczeniu czynności nerwowej kurczą się tak silnie, jak przy niezmienionym wpływie nerwów. Na nerwy sercowe i nerw sympatyczny Curare mało albo wcale nie działa, tak samo jak i na nerwy zmysłowe. Oprócz doświadczeń z tą trucizną i z koniinę (*Coniinum*), która podobnie ma działać, zrobiono jeszcze różne inne spostrzeżenia, które przemawiają za własną pobudzalnością tkanki mięsnej.

Zawartość włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych nie jest płynna, jak to Kühn e utrzymuje, ale nie jest także stała. Drobiny substancji kurczliwej zmieniają z bardzo wielką łatwością i szybkością swe położenie, podobnie jak drobiny substancji płynnych, a po ustaniu skurczu mało tylko oddalają się od siebie. Mięsień zupełnie wycięty z organizmu kurczy się i zmienia swą formę, lecz po ustaniu pobudzenia nie wraca on zupełnie do dawniejszego położenia, tylko w razie biernego rozprężenia przyjmuje formę pierwotną. Pojedyncze świeże włókna okazują pod mikroskopem rodzaj robacz-

kowego ruchu, przedstawiają się jako rurki sprężyste, w których powoli się przesuwają wielkie masy skłębionej zawartości. Objaw ten polega na częściowém kurczeniu się zawartości włókna. Gdyby substancja kurczliwa rzeczywiście była płynną, to powinna by zupełnie wystąpić z końca włókien przerywanych; wiemy jednak, że się nie wylewa, lecz tylko część jęj może wystąpić w formie zbitego galaretowatego kłębu. Substancja kurczliwa nie mogłaby także zachować pozoru prążkowanego, gdyby była płynna, bo drobiny w płynach bardzo łatwo zmieniają swe położenie, więc i cząstki światła podwójnie łamiące musiałyby się zamieszać z cząstkami jasnemi. Zdaje się, że substancja kurczliwa w świeżym stanie jest dość gęsta, galaretowata, a po śmierci krzepnie, mocniej się zgęszcza i sprawia przez to stężenie pośmiertne mięśnia; przy tęg zmianie staje się białawą, nieprzezroczystą i jakby napełnioną drobnemi ziarnkami.

O przyczynie prążkowanego pozoru włókien była mowa w pierwszym rozdziale o tkance mięsnej. Prążki we włóknach stężonych są zwykle węższe, niż we włóknach żywych; w mięśniach, które po wycięciu z organizmu stężały, prążki są węższe niż w mięśniach, które przed stężeniem były rozprężone. Nie znamy fizjologicznego znaczenia składu włókien, z którego wynika pozór prążkowany, wiemy tylko, że włókna poprzecznie prążkowane z większą łatwością się kurczą i przedłużają, jak włókna mięsne gładkie. Skoro mięsień złożony z włókien poprzecznie prążkowanych chwilowo się rozdrażni, bądź bezpośrednio, bądź to za pośrednictwem nerwu mięśniowego, to powstanie natychmiast krótkotrwały jednorazowy skurcz czyli tak zwane drganie. Jeżeli rozdrażnienie w bardzo krótkich odstępach czasu się powtórzy, to i drgania tak prędko się powtórzą, że nie zostanie dość czasu, aby mięsień mógł się rozkurczyć, skurcz więc będzie jednostajny i potrwa dopóty, dopóki nie ustanie drażnienie; taki skurcz nazywa się tężcem (*tetanus*). Tęzec natychmiast ustaje, skoro tylko drażnienie zostaje usunięte. Normalne kurczenie się mięśni w organizmie pod wpływem mózgu i rdzenia pacierzowego jest podobne do tężca sztucznego. W pewnych chorobnych

stosunkach kurczą się pojedyncze mięśnie samodzielnie, bez wpływu woli i nadzwyczajnie mocno; nazywamy to wtenczas kurczem tonicznym. Jeżeli cały rdzeń pacierzowy przez strychninę lub chorobowo się rozdrażni, to wszystkie mięśnie organizmu się skurczą; nazywamy tę chorobę tężcem (*tetanus*). Chwilowe i od woli nie zależące skurczenie się czyli drganie mięśni, jakie tylko przy pewnych chorobach się okazuje, nazywamy drgawkami czyli kurczem klonicznym. Jeżeli mięsień przez długi czas mocno się rozdrażni, to powoli tężec osłabnie, mięsień znuży się i straci swą pobudzalność; po upływie pewnego czasu, w którym mięsień pozostał w stanie spoczynku, wraca się znowu pobudzalność (prawdopodobnie przez wynagrodzenie substancji rozłożonej podczas kurczenia się mięśnia). Podobne objawy okazują się przy kurczeniu się włókien mięsnych gładkich, ale tam nie powstaje drganie przy chwilowém rozdrażnieniu, lecz włókna albo wcale się nie poruszają, albo skurczą się tak, jak przy dłuższém drażnieniu. W ostatnim razie włókna zaczynają się kurczyć dopiero po upływie pewnego czasu, skurcz powoli się uzupełnia i kończy, a po ustaniu drażnienia nie następuje natychmiast rozkurcz, lecz włókna powoli wracają do stanu pierwotnego. Sposób kurczenia się włókien gładkich jest zawsze równy, czy się rozdrażnią bezpośrednio, czy za pośrednictwem nerwów; przy mocném rozdrażnieniu włókna jednak prędzej się kurczą, jak przy słabém rozdrażnieniu; a przy pobudzeniu za pośrednictwem nerwów większa ilość włókien się porusza, jak przy rozdrażnieniu bezpośredniem, gdzie tylko włókna dotknięte się kurczą. Układ cząstek światło podwójnie łamiących we włóknach mięsnych ma więc pewne znaczenie. Włókna, w których cząstki te stanowią rodzaj blaszkowatych warstw czyli rodzaj galwanicznych ogni, łatwiej się kurczą i przedłużają jak włókna gładkie, w których Disdiaklasty mają być rozsypane po całej zawartości.

Dawniej istniały najdziwaczniejsze przypuszczenia o sposobie kurczenia się włókien mięsnych. Utrzymywano np. że węzownicowato skręcone nitki kurczą się na sposób sprężyny, albo że nitki falisto zagięte więcej jeszcze się zaginają, że całe

włókno przyjmuje formę zygzagowatą i t. p. Okazało się, że ta ostatnia forma włókien, którą rzeczywiście można obserwować pod mikroskopem, istnieje tylko podczas spoczynku, a to w mięśniach, które po przecięciu ich ścięgien w skutek własnej sprężystości się skurczyły; podczas skurczu znikają nawet te zagięcia, jeżeli końce mięśnia są rozpięte i do stałych punktów przymocowane. Włókna mięsne pobudzone kurczą się w kierunku podłużnym, w kierunku poprzecznym przeciwnie rozszerzają się; cała objętość nieznacznie się zmniejsza. W razie gdy kurczeniu się włókien przeszkadza niewyciężony opór na końcach mięśnia się znajdujący, to mięsień nie kurczy się, lecz tylko napręża się i twardnieje. Spostrzeżenia mikroskopowe wykazały, że w kurczących się mięśniach prążki poprzeczne zwężają się i do siebie się zbliżają; zdaje się, że nie tylko substancja stanowiąca prążki jasne się kurczy, ale i prążki ciemne zwężają się. Sposób kurczenia się włókien można najlepiej obserwować na mięśniach owadów (np. *Hydrophilus*), gdzie prążki są bardzo szerokie, a włókna przez długi czas okazują pod mikroskopem samodzielne ruchy. K o e l l e r, który prążki ciemne uważa za nieco zgęszczone części substancji kurczliwej, przypuszcza, że ciemne ogniwa nitek przy skurczu paciorkowato nabrzmiewają. Na włóknach i na całych mięśniach można czasem spostrzedz częściowe skurczenie; w jednym miejscu są one rozszerzone i zgrubione, w drugim zwężone. Objaw ten powstaje przy bezpośrednim rozdrażnieniu części włókna lub mięśnia, a głównie kiedy nerwy są osłabione lub sparaliżowane przez działanie trucizny Curare; przy rozdrażnieniu nerwów mięśniowych zawsze cały mięsień się kurczy.

Jeżeli u zwierzęcia żyjącego przetnie się ścięgno jakiegokolwiek mięśnia, to mięsień znacznie się kurczy, końce ścięgna przeciętego oddalają się od siebie i już nie zrastają ze sobą chyba tylko za pośrednictwem nowo tworzącej się tkanki łącznej, która pozostająca przestrzeń pomiędzy końcami ścięgna powoli wypełnia. Po przecięciu mocnego mięśnia, który przy stawach lub w inném jakim miejscu utrzymywał równowagę mięśni przeciwniczych (*antagonistae*), równowaga ta się znosi, mięśnie przeciwnicze skurczą się i normalna forma

stawu lub innych części ciała zmieni się. Przypuszczano dawniej, że ten objaw pochodzi z wpływu układu nerwowego na mięśnie, że mięśnie znajdują się ciągle w stanie słabego skurczu w skutek bezustannego słabego pobudzenia nerwów mięśniowych, i nazwano to nastrojem (*tonus*). W niektórych miejscach jak np. w układzie naczyniowym, istnieje pewien rodzaj nastroju, przynajmniej wiadomo nam, że naczynia natychmiast się rozszerzają, jeżeli odpowiednia gałąź nerwu sympatycznego zostanie przecięta; włókna mięsne wpływające na światło naczyń znajdują się więc ciągle w stanie słabego skurczu. Zwieracze znajdujące się w różnych organach (*sphincteres*), pomimo tego że ich czynność po części zależy od włókien sprężystych, które w nich są zawarte (głównie w zwieraczu pęcherza moczowego) również ciągle się znajdują w stanie skurczu, gdyż po ich przecięciu lub paraliżu osłabia się znacznie ich czynność. Nastroj czyli tonus mięśni tułowia jednak nie istnieje; kurczenie się mięśni przeciętych i mięśni przeciwnicznych nie zależy od wpływu nerwów czyli inervacji, lecz jak to *Heidenhain* wykazał, pochodzi ono z samej sprężystości mięśni. *Brondgeest* zrobił doświadczenia, z których zdaje się wynikać, że zginacze (*flexores*) ciągle cokolwiek się kurczą w skutek pewnego rodzaju odruchu (*reflexus*) t. j. pod wpływem nerwów czucia, które sprawiają w rdzeniu pancerzowym słabe pobudzenie nerwów ruchu, lecz ten nastrój znacznie się odróżnia od nastroju jakiego dawniej przyjmowano; ostatni właśnie zależy od sprężystości mięśnia.

Sprężystość i napięcie mięśni w organizmie jest potrzebne do utrzymania równości i jednostajności ruchów; bez takowej ruchy nie powstawałyby i nie ustawałyby wraz z inervacją, i siła mięśniowa zbytby się zużywała, aby przedłużenie mięśnia wówczas powstające, zrównoważyć przed rozpoczęciem każdego skurczu. Ciekawe są doświadczenia odnoszące się do różnicy sprężystości mięśni podczas skurczu i rozkurczu; mięśnie skurczone okazują mniejszą sprężystość niż mięśnie spoczywające t. j. mięśnie pobudzone i skurczone można łatwiej rozprężyć, ta sama siła (np. ciężar) więcej je przedłuży, niż mięśnie znajdujące się w stanie spoczynku. To

dowodzi, że drobinkowy skład mięśnia spoczywającego podczas skurczu się zmienia.

Każdy mięsień kurczący się, bądź to przy inercji zwyczajnej bądź to przy sztuczném drażnieniu, wydaje właściwy słaby szmer pochodzący z drgania włókien. Nadmieniliśmy, że każdy skurcz tępcowy i normalny dowolny ruch mięśnia, zdaje się być złożonym z szeregu drgań powtarzających się w bardzo krótkich odstępach czasu, a drganie to, udzielające się przyrządom ucha służącym do przewodniczenia falistego ruchu powietrza, przedstawia się naszej wyobraźni jako ton. W mięśniach sztucznie tępcowanych ton jest często dosyć głośny, a wysokość tonu zdaje się odpowiadać liczbie drgań tworzących się w przyrządzie użytym do pobudzenia mięśnia np. w aparacie galwaniczno-indukcyjnym; im mniejsza jest liczba tych drgań, tém niższe są tony mięśnia i odwrotnie. W mięśniach kurczących się w żyjącym organizmie pod wpływem woli, wysokość tonu jest zawsze równa, nie zależna od długości i objętości mięśnia, z czego wypada, że czynność nerwu składa się zawsze z równej liczby chwilowych spraw inercyjnych. Pierwszy czyli systoliczny ton serca pochodzi prawdopodobnie od drgania kurczących się włókien w mięśniu sercowym.

Co do pracy, którą mięśnie mogą wykonać, to i tu jak wszędzie oznacza się ona przez iloczyn z poruszanego pewnego ciężaru i wysokości, do której przy jednorazowém skurczeniu mięśnia takowy został podniesiony. Im dłuższe są mięśnie, tém bardziej mogą się skurczyć, lecz siła ich nie jest wielka, nie mogą pokonać wielkich oporów lub poruszyć znacznych ciężarów, jeżeli objętość ich jest mała. Siła mięśnia jest odpowiednia do jego grubości, im mięsień jest grubszy, tém większe opory może zwyciężyć; lecz jeżeli mięsień jest gruby ale krótki, to udźwignie wielki ciężar, ale wysokość podniesienia będzie mała. Praca długiego cienkiego mięśnia może więc zrównać pracę mięśnia krótkiego a grubego. Mięsień krzepki podnosi tylko ciężary pewnej wielkości aż do najwyższego stopnia, do którego może się skurczyć; więcej obciążony mięsień słabiej się kurczy, a przy pewném obciążeniu mię-

sień tylko się napręży, lecz ciężaru już nie poruszy; ciężar taki równoważący siłę mięśnia czynnego, nazwany jest miarą statycznej siły mięśnia. Mięsień znużony może się skurczyć, lecz już nie poruszy takich ciężarów, które dźwigał w stanie krzepkim, lecz tylko ciężary lżejsze.

Ciekawe są doświadczenia zrobione w ostatnich czasach w celu objaśnienia różnych stosunków przy kurczeniu się mięśni, jako to: stosunku pobudzenia nerwu do pobudzenia mięśniowego; szybkości, z jaką stan pobudzenia się rozchodzi w nerwach i mięśniach; czasu, który jest potrzebny do wywołania skurczu po skutecznioném pobudzeniu i do wykonania rozkurczu; stosunków przebiegu skurczu i rozkurczu; stosunku siły skurczu w mięśniach krzepkich i znużonych do siły pobudzenia; przyczyn i praw w zmianach pobudzalności nerwów i mięśni i t. p. Doświadczenia te wykazały, że wszystkie sprawy w mięśniach i nerwach są podległe pewnym prawom, tak samo jak objawy w martwej materji, że stoją w pewnym stosunku do praw fizycznych i dają się matematycznymi wzorami dość dokładnie określić. Z powodu jednak, że te doświadczenia po większej części się odnoszą do mięśni pobudzonych za pośrednictwem elektryczności, że są zrobione na nerwach i mięśniach żab, a to nawet na mięśniach zupełnie wyciętych z ciała, więc nie znajdujących się w normalnym związku z organizmem żyjącym, i że zresztą dla objaśnienia fizjologicznych spraw dotychczas nie przyniosły wielkiej korzyści, możemy je tu opuścić. Owe doświadczenia dały nam tylko pewność, że sprawy żywotne w mięśniach zależą od działania sił fizyczno-chemicznych i odbywają się według tych samych praw, którym podlega materja w ogólności.

Sprawy przemiany materji w mięśniach spoczywających i kurczących się, rozebraliśmy w rozdziale o chemicznym składzie mięśni; tamże nadmieniliśmy o podwyższeniu się ciepła w mięśniach skurczonych.

Tworzenie się, rośnienie, odnawianie i rozpadanie tkanki mięsnej. Włókna mięsne tworzą się z okrągławych komórek, które się znajdują w średnim listkowym zaczątku powstającego zarodka. Komórki te, pochodzące z kulek przewężnych t. j.:

z komórek utworzonych przez dzielenie się czyli przewężanie jajka zapłodnionego, przedłużają się, przeobrażają się w komórki owalne, następnie w komórki wrzecionowate, rosną, zamieniają swą treść ziarnistą na dość jednolitą gęstą substancję kurczliwą, i przyjmują nareszcie formę spłaszczonych wrzecionowatych włókien. Takim sposobem tworzą się włókna mięsne gładkie, które układając się obok siebie tworzą pęczki, a pęczki połączone za pośrednictwem tkanki łącznej składają tkankę mięsną. Włókna poprzecznie prążkowane rozwijają się z początku podobnie jak włókna gładkie, a doszedłszy do opisanego stopnia rozwoju zgadzają się co do formy prawie zupełnie z włóknami mięsnymi gładkimi. U zarodka ludzkiego liczącego 7—8 tygodni znajdują się właśnie takie włókna, które mało się odróżniają od włókien mięsnych gładkich. Powyższy opis rozwijania się włókien poprzecznie prążkowanych jest obecnie przez wszystkich prawie badaczy za prawdziwy uznany, o następnych stopniach rozwoju przeciwnie zdania są bardzo podzielone.

Dla objaśnienia znaczenia omięsnej i jąder mięśniowych, przytoczono już powyżej różne zdania o tworzeniu się włókien poprzecznie prążkowanych i właściwość lub niewłaściwość tych zdań krytycznie rozebrano. Możemy się tu dla tego ograniczyć tylko na powtórzeniu dwóch główniejszych przypuszczeń, które są przyjęte przez jedne lub drugie stronnictwo badaczy. *Re m a k, L e b e r t, K o e l l i k e r* i inni utrzymują, że owe wrzecionowate włókna u zarodków prosto się zamieniają na włókna poprzecznie prążkowane, że każde rozwinięte włókno utworzyło się z jednej komórki i odpowiada wrzecionowatemu włóknu u zarodka, które jest podobne do włókna mięsnego gładkiego również pochodzącego z pojedynczej komórki. Zawartość włókna prążkowanego, składająca się z wielkiej ilości nitek i jąder, odpowiada według tego przypuszczenia zawartości włókien mięsnych gładkich, złożonej z dość jednolitej substancji kurczliwej i pojedynczego jądra, a omięsna odpowiada wątpliwiej błonie włókien gładkich. *R e i c h e r t, H o l s t, L e y d i g* i *M a r g o* przeciwnie przypuszczają, że komórki wrzecionowate u za-

rodka łącząc się ze sobą tworzą pęczki; pęczki te otaczają się pochwą złożoną z tkanki łącznej, komórki w pęczku przeobrażają się powoli i zamieniają się na substancję nitkowatą i poprzecznie prążkowaną, a pochwa pęczka zamienia się na omięsną. Włókna poprzecznie prążkowane odpowiadają więc według tego zdania pęczkom włókien mięsnych gładkich, a omięsna przedstawia pochwę tych pęczków; zawartość włókien prążkowanych tworzy się zatem przez połączenie licznych wrzecionowatych komórek, które podług *Reicherta* zamieniają się na nitki. Trudno rozstrzygnąć, które zdanie jest właściwsze, gdyż jedno i drugie stronnictwo opiera swe twierdzenia na niedostatecznych spostrzeżeniach. Jądra w rozwiniętych włóknach poprzecznie prążkowanych nie znajdują się w nitkach, lecz leżą pomiędzy nitkami, nie są także zawarte w komórkach, jak to różni badacze przypuszczają np. *Boettcher*, *Billroth*, *Weber*, *Szelkow*, *Frej*, którzy te twory uważają za jądra zawarte w komórkach tkanki łącznej, albo *Margo*, który je uważa za jądra małych komórek znajdujących się pomiędzy nitkami i służących do tworzenia substancji kurczliwej (nazywa je dla tego sarkoplastami), lecz jądra są wolne i leżą w małych wrzecionowatych wydrążeniach pomiędzy nitkami albo pomiędzy omięsną i substancją kurczliwą. W rosnących mięśniach widać liczne włókna zawierające długie rzędy prawie bezpośrednio obok siebie ułożonych jąder; ilość jąder jest nadzwyczajnie powiększona, tu i owdzie widać wyraźnie jądra dzielące się, a czasem cały szereg jąder zdaje się być ułożony w rodzaju rurkowatego wydrążenia we włóknie, które wyraźnym konturem jest odgraniczone od substancji kurczliwej prążkowanej. Te fakta sprzeciwiają się przypuszczeniu, że nitki się tworzą z komórek; zdaje się nawet, że nitki się tworzą z substancji, która otacza szeregi jąder i w rozwijających się włóknach coraz więcej znika. Obecność jąder we włóknach poprzecznie prążkowanych zamiast komórek, i sposób ich rozmnażania się, również nie przemawia za przypuszczeniem o pochodzeniu włókien z pęczków wrzecionowatych komórek, tak samo jak doświadczenia, które dowodzą, że w mięśniach rosnących,

włókna napełnione nadmienionymi szeregami rozmnażających się jąder dzielą się podobnie jak komórki. Zdaje się więc, że przypuszczenie o pochodzeniu włókien poprzecznie prążkowanych z jednej komórki jest właściwsze. Zważywszy jednak, że u zwierząt niższych np. u różnych owadów, mięśnie często z samych nitek się składają a włókna otoczone omięsną tam wcale nie istnieją, że owe nitki są bardzo podobne do włókien znajdujących się w mięśniach młodych zarodków i do włókien mięsnych gładkich, nie można odmówić wszelkiej słuszności przypuszczeniom, według których włókna poprzecznie prążkowane się tworzą z pęczków komórek wrzecionowatych. Dopóki prosta przemiana komórek wrzecionowatych na włókna poprzecznie prążkowane nie jest z dokładnością wykazana i dopóki możność tworzenia się omięsnej z tkanki łącznej na około pęczków komórek nie jest zbita, dopóty trzeba jednemu i drugiemu przypuszczeniu przyznać równe znaczenie.

Badając mięśnie u zarodków starszych od 8 tygodni i więcej jeszcze rozwiniętych, znajdujemy prócz opisanych krótkich wrzecionowatych komórek różne stopniowe przemiany rozwijających się włókien. Widać tam krótkie wrzecionowate komórki z jednym jądrem, które już są opatrzone poprzecznymi prążkami; dalej włókna długie i cienkie prążkowane lub gładkie, zawierające kilka jąder; nareszcie grube i długie włókna z poprzecznymi prążkami i licznymi jądrami rozsypanymi po całej zawartości. Nie można było dotychczas rozstrzygnąć, czy grube i długie włókna utworzyły się przez rośnienie pojedynczych wrzecionowatych komórek, albo czy kilka takich komórek ułożyło się obok siebie i zrastając utworzyły najprzód długie nitki z kilkoma jądrami, a nitki zrastające utworzyły grube włókna. Przez rozwiązanie tego pytania rozstrzygnie się cała kwestja o tworzeniu się włókien poprzecznie prążkowanych. W zarodkach z piątego miesiąca włókna mięsne okazują już wszystkie charakterystyczne własności włókien poprzecznie prążkowanych; od tego czasu włókna już nie zmieniają się, tylko objętość i długość włókien powiększa się. Wzrost pojedynczych włókien nie ustaje po urodzeniu się

dziecięcia, lecz trwa dopóty, dopóki organizm zupełnie się nie rozwinął.

Zachodzi teraz pytanie, jakim sposobem odbywa się wzrost uformowanych włókien, jakim sposobem tworzy się powiększona zawartość nitkowata i nowe jądra? Można w tym względzie robić różne przypuszczenia. Nitki mogą się utworzyć z małych rozmnażających się komórek, które się przedłużają i zamieniają na nitki; jądra mięśniowe mogą być zawarte w takich komórkach twórczych, a po uformowaniu nitek znikają; albo z treści komórkowej tworzy się większa ilość nitek, a jądro albo znika, albo pozostaje pomiędzy utworzonymi nitkami. Przypuszczenia te nie są właściwe, gdyż włókna nie zawierają komórek, lecz tylko jądra. Lepszą teorię podał M. Schultze, który utrzymuje, że jądro tworzy ciągle około siebie nową substancję, która nie jest otoczona błoną komórkową i na obwodzie zamienia się na substancję kurczliwą; lecz Schultze popełnia błąd przypuszczając, że ów materiał twórczy znajdujący się na około jąder stanowi treść komórkową (*protoplasma*), i że jądra otoczone bryłką takiej treści reprezentują komórki. We włóknach mięsnych rosnących, powiększa się ilość substancji kurczliwej, omięsna rozszerza się i jądra rozmnażają się przez dzielenie, lecz nie istnieją tam żadne komórki. Jądra wywierają prawdopodobnie wielki wpływ na formowanie się substancji kurczliwej, lecz to nie upoważnia nas, aby im przypisywać znaczenie komórek. Sze-regi rozmnażających się jąder leżą często w powyżej już nadmienioném kanalikowém wydrążeniu w środku włókna i są otoczone galaretowatą, drobnoziarnistą massą; ten materiał zmienia się na obwodzie w substancję kurczliwą i coraz więcej znika.

Mięśnie nie rosną tylko przez powiększenie i rozszerzenie się włókien, lecz Budge wykazał, że ilość włókien znacznie się powiększa w rosnących mięśniach. Istnieje więc możność tworzenia się nowych włókien w mięśniach już uformowanych. Zachodzi teraz pytanie, jakim sposobem to się dzieje? Tworzenie się włókien nowych może nastąpić albo przez dzielenie się już rozwiniętych włókien, albo przez rozwijanie

się włókien z młodych komórek twórczych. *Margo* utrzymuje, że w mięśniach pomiędzy włóknami poprzecznie prążkowanymi znajdują się małe owalne komórki (sarkoplasty), które służą do tworzenia nowych włókien mięsnych. Lecz w powiększających się mięśniach rozwiniętego organizmu nie znajdują się żadne stopniowe przemiany komórek wrzecionowatych na włókna poprzecznie prążkowane, więc owe przypuszczenie nie może się odnosić do mięśni już uformowanych. W mięśniach zarodków przeciwnie znajdują się pomiędzy rozwiniętymi włóknami utwory włókienkowate różnej formy i wielkości, które odpowiadają różnym stopniowym przemianom rozwijających się włókien. Utwory te są zawarte w galaretowatej tkance łącznej, która włókna mięsne ze sobą spaja i pęczki włókien w formie pochw otacza. Młode wrzecionowate komórki mięsne są tak podobne do komórek owiej galaretowatej tkanki, że trudno je rozróżnić, a nawet być może, że komórki tkanki galaretowatej w zarodku zamieniają się na komórki mięsne. W organizmie rozwiniętym komórki tkanki łącznej nie posiadają takiej władzy przeobrażania się, chyba tylko w stanie patologicznym. *Budge* i *Weissmann* wykazali, że włókna mięśni rozwiniętych normalnie się rozmnażają przez dzielenie się. We włóknach przeznaczonych do dzielenia się, rozmnażają się najprzód jądra i układają się w długich szeregach, następnie przewiązuje się substancja kurczliwa pomiędzy równoległymi szeregami jąder, tu i owdzie powstają we włóknie szczeliny, które coraz więcej się przedłużają, a nareszcie dzieli się całe włókno na dwa lub więcej włókien. Tworzenie się zupełnie nowych włókien mięsnych poprzecznie prążkowanych w miejscach, w których nie mogły się utworzyć przez dzielenie się, dotychczas bardzo mało obserwowano; *Rokitánsky* znalazł nowo utworzone włókna mięsne w patologicznej narosli jądra, *Virchow* w narosli jajnika, a *Billroth* także w narosli jądra. W ranach mięśniowych nie tworzy się nowa tkanka mięsna, lecz zabliznienie odbywa się za pośrednictwem tkanki łącznej.

Niewiadomo, jakim zmianom ulegają włókna w mięśniach czynnych, czy po silném i długotrwałém kurczeniu się następuje

rozkład i odnowa włókien i czy w takim razie zmiana włókien jest zupełna albo tylko częściowa. Zdaje się, że włókna mięsne są dosyć stałe i przy czynności nie rozkładają się tak, jak komórki nabłonkowe; pomiędzy włóknami dojrzałego zdrowego mięśnia znajduje się tylko bardzo mała ilość rozkładających się włókien. Na poprzecznych przecięciach starych mięśni widać czasem miejsca włókien napełnione tkanką łączną; to nam dowodzi, że włókna rzeczywiście się rozkładają i na miejscu ich tworzy się tkanka łączna, lecz zmiana ta musi być bardzo rzadka, gdyż ilość tak zmienionych włókien jest dość nieznaczna. Inaczej zachowują się nitki, które prawdopodobnie ulegają bardzo żwawej zmianie. W mięśniach mało albo wcale nieczynnych widać więcej włókien skłaniających się ku rozkładowi i napełnionych licznymi ziarnkami, niż w mięśniach często i silnie się kurczących. To prawdopodobnie na tém zależy, że ziarnka powstające przez rozkład nitek rozpuszczają się w mięśniach czynnych prędzej niż w mięśniach nieczynnych, a w miejsce tych części, które wsiąkają do naczyń, wstępują nowo tworzące się nitki. Przypuszczenia te jednak nie są oparte na dostatecznych doświadczeniach.

Z patologicznych zmian tkanki mięsnej, składającej się z włókien poprzecznie prążkowanych, najczęstsze są przerost i stłuszczenie. Patologiczny przerost może być hyperplazją albo hypertrofią. Hyperplazja czyli przerost w skutek nadzwyczajnego rozmnażania i nagromadzenia się włókien, bardzo rzadko się zdarza. Przerost następuje zwykle tylko przez nadzwyczajne rozszerzenie się włókien czyli hypertrofię jak np. w sercu. Zawartość włókien nadzwyczajnie rozszerzonych jest zwykle zmieniona w tłuszcz. Stłuszczenie włókien następuje także po sparaliżowaniu nerwów mięśniowych i przy innych jeszcze warunkach. Tłuszcz tworzy się prawdopodobnie z rozpadających i zmieniających się nitek i przedstawia się w formie mnożących się rzędów ziarenek. Przy zwykłym zaniku (atrofia) zwężają się włókna, tracą pozór prążkowany i napełniają się żółtawymi lub brunatnymi ziarnkami; nareszcie znika zupełnie zawartość włókien, a na miejsce ich tworzy się tkanka łączna. O tworzeniu się kulek podobnych do ciałek

ropnych w saméj zawartości włókien powyżéj już nadmieniliśmy; kulki te czyli komórki powstają przy zapaleniu lub przy rakowéj zmianie mięśnia. Przy ropieniu tworzy się ropa głównie z tkanki łącznéj, która się znajduje pomiędzy włóknami lub pęczki włókien otacza. Z téj saméj tkanki tworzy się tkanka kostna, która czasem się znajduje w mięśniach patologicznie zmienionych. Same włókna ulegają tylko przemianie zwapnienia. Nareszcie wypada nadmienić, że różne wnętrzaki czasem się osadzają w samych włóknach albo pomiędzy nimi jak np. *Trichina spiralis*.

Przemiana włókien mięsnych gładkich zdaje się być częstszą i łatwiej następuje, jak przemiana włókien poprzecznie prążkowanych; tam częściej znajdują się włókna przerastające i rozkładające się; lecz czynność włókien gładkich nie jest połączona z rozkładem starszych włókien i tworzeniem się nowych. W macicy ciężarnéj odbywa się najżywsza i najznaczniejsza przemiana włókien mięsnych gładkich. Komórki czyli włókna mięsne powiększają się tam nadzwyczajnie (7—11 razy) i zarazem tworzy się znaczna ilość nowych komórek. Po położu napełniają się włókna powiększone drobnymi ziarnkami (prawdopodobnie tłuszczowemi), rozpadają się i nareszcie zupełnie znikają; w 3 tygodnie po położu znajdują się w macicy takie same włókna, jak w macicy prawiczek. Włókna mięsne tworzą się w organach rozwiniętych zupełnie takim samym sposobem, jak w zarodku, t. j. komórki okrągławe lub owalne rozmnażają się, przedłużają się i przyjmują nareszcie formę włókien wrzecionowatych spłaszczonych. W nowotworach znajdują się często nowo powstałe włókna mięsne gładkie.

VI. O tkance nerwowej.

Tkanka nerwowa ze wszystkich utworów tkankowych najwięcej jest złożoną. Układ nerwowy reguluje i przewodniczy wszystkim czynnościom organizmu, wywołuje ruchy i rodzi zmysłowe spostrzeżenia, a jako narzędzie duszy wyrabia objawy czynności umysłowej. Zważając na te rozmaite i dziwne sprawy owych organów, można się nawet już domyślać, że skład ich musi być nadzwyczaj zawikłany. Ale nie tylko budowa złożonych organów, nie tylko sposób połączenia pierwiastków nerwowych w owych organach jest bardzo zawikłany, lecz same pierwiastki nerwowe są tak rozmaite i tak delikatne, że wykazanie ich składu i znaczenia należy do najtrudniejszych zadań Histologii. Mimo najobszerniejszych poszukiwań i najstaranniejszego rozbioru części nerwowych, nauka o tkance nerwowej najmniej jeszcze jest rozwinięta. Prawda, że w ostatnich latach nasze wiadomości co do tkanki nerwowej znakomicie się zbogaciły, poszukiwania pod względem składu organów nerwowych ośrodkowych (głównie przez naukowe prace szkoły Dorpackiej) otrzymały stałą podstawę, a nauka o połączeniu włókien nerwowych z komórkami i nauka o obwodowym zakończeniu włókien została znacznie poprawioną; wszystko to jednak nie wystarcza, aby najprostsze nawet doświadczenia fizjologiczne z dokładnością objaśnić, aby nam podać anatomiczną podstawę do wykazania drogi, na której różne objawy żywotne występują. Niektóre anatomiczne stosunki są jeszcze bardzo wątpliwe, zdania najznakomitszych badaczy w tym względzie są jeszcze bardzo podzielone, a często nawet zupełnie sobie przeciwne; o innych stosunkach nie mamy jeszcze żadnego wyobrażenia, jak np. o zakończeniu nerwów w gruczołach. Histologia utworów nerwowych pozostawia więc jeszcze obszerne pole do przyszłych badań i odkryć, można tam wyrobić sobie imię

przez rozwiązanie najgłówniejszych kwestji. Skreślenie histologii organów nerwowych należy z tych samych przyczyn do najtrudniejszych zadań autora; ilość kwestji rozstrzygniętych jest nadzwyczaj mała, a literatura tego przedmiotu jest bardzo obszerna; wszędzie napotykamy na przeciwne sobie zdania, które nie dają się ze sobą pogodzić, gdyż się opierają na odmiennych spostrzeżeniach, a dla rozstrzygnięcia tych kwestji przez własne doświadczenia trzeba by całe życie poświęcić wyłącznie studjom układu nerwowego. Rozwinięcie różnych przypuszczeń i dowodów napęłniłoby obszerne dzieło, a praca taka nie przyniosłaby żadnej korzyści dla objaśnienia spraw żywotnych w organizmie. Trzeba więc się ograniczyć do wybierania niektórych tylko faktów, przyłączyć do tego najprawdopodobniejsze spostrzeżenia, a resztę kwestji lepiej przedstawić jako rzecz wątpliwą, niż zrobić przypuszczenia, które wkrótce mogą się okazać mylnymi.

Mówiąc o tkance nerwowej nie można jęj właściwie traktować jako złożoną ze samych tylko pierwiastków nerwowych, albowiem wyraz tkanka nerwowa w stosunku do siebie, jest tém, czém tkanka mięśniowa w stosunku do mięśni. Jak w mięśniach pierwiastki kurczliwe za pośrednictwem tkanki łącznej ze sobą są spojone, tak i utwory nerwowe nie są złożone ze samych pierwiastków nerwowych, lecz tak zwana tkanka nerwowa składa się z pierwotnych części nerwowych i z substancji spajającej. Tę ostatnią substancję uważają niektórzy badacze za właściwą formę substancji nerwowej, inni przypuszczają, że należy do utworów tkanki łącznej. W miejscach, gdzie owa substancja jest uorganizowana, gdzie się składa z komórek lub jąder i z galaretowatej substancji międzykomórkowej, można jęj przyznać charakter tkanki łącznej zarodkowej; lecz w innych miejscach nie okazuje ona żadnego utkania, przedstawia się jako prosta substancja spajająca (więc nie jako oddzielna tkanka) i zdaje się należeć do utworów nerwowych.

Odróżniamy zwykle dwie główne formy pierwiastków nerwowych, z których wszystkie organa nerwowe są złożone t. j. komórki i włókna nerwowe. Te pierwiastki są ze sobą połą-

czone za pośrednictwem nadmienionej substancji spajającej czyli tkanki łącznej zarodkowej i w ogólności tak są ułożone, że część ośrodkowa układu nerwowego zawiera głównie komórki, część obwodową przeciwnie głównie się składa z włókien. To co w anatomii opisowej zwykle się oznacza wyrazem nerw (bądź to pnia nerwowego, bądź gałązki), składa się z większej lub mniejszej ilości równoległych, ze sobą połączonych i wspólną pochwą otoczonych włókien nerwowych. Podobny skład okazuje tak zwana substancja biała w mózgu i rdzeniu pacierzowym. Substancja szara w organach nerwowych ośrodkowych i tak zwane zwoje nerwowe (*ganglia*), zawierają głównie komórki nerwowe. Te ostatnie części układu nerwowego przedstawiają organ, w którym skutki działania świata zewnętrznego na układ nerwowy się skupiają i zamieniają się na pojęcie i uczucie, na myśl, wolę i ruch. Nerwy są zwykle uważane jako rodzaj przewodników, które wrażenie otrzymane na obwodowym końcu natychmiast donoszą częściom ośrodkowym i takim sposobem pobudzają komórki; komórki udzielają sobie wzajemnie pobudzenie i przerabiają je właściwym sposobem, a część komórek, która jest połączona z nerwami ruchu, udziela pobudzenie tym nerwom, a nerwy roznoszą je ku obwodowi i wzbudzają czynność mięśni. Lecz sprawy te nie są tak proste, jak przypuściliśmy. Komórki zdają się być prawdziwem siedliskiem czynności nerwowej, a objawy téj czynności zależą raz od łączenia się komórek pomiędzy sobą, a drugi raz od połączenia komórek z organami rządzonemi, np. z organami zmysłowemi, z mięśniami i t. p. Lecz komórki leżące w organach obwodowych np. w siatkówce, nie mogą bezpośrednio się stykać z komórkami w organach ośrodkowych, a komórki w mózgu i rdzeniu nie mogą bezpośrednio się łączyć z mięśniami lub innymi organami obwodowemi; więc było potrzebném, aby komórki innym sposobem zbliżały się do siebie, aby treść ich przedłużyła się, zamieniła się na wypustkę czyli tak zwane włókno nerwowe, i za pomocą takiego włókna połączyła się z treścią innej komórki, z włóknem mięśniami i t. p. To nam wskazuje przyczynę złożonej budowy niektórych organów zmysłowych

np. siatkówki, wskazuje nam także znaczenie komórek w zwojach nerwowych i przy zakończeniach nerwu sympatycznego w sercu, w kiszkaach i innych miejscach. Komórki znajdujące się w częściach obwodowych można uważać za części układu nerwowego ośrodkowego, które z niewiadomych jeszcze przyczyn zostały odosobnione i oddalone od głównego organu. Historia rozwoju daje nam nawet najdokładniejsze dowody, że siatkówka i ucho wewnętrzne powstają prosto z mózgu, że się oddzielają od rozwijającego się mózgu w formie pęcherzyków mózgowych.

Oprócz komórek i włókien znajdują się w układzie nerwowym inne pierwiastki, które niewątpliwie należą do utworów nerwowych, lecz nie wiadomo, jakie im trzeba przypisywać znaczenie. Na obwodowym zakończeniu różnych nerwów zmysłowych, w jamach mózgowych i w kanale środkowym rdzenia pacierzowego znajdują się różne utwory, które po części są podobne do komórek nabłonkowych słupkowatych. Niektóre formy tych komórek mają należeć do pierwiastków nerwowych, a inne są uważane za zwyczajne komórki nabłonkowe. Reszta owych utworów nie okazuje nawet składu komórkowego i odróżnia się znacznie od wszelkich innych pierwiastków tkankowych.

1. Forma i skład morfologiczny pierwiastków nerwowych.

a. *Włókna* czyli *cewki nerwowe* (*fila nervea* s. *tubuli nervei* s. *fibrae nerveae*) nazwane są także *włóknami* lub *cewkami pierwotnymi*. Grubość włókien jest bardzo rozmaita, średnica najcieńszych włókien wynosi około 0,001 mm., najgrubszych

około 0,02 mm., u niższych klas zwierząt kręgowych znajdują się jeszcze grubsze włókna, np. u ryb grubość ich wynosi około 0,04 mm. Grube i średnie włókna znajdują się głównie w nerwach, cienkie są głównie zawarte w mózgu i rdzeniu i w obwodowych zakończeniach nerwów. Odróżniają zwykle dwie główne formy włókien nerwowych t. j. *włókna rdzenne* i *włókna bezrdzenne*.

Włókna rdzenne nazwane także *włóknami ciemnobrzeżnymi* lub *mózgo-rdzeniowymi* (*f. cerebro-spinales*). Włókna te przedstawiają się inaczej w stanie świeżym i normalnym, a inaczej w krótkim czasie po śmierci. Aby je widzieć w stanie normalnym, należy je obserwować pod mikroskopem w przezroczystych częściach zwierząt żyjących jak np. w błonce u nóg

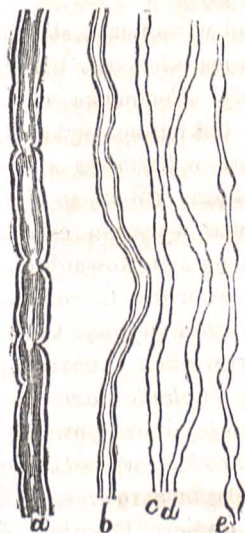


Fig. 51.

żaby; albo można cienkie nerwy świeżo zabitego zwierzęcia szybko rozłożyć na pojedyncze włókna i zaraz je zbadać pod mikroskopem. W ostatnim razie można się przekonać, w jaki sposób włókno po śmierci się zmienia i że jego zawartość krzepnie i rozkłada się. Świeże włókna przedstawiają się pod mikroskopem jako nitki cienkie, miękkie, jednorodne, przezroczyste i bezbarwne, a gdy światło na nich pada z góry, wtedy okazują połysk opalowy. Po śmierci znika jednorodność włókna, delikatne ciemne obrysy (kontury) na brzegach włókna rozszerzają się i nadają włóknu pozór jasnej wstążki otoczonej ciemniejszymi obwódkami (Fig. 51).

Obwódki okazują połysk tłuszczowy, łamią światło mocniej jak środkowa część włókna i posiadają

(Fig. 51). Włókna nerwowe rdzenne; *a* grube, *b* cienkie włókno z podwójnymi obrysami, *c d* włókna cienkie z pojedynczymi prostymi obrysami, *e* włókno paciorkowate. (Z Hist. Freya).

podwójne obrysy t. j. obrys zewnętrzny i wewnętrzny; z tego powodu otrzymały nazwę włókien z podwójnemi obrysami. Lecz nie wszystkie włókna okazują foremne podwójne obrysy; we włóknach rozerwanych zawartość często zdaje się być złożona z nieforemnej ziarnistej masy, tu i owdzie włókno jest zwężone, obwódka przedstawia się czasem jakby zębata albo złożona z nierównych kawałków kruchliwej masy. W innych razach włókna są zupełnie blade, przezroczyste i na pozór jednolite. W cienkich włóknach często podwójne obrysy widzieć się nie dają, brzegi ich są albo proste i ciemne, albo nieforemne; włókna takie nabrzmiewają zwykle w jednym miejscu, a w drugim zwężają się i otrzymują przez to pozór paciorkowaty. Ta ostatnia forma włókien tworzy się głównie w mózgu, rdzeniu, w nerwie wzrokowym i t. p.

Wszystkie te rozmaite formy zależą od właściwego składu włókien rdzennych. Każde takie włókno jest złożone z trzech części: z *pochewki*, *rdzenia* i *nitki osiowej*. Pochewka czyli osłonka, którą *Schwann* pierwszy dokładnie wykazał, otacza miękką i po części płynną zawartość w kształcie sprężystej i giętkiej rurki. Niektórzy badacze (*Valentin*, *Henle* i inni) oznaczają włókna nerwowe wyrazem cewek (*tubuli*), przypuszczając, że one się składają z rurkowatej pochewki napełnionej płynną zawartością; zawartość ta rozkłada się dopiero po śmierci na część stałą i część płynną. Część stałą, znajdującą się zawsze we środku włókna i nazwaną włókieniem osiowem czyli nitką osiową (*Cylinder axis* podług *Purkiniego*) uważają oni za część, która powstaje przez częściowe krzepnięcie płynnej zawartości i wydziela się w formie miękkiej, giętkiej nitki. Nitkę osiową również jak i pochewkę widział już *Fontana*, lecz dopiero *Purkinie* z *Rosenthalem* i *Remak* dokładniej nitkę zbadali. Ostatni nazywa ją rurką czyli wstążką pierwotną. Część płynna czyli rdzeń, który według tego zdania powstaje na sposób surowicy we krwi krzepnącej, otacza zwykle nitkę osiową jako pochwa płynna i wypełnia przestrzeń pomiędzy nitką i pochewką, nazwano dla tego rdzeń także pochwą rdzenną (podług *Purkiniego*). Zważywszy, że włókna

rdzenne w stanie świeżym inaczej się przedstawiają, jak po śmierci, że w świeżych włóknach nie widać ani włókienka osiowego, ani rdzenia, lecz cała zawartość składa się pozornie z jednolitej masy, nie można zupełnie odmówić słuszności tym przypuszczeniom, według których zawartość włókien sztucznie się rozkłada na rdzeń i nitkę osiową. Zmiana formy i pozoru musi koniecznie być skutkiem nienormalnego rozkładu zawartości włókien, musi przynajmniej wynikać z rozkładu albo z pośmiertnej zmiany rdzenia. Lecz to nie dowodzi jeszcze, aby nitka osiowa w świeżym włóknie nie istniała; nitka znajduje się już we włóknach żyjących, ale inaczej tylko jest złożoną, jest ona wtedy przezroczystą, łamie światło równie jak rdzeń, i dla tego nie jest widzialną. Po śmierci rozkłada się nie tylko rdzeń, ale i nitka osiowa; ta ostatnia zmienia się podobnie jak substancja kurczliwa we włóknach umięsnych, traci swą przezroczystość i staje się przez to widzialną. Przypuściwszy nawet, że zawartość włókien nerwowych jest złożona z jednolitej płynnej zawartości, która po śmierci krzepnie i rozkłada się na część stałą i część płynną, nie można zrozumieć, dla czego część zgęszczająca się przyjmuje formę okrągławej nitki i dla czego pozostaje w samym środku włókna, zamiast się osadzać na wewnętrznej powierzchni pochwłki.

Obecnie już prawie wątpić nie można, że substancja składająca nitkę osiową stanowi istotną część włókna nerwowego, że w tej substancji mają miejsce owe sprawy, które są uważane za właściwie nerwowe. Na to mamy różne dowody, i tak: zawartość komórek nerwowych przechodzi bezpośrednio w nitkę osiową; nitka osiowa okazuje podobne własności chemiczne jak treść komórek; na początku włókna t. j. w miejscu łączenia się jego z komórką, włókno rzadko zawiera rdzeń; tak samo nie znajduje się rdzeń w obwodowych zakończeniach różnych włókien rdzennych; niektórzy badacze przypuszczają nawet, że ani na początku ani na końcu istotna część włókien czyli nitka osiowa często nie jest otoczona pochewką włókna, lecz odosobniona nitka łączy się z komórką nerwową i z organem obwodowym. Zdaje się więc, że rdzeń we włóknach należy do części dodatko-

wych i podrzędną odgrywa rolę. Spostrzegamy go głównie w tych częściach włókna, które przebiegają przez miejsca małych naczyń zawierające np. w nerwach; w substancji szarej mózgu i rdzenia obfitującej w naczynia, i w zakończeniach obwodowych także dostatecznie opatrzonych naczyniami, włókna zwykle się składają z samej nitki osiowej. Być może, że rdzeń stanowi tylko materiał odżywczy i zużywa się przy czynności nerwowej, podobnie jak w mięśniach kurczących się głowic nie się rozkładają substancje bezazotowe. Niektórzy badacze (Schultze, Bowman, Remak) zauważają, że w pewnych miejscach zupełnie odosobnione nitki osiowe t. j. nitki nie otoczone ani rdzeniem, ani pochewką włókien np. w siatkówce; jeżeli te spostrzeżenia nie są mylne, to wypadają, że nitka osiowa w stanie świeżym nie może być zupełnie płynna, lecz musi być stężona albo przynajmniej galaretowata. Różne nowsze doświadczenia wykazały, że świeże delikatne nitki osiowe są bardzo miękkie, rozciągliwe i przezroczyste, że tylko w cieczy wodnej oka (*humor vitreus*) dobrze się zachowują, a w czystej wodzie natychmiast się niszczą; różnym roztworom i cieczom, w których białko krzepnie, zgęszczają tak, że nitki osiowe, nadają im czasem formę paciorkowatą i robią je tak stałymi, że można je następnie z łatwością poszukiwać. Badając świeże kawałki układu nerwowego ośrodkowego niższych zwierząt kręgowych np. ryb albo płazów, łatwo przekonać się można, że początki włókien nerwowych zawierają same tylko nitki osiowe (t. j. bez rdzenia) składające się z podobnej substancji jak treść komórkowa. Substancja ta w stanie świeżym jest miękka, drobnoziarnista, galaretowata i dosyć przezroczysta; powoli jednak (prędzej pod wpływem wody lub odczynników chemicznych) tężeje, mętnieje i traci swą przezroczystość. Ostatnie te doświadczenia dowodzą nam, że nitka osiowa w stanie świeżym nie jest płynna, lecz miękka, giętka, galaretowata, a po śmierci zmienia się podobnie jak substancja kurczliwa w mięśniach t. j. krzepnieje.

We włóknach zawierających rdzeń, nitkę osiową wyraźnie widzieć nie można; dla dokładnego wykazania nitki trzeba

wprzód oddalić rdzeń. Z włókien przerwanych czasem rdzeń zupełnie się wylewa i pozostawia w pochwie samą nitkę osiową. Lecz trudno tę ostatnią poznać, dopóki się nie zgęszczy; włókno przedstawia się jakby złożone z jednolitej masy albo z samej przezroczystej pochwki. W takim razie najlepiej zwilżyć preparat roztworem jodu, w którym nitka się kureczy, tężeje i przyjmuje kolor ciemno-żółty lub brunatny; brzośy zwężonej nitki osiowej natenczas wyraźnie występują. W eterze rozpuszcza się rdzeń, a nitka osiowa kureczy się i tężeje; można więc za pomocą eteru dokładnie wykazać nitkę osiową. Najlepszy sposób do wykazania nitki osiowej podał t. j. p. f l ü g e r: nerw rozdziergany za pomocą igieł i rozpostarty na suchém szkiełku przedmiotowém zwilża się kroplą Colloidalium i szybko się przykrywa cienkiem szkiełkiem; eter nie rozpuszczający się tu tak szybko jak w stanie wolnym, rozpuszcza całą rdzeń nerwowy i pozostawia doskonale widzialne nitki osiowe. Czasem udaje się zupełnie odosobnić nitkę osiową, jeżeli nerw przez kilkanaście godzin był zachowany w płynach, w których nitka osiowa twardnieje, np. w wysokoku, w roztworze chlorku rtęci i t. p. Najlepiej w takim razie użyć roztwór kwasu chromnego (podług M. Schultze roztwór zawierający na 3000 części wody 1 część kwasu chromnego) lub dwuchromianu potażu (na 1000 części wody 3 części dwuchromianu potażu). W preparatach tak przygotowanych widać często włókna w których pochwka się zerwała, nitka osiowa przeciwnie została niezmieniona i nie tylko w środku włókna jest widzialna, lecz wystaje nawet z końca przerwanej pochwki (Fig. 52). Najłatwiej można takie preparata otrzymać z nerwu słuchowego ryb np. szczupaka. Z części nerwowych stwardnionych w roztworze kwasu chromnego lub dwuchromianu potażu można łatwo sobie przygotować skrawki, w których widać poprzeczne i podłużne przecięcia włókien nerwowych. Jeżeli takie preparata zwilżać się amoniakalnym roztworem karminu, to nitka osiowa zabarwi się ciemno-różowo, a pochwka i rdzeń słabo albo wcale się nie ukolorują. Na przecięciach poprzecznych widać wtedy jasne kółka otaczające różowe okrągłe ziarnka t. j. prze-

cięcia poprzeczne nitek osiowych, a na podłużnych przecięciach widać delikatne różowe nitki.

Re m a k utrzymuje, że nitka osiowa nie składa się z jednorodnej stałej masy, lecz podczas życia jest złożona z płyn-

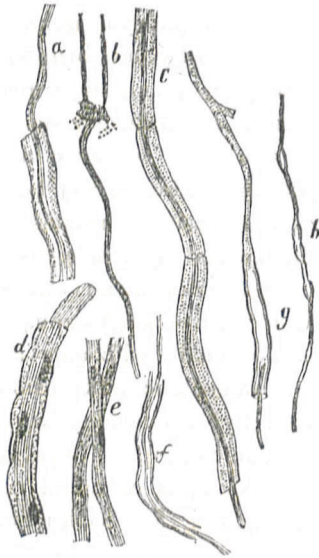


Fig. 52.

nej substancji otoczonej [delikatną, mocną, włókienkowatą pochewką; nazywa ją dla tego cewką osiową. Jeżeli w różnych organach rzeczywiście istnieją wolne nitki osiowe (t. j. nie otoczone rdzeniem i pochewką nerwową, jak to niektórzy badacze przypuszczają), to zdanie Re m a k a jest dość słuszne, gdyż paciorkowata forma nitek inaczey powstać nie może, jak tylko przez nagromadzenie płynnej albo przynajmniej rzadkiej galaretowatej substancji w różnych miejscach rozprężliwej rurki. Być może, że nitka osiowa ku zewnątrz jest złożona z gęstszej masy, niż ku we-

(Fig. 52). Nitki osiowe; *a* pochewka otaczająca nitkę osiową, która przy górnym końcu zupełnie jest odosobniona; *b*, włókno ciemno-brzeźne, z którego występuje rdzeń i długa nitka osiowa wystaje; *c* włókno, z którego za pomocą Colloidium oddalono rdzeń, widać tam nitkę osiową i drobno-ziarnistą pozostałość rdzenia; *d*, włókno bezrdzenne wzięte z minoga (*Petromyzon*), z pochewki rozerwanej wystaje gruba nitka osiowa wypełniająca prawie całe włókno, a pomiędzy pochewką i nitką widać jądra; *e*, dwa włókna bezrdzenne czyli szare z nerwu węchowego cielęcia; *f*, cienkie włókno z nitką osiową; *g*, włókno berdzenne czyli wypustka komórki zamieniająca się na włókno rdzenne, u dołu wystaje nitka osiowa, a u góry widać oderwany kawałek bocznej gałęzi; *h* delikatne paciorkowate włókno, w którym ledwie można poznać nitkę osiową. (Z *Hist.* Freya).

wnątrz; zewnętrzna warstwa może być gęstsza od substancji środkowej, może nawet być prążkowana, lecz prawdopodobnie nie stanowi oddzielną błonki. U niektórych zwierząt np. u raka, spostrzeżono kilka nitek osiowych otoczonych jedną pochewką nerwową gdzie pewne włókna odznaczają się swą grubością i są dość podobne do włókien rdzennych zwierząt kręgowych; lecz zachodzi pytanie, czy owa pochewka rzeczywiście odpowiada pochewce pojedynczych włókien. Czermak obserwował u jesiotra widełkowato rozgałęziające się nitki osiowe w jednym włóknie.

Pochewka włókien nerwowych jest jednolita, szklista, przezroczysta, bezbarwna i bardzo sprężysta. Błonka ta więc jest bardzo podobna do szklistych i sprężystych błon, które należą do utworów tkanki łącznej. Własności mikrochemiczne pochewek nerwowych niemniej się zgadzają z opisaniem własnościami owych utworów. Niektórzy badacze przypuszczają dla tego, że pochewka włókien tworzy się z tkanki łącznej, podobnie jak omięsna (*sarcolemma*). Pochewka nerwowa i omięsna zgadzają się ze sobą zupełnie tak pod względem formy, jak pod względem własności chemicznych, można by zatem pochewkę nerwową właściwie nazwać *onerwium*. Tworzące się włókna rdzenne u zarodka nie odróżniają się wcale od tak zwanych włókien szarych, jakie się znajdują w pewnych nerwach zwierząt rozwiniętych; nie zawierają rdzenia, a pomiędzy pochewką i drobnoziarnistą zawartością znajdują się tu i owdzie podłużne, owalne lub łaseczkowate jądra ułożone równolegle z podłużną osią włókien. Niektórzy Histologowie jednak utrzymują, że te jądra są zawarte w samej pochewce i należą do komórek czyli ciałek tkanki łącznej. Podobne ciała znajdują się we włóknach już więcej rozwiniętych i opatrzonych rdzeniem i nitką osiową; przylegają tam ściśle do wewnętrznej powierzchni pochewki. W organizmie rozwiniętym rzadko udaje się spostrzedz włókno opatrzone jądrami. Jądra włókien mięsnych u człowieka, zwierząt ssących i ptaków również przylegają do wewnętrznej powierzchni omięsnej i dawniej były uważane za ważną część owej błony; wykazaliśmy jednak, że te jądra nie są komórkami

tkanki łącznej, lecz należą do kurczliwej zawartości włókien. Omięsna prawdopodobnie nie zawiera żadnych jąder lub komórek tkanki łącznej, lecz zdaje się, że pochodzi z błony pierwotnych komórek mięsnych. Tak samo i pochewka włókien nerwowych nie należy do utworów tkanki łącznej, lecz tworzy się prawdopodobnie z błony komórek, które zrastając się ze sobą zamieniają się na włókno nerwowe. W komórkach zwojowych połączonych z włóknami nerwowymi widać wyraźnie, że treść komórki przechodzi bezpośrednio w zawartość włókna lub w nitkę osiową, a błona komórkowa przechodzi bezpośrednio w pochewkę włókna. Tkanka łączna opatrzona jądrami lub małymi owalnymi komórkami, otacza czasem komórki nerwowe na sposób wtórnej błony np. w zwojach, ale tkanka ta nie przechodzi w pochewkę włókien nerwowych, lecz w podobną tkankę, która pojedyncze włókna ze sobą spaja. R o b i n nazwał tę tkanekę *Perineurium*.

We włóknach rdzennych łatwo wykazać obecność pochewki, albowiem na końcach świeżego rozerwanego włókna widać wyraźnie, jak płynny rdzeń wylewa się z pochewki na zewnątrz. Po oddaleniu rdzenia za pomocą eteru można łatwo zbadać chemiczne własności pochewki, traktując ją kwasem octowym, jodem, alkaljami i innymi odczynnikami. Jeżeli nerwy mocno się targają i rozciągają, to nitki osiowe we włóknach często się zrywają; widać wtedy w pojedynczych włóknach miejsca zwężone, z których zawartość ustąpiła i samą tylko pochewkę pozostawiła. Podobnym sposobem można wykazać omięsne we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych. Na poprzecznym przecięciu nerwów suszonych lub stwardnionych w kwasie chromnym widać wyraźnie przecięcia pochewek, które jako delikatne kuliste obrysy otaczają przecięcia rdzenia i nitek osiowych. W cienkich włóknach trudno wykazać pochewki. Jeżeli włókna zawierają rdzeń, to obecność pochewki można jednak poznać z ruchów, jakie czasem wykonywa płynna zawartość włókienka. We włóknach przeciwnie, w których pewne części nie są opatrzone rdzeniem i odznaczają się nadzwyczajną cienkością, żadnym sposobem nie można wykazać pochewki, dla tego przypu-

szczają niektórzy badacze, że takie części włókien nie są otoczone pochawkami.

Rdzeń włókien nerwowych w stanie świeżym jest płynny, ale nie bardzo rzadki, wypełnia on przestrzeń pomiędzy pochawką i nitką osiową, a w pobudzalnych nerwach nie jest wcale widzialny. We włóknach martwych albo traktowanych wodą lub odczynnikami chemicznymi rdzeń zgęszcza się, przyjmuje połysk tłuszczowy, łamie mocniej światło i tworzy ciemne brzegi lub podwójne obrysy włókien. Pomiedzy pochawką i nitką osiową nie zawsze powstaje foremna jednolita pochwa rdzeniowa, lecz często rozkłada się rdzeń na drobne cząstki i nadaje przez to włóknu pozór cewki napełnionej kulkami i bryłkami różnej formy i wielkości. W cienkich włóknach otoczonych delikatną pochawką, nabrzmiewają zwykle niektóre miejsca przez nagromadzenie się rdzenia, a inne części włókna zwężają się; takim sposobem tworzy się paciorkowata forma włókien. Na końcach rozerwanych włókien występuje zawsze część rdzenia; substancja ta nie rozpuszcza się w wodzie, lecz skłębia się, pęcznieje i tworzy bryły różnej formy i wielkości. Zwykle przedstawiają się te bryły w formie kul złożonych z warstw spólsrodkowych (podobnie jak ciałka krochmalowe), albo przyjmują formę pęcherzykową lub nawet pozorną formę komórkową. Rdzeń we włóknach zdaje się być złożony z dwóch różnych substancji, z których jedna rozpuszcza się w eterze, a druga wcale nie jest rozpuszczalna. Jeżeli włókna nerwowe zostaną traktowane eterem, to część rozpuszczalna występuje, a w pochewce pozostaje na około nitki osiowej mała ilość drobnoziarnistej masy, która prawdopodobnie należy do substancji białkowatych. W roztworze kwasu chromnego, dwuchromianu potażu i innych płynach, zgęszcza się rdzeń, z początku staje się kruchliwym, a nareszcie tęższe i twardnieje. Na poprzecznych przecięciach nerwów takim sposobem stwardnionych widać czasem, że rdzeń składa się z kilku warstw spólsrodkowo ułożonych na około nitki osiowej. Ten układ być może sztucznie się utworzył przy stwardnieniu rdzenia.

Szczególny jakiś skład rdzenia opisuje Stillin g. Za pomocą bardzo mocnych powiększeń mikroskopu widział on liczne delikatne rurki, które głównie są rzpięte pomiędzy nitką osiową i pochewką włókna, w różnych kierunkach się przeplatają i przynajmniej trzy spółśrodkowe warstwy tworzą; rdzeń nerwowy ma być właśnie zawarty w owych rurkach. Trudno rozstrzygnąć, czy te spostrzeżenia są prawdziwe, lub czy należą do złudzeń optycznych.

Włókna nerwowe rdzenne rozchodzące się z mózgu, rdzenia lub ze zwojów nerwu sympatycznego ku obwodowi, mogą na drodze widelkowato się dzielić i rozłożyć na liczne gałęzie, lecz nigdy nie zlewają się dwa pojedyncze włókienka w jedno włókno ku obwodowi przebiegające. W pniach nerwowych rzadko widać dzielące się włókno, zwykle rozgałęziają się włókna dopiero przy obwodowych zakończeniach. Takie rozgałęziające się włókna widziano przy zakończeniach różnych nerwów czucia i nerwu sympatycznego, lecz głównie znajdują się w mięśniach złożonych z włókien poprzecznie prążkowanych, gdzie podług Reic h e r t a, przez kilkakrotne widelkowate dzielenie się 6—8 włókien ciemnobrzożnych utworzyć się może około 400 nowych cienkich włókienek. Ciekawe jest spostrzeżenie Bilh a r z a, który u elektrycznej ryby Malapterurus w mózgu znalazł komórkę z jedną wypustką; z téj pojedynczej wypustki tworzą się powoli wszystkie włókna nerwowe, które się znajdują w organie elektrycznym, a liczba tych włókien jest niezliczona.

Włókna nerwowe bezrdzenne nazwane są także *włóknami szaremi* lub *nikłobrzeżnemi*, *włóknami zarodkowemi* (gdyż się znajdują u zarodków w miejscach, gdzie później się tworzą włókna rdzenne), *włóknami sympatycznemi* czyli *organicznemi* (z powodu, że głównie się znajdują w nerwie sympatycznym), albo *włóknami R e m a k a* (który pierwszy dokładniej je zbadał). Trzeba przedewszystkiem rozróżnić dwie formy włókien bezrdzennych: prawdziwe włókna szare i włókna bezrdzenne, jakie głównie się znajdują na końcu różnych włókien rdzennych. Koelliker uważa tylko te ostatnie za prawdziwe włókna nerwowe, oprócz tego przyznaje on także

nerwowi węchowemu i nerwom zwierząt bezkręgowych znaczenie nerwów, pomimo że one są złożone z włókien szarych; reszta włókien, które przez innych badaczy, a głównie przez Remak'a, są uważane za utwory nerwowe, składają się podług K o e l l i k e r a z włókienkowatej tkanki łącznej. Według zdania K o e l l i k e r a należą więc głównie do włókien bezrdzennych takie utwory, które są złożone z prawdziwej nitki osiowej; niewiadomo, czy takie włókna są zawsze otoczone pochwą, lub czy istnieją także wolne nitki, jak to niektórzy badacze przypuszczają. Nie można właściwie te utwory uważać za oddzielny rodzaj włókien nerwowych; one stanowią tylko odmienną formę włókien rdzennych. Większa różnica istnieje pomiędzy temi włóknami, które dla uniknięcia pomyłek będziemy oznaczać wyrazem włókien szarych i włóknami rdzennymi. Ową formę włókien bezrdzennych, która tylko brakiem rdzenia się odróżnia od włókien rdzennych, nie potrzebujemy tu szczegółowo rozebrać, gdyż je powyżej już opisaliśmy.

Włókna nerwowe szare są ściślej z sobą połączone, jak włókna rdzenne; nie można je dla tego tak łatwo odosobnić, jak te ostatnie. Nerwy złożone z włókien rdzennych są białe, nieprzezroczyste, podobne do substancji białej mózgu i rdzenia, okazują właściwy połysk, dość znaczną stałość i sprężystość; nerwy szare przeciwnie są podobne do substancji szarj organów nerwowych ośrodkowych, łatwo się niszczą w skutek wielkiej pulchności i miękkości, i zdają się być złożone z półprzezroczystej galaretowatej massy. Pod mikroskopem widać w cienkich nerwach równoległe włókna, które pozornie się składają z jednolitej, półprzezroczystej, miękkiej, drobnoziarnistej substancji. Jeżeli przecięte włókna zostaną przyciśnięte, to część ich zawartości występuje na zewnątrz w formie skłębionej, rzadkiej, galaretowatej, drobnoziarnistej massy. Włókna składają się więc z pochewki i z jednolitej galaretowatej zawartości. Trudno jest zbadać skład pochewki, gdyż nie ma sposobności do zupełnego jej odosobnienia. Zawartość bowiem ściśle przylega do wewnętrznej powierzchni pochewki, nie znamy odczynników, w którychby można było ją rozpuścić,

a w roztworach kwasu chromowego, dwuchromianu potażu i innych soli, w których zawartość włókien mięsnych się kurczy i oddziela się od omięsnej, włókna nerwowe zwięzają się w całości. Tyle tylko wiemy, że pochwęka jest bardzo cienka, delikatna, łatwo się niszczy i fałdując się w kierunku poprzecznym nadaje włóknemu pozór prążkowany. Zdaje się ona być także szklistą i przezroczystą, lecz nie jest sprężystą jak pochwęka włókien rdzennych i nie wiadomo, czy jest jednolita lub czy okazuje rodzaj utkania. We włóknach zwilżonych kwasem octowym rozjaśnia się zawartość i przy pochwęce pokazują się owalne jądra. Jądra te są rozsypane po całym włóknie (podobnie jak we włóknach mięsnych poprzecznie prążkowanych) i ułożone równolegle z podłużną osią włókna (Fig. 53). Ta szczególna własność włókien szarych stała się przyczyną przypuszczenia,

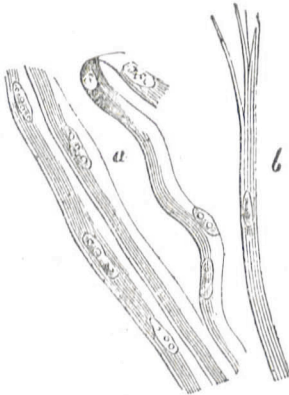


Fig. 53.

że włókna te należą do utworów tkanki łącznej. Być może, że Remak różnym utworom, znajdującym się w sąsiedztwie nerwu sympatycznego, niewłaściwie przyznał charakter nerwowy, jednak własności włókien szarych dokładnie zbadał. Zważywszy, że wszystkie nerwy u zarodka początkowo składają się z włókien szarych, że nerw węchowy u rozwiniętych zwierząt i u dorosłego człowieka składa się z takich włókien, że podobne włókna składają wszystkie nerwy niższych zwierząt, i że utwory tkanki łącznej nigdy nie są złożone z równoległych cewek napełnionych galaretowatą zawartością, zatem włókna szare żadnym sposobem nie mogą być uważane za utwory tkanki łącznej. Zachodzi jednak py-

(Fig. 53). Włókna nerwowe szare, *a*, włókna proste jądrami opatrzone, *b*, włókno dzielące się. (Z Hist. Freya).

tanie, jakie znaczenie trzeba przypisać jądro, czy one się znajdują w pochewce, lub wewnątrz włókna, i czy należą do tkanki nerwowej lub do tkanki łącznej. Gerlach i inni przypuszczają, że jądra leżą w pochewce, a pochewka składa się z tkanki łącznej. Dotychczas nie można było z dokładnością dowieść, że w pochewce nie ma żadnych komórek lub jąder, że błonka ta nie okazuje żadnego utkania i że należy do błon szklistych jak omięsna lub pochewka włókien rdzennych. Wiemy jednak, że z przeciętego końca włókien przyciśniętych i zwilżonych kwasem octowym występują jądra wraz z galaretowatą zawartością, że one przylegają do wewnętrznej powierzchni pochewki, lecz nie są ściśle z nią połączone. Wypada więc, że jądra należą do tkanki nerwowej; niewłaściwie zatem przypisywano im charakter komórek tkanki łącznej. Pochewka prawdopodobnie odgrywa podobną rolę we włóknach szarych, jak we włóknach rdzennych; przy tworzeniu się włókien nerwowych powstaje pochewka z błon komórek zrastających ze sobą i treść komórek zamienia się na zawartość włókien, a jądra zostają pomiędzy treścią i błoną czyli pochewką. Pojedyncze włókna są ze sobą spojone za pośrednictwem tkanki łącznej (*Perineurium*).

Galaretowata zawartość włókien szarych jest dość podobna do nitki osiowej we włóknach rdzennych i niewątpliwie odbywa te same czynności co i nitka; u zarodka ludzkiego np. są wszystkie włókna rdzenne aż do czwartego miesiąca zastąpione przez włókna szare. Większe jeszcze podobieństwo istnieje pomiędzy treścią komórek nerwowych i zawartością włókien szarych. Jednakowoż nie można z pewnością utrzymywać, że zawartość włókna szarego reprezentuje samą nitkę osiową, owszem zdaje się, że ta substancja odpowiada całej zawartości włókien rdzennych, że zastępuje nitkę osiową wraz z rdzeniem. Przy zmianie włókien szarych u zarodka na włókna rdzenne nie powstaje nowy rdzeń na około galaretowatej zawartości, lecz powierzchowna część tej substancji rozkłada się prawdopodobnie i zamienia się na rdzeń. Według Owsiannikowa znajdują się we włóknach nerwu wędchowego prawdziwe nitki osiowe, lecz zamiast rdzeniem są

one otoczone drobnoziarnistą galaretowatą substancją. Jeżeli nerw węchowy przez dłuższy czas się gotuje w rozcieńczonym kwasie saletrzanym, to pochwki włókien niszczą się, a każde włókno podług *O w s i a n n i k o w a* rozkłada się na 5—8 nitek osiowych. Na obwodowym końcu nerwu węchowego w błonie węchowej nosa, dzieli się każde włókno na niezliczoną ilość delikatnych niteczek. Z komórkami nerwowymi łączą się włókna szare w ten sam sposób, jak włókna rdzenne t. j. pochwka przechodzi w błonę komórkową, a wartość włókna zlewa się z treścią komórki. Jądra znajdują się nie tylko we włóknach szarych, lecz i w tworzących się włóknach rdzennych z początku jeszcze są widzialne; często spostrzeżono je także w zupełnie rozwiniętych włóknach rdzennych i w zakończeniach tych włókien nie opatrzonych rdzeniem.

b) *Komórki nerwowe (cellulae nerveae) czyli komórki zwójowe czyli kulki zwójowe (corpusecula gangliorum)*, okazują

w ogóle zwyczajne własności komórek, składają się z błony, treści, jądra i jąderka. Wielkość ich jest bardzo różna, bywają małe, średnie i wielkie komórki. Różnica w tym względzie wynosi podług *K o e l i k e r a* 0,004—0,13 mm.; średnica jąder bywa 0,003—0,017 mm.; średnica jąderek 0,001—0,006 mm. (Fig. 54). Błona komórek nerwowych nie odróżnia się od zwyczaj-

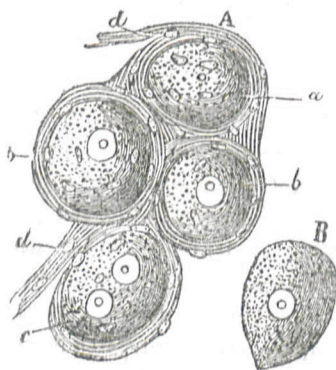


Fig. 54.

(Fig. 54). Komórki nerwowe ze zwoju. *A* cztery komórki połączone ze sobą za pośrednictwem tkanki łącznej, *a* komórka w której jądro nie jest widzialne, *b* tkanka łączna, *d* owalne ciała tkanki łącznej, *c* komórka na pozór opatrzona dwoma jądrami. *B* Komórka odosobniona bez błony. (Z *Hist. Freya*).

nych błon komórkowych, jest szklista, jednolita, przezroczysta, bezbarwna; lecz grubość i tęgosc błony wielkim ulega zmianom, jeden rodzaj komórek posiada mocną, grubą i szklistą błonę, a drugi rodzaj jest otoczony bardzo delikatną błonką, która nadzwyczaj łatwo się niszczy. W mózgu i rdzeniu pacierzowym błona różnych rodzajów komórek zdaje się być ściśle zlepiona z otaczającą substancją łączną; związek pomiędzy błoną i ową substancją jest silniejszy, niż pomiędzy błoną i treścią komórki. Przy odosobnieniu takich komórek uwalnia się tylko galaretowata treść wraz z jądrem i wypustkami, a błona prawdopodobnie pozostaje w związku z substancją łączną. Na poprzecznym przecięciu mózgu lub rdzenia stwardnionego w roztworze kwasu chromnego lub w wysokoku, widać skurczoną treść komórek leżącą w małych okrągławych wydrążeniach substancji łącznej, podobnie jak na przecięciach chrząstki, która była zachowana w płynach przyciągających wodę z miękkich pierwiastków tkankowych. W chrząstce kurczy się błona komórkowa wraz z treścią i oddalając się od twardej substancji międzykomórkowej pozostawia próżną przestrzeń pomiędzy sobą i ową substancją; w nadmienionych organach nerwowych przeciwnie kurczy się tylko treść komórkowa i oddalając się od błony pozostawia ją w związku z substancją łączną. Na obwodzie takich wydrążzeń, często zawierających komórki gwiazdowate z licznymi promieniami, widać czasem ślady bardzo cienkiej błony określonej delikatnymi obrysami; zwykle jednak błonka wykazać się nie daje. Niektórzy badacze przypuszczają dla tego, że w organach nerwowych środkowych i w innych miejscach znajdują się komórki bez błony, na równi z powyżej nadmienionem przypuszczeniem, według którego w owych częściach mają być zawarte nitki osiowe bez osłonki. Jeżeli rzeczywiście istnieją komórki nerwowe bez błony, to i promieniste ich wyrostki czyli tak zwane wypustki nie mogą być opatrzone pochewkami. W komórkach zwojów mózgowo-pacierzowych i sympatycznych, można z łatwością wykazać błonę, zostawiając zwoje przez kilkanaście godzin w wysokoku lub w roztworze dwuchromianu potażu; treść komórek kurczy się i oddala

się od błony. (Na takich preparatach można także się przekonać o przejściu treści w nitkę osiową włókna).

Treść komórek nerwowych nawet podczas życia nie jest płynną, lecz miękką, galaretowatą, napełnioną drobnymi jasnymi ziarnkami; po śmierci zgęszcza się ona i mętnieje podobnie jak i włókienko osiowe. Poszukiwania mikrochemiczne wykazały, że treść komórek jak również i nitka osiowa włókien, składa się z substancji białkowej. Rzadko znajdują się w komórkach wielkie, okrągławe i dość ciemne ziarnka. W niektórych miejscach organów środkowych i w zwojach zawierają komórki ziarnka barwnikowe żółtawe, brunatne albo nawet czarne; ziarnka te są rzadko rozproszone po całej treści, zwykle są skupione w jednym miejscu w bliskości jądra. Według *Remaka* i *Stillinga* składa się treść komórek nerwowych ze splotu delikatnych włókienek. *Remak* widział u ryby *Raja batis* dwie warstwy takich włókien, jedna warstwa wewnętrzna otacza jądro, druga zewnętrzna przechodzi w nitkę osiową włókien nerwowych; prócz zwyczajnej szklistej wewnętrznej błony przypuszcza on drugą delikatną wewnętrzną osłonkę treści, która przedłużając się przechodzi we włókna nerwowe i otacza nitkę osiową. *Stilling* utrzymuje, że włókienka łączą błonę komórkową z sąsiednimi komórkami i z treścią, że wchodzi w środek jądra i sięgają aż do jąderka; według przypuszczeń *Stillinga* okazuje także jądro i jąderko bardzo zawiśnięty skład. Spostrzeżenia te dotychczas jeszcze nie są stwierdzone.

W środku każdej komórki leży wielkie okrągłe, jasne, wyraźnie ograniczone jądro, opatrzone wielkim, okrągłym, błyszczącym jąderkiem. Niektórzy badacze zauważali komórki z dwoma jądrami; nie wiadomo jeszcze, czy to spostrzeżenie nie polega na złudzeniu optycznym. Rzadko znajduje się w jądrze więcej niż jedno jąderko. Skład jądra nie jest jeszcze dokładnie zbadany, zdaje się jednak, że ono przedstawia pęcherzyk złożony z delikatnej szklistej błonki i z jasnej galaretowatej zawartości. Jąderko składa się prawdopodobnie z miękkiej, stałej masy. Wielkość jąder wprawdzie jest różna, w małych komórkach jądro w ogólności

jest mniejsze od jądra wielkich komórek, lecz w porównaniu ze średnicą komórek wielkość jądra jest dość jednostajna. U człowieka istnieją komórki których średnica wynosi od 0,008 mm. aż do 0,13 mm. t. j. największe komórki są 16 razy szersze od najmniejszych komórek; różnica jąder wynosi tylko od 0,003 mm. do 0,017 mm. t. j. średnica najgrubszych jąder jest tylko około 6 razy większa od średnicy najmniejszych. Jądra małych komórek są zatem stosunkowo dość wielkie i wypełniają czasem prawie całą wewnętrzną przestrzeń komórki. Średnie komórki zawierają czasem większe jądro, niż komórki znacznej objętości. Wielkość jąderka także jest odmienna lecz również nie zależy od wielkości jądra; w wielkich jądrach znajduje się często mniejsze jąderko, niż w jądrach małej objętości. Skład jądra i jąderka także ulega wielkim zmianom; w jednych komórkach znajdują się jądra z gęstszą zawartością, w drugich z zawartością rzadszą; jedne jąderka są ciemniejsze, drugie jaśniejsze i t. p. Najdokładniej można różnicę składu wykazać przez doświadczenia mikrochemiczne t. j. przez różnicę w zachowaniu się względem odczynników chemicznych. Lecz te różnice wielkości i składu jąder i jąderek nie odnoszą się do jednego rodzaju komórek; owszem, komórki w pewnych okolicach układu nerwowego znajdujące się, okazują u różnych indywiduów istotnie równą formę, równy skład i równe własności chemiczne; ale różne części układu nerwowego są opatrzone różnymi rodzajami komórek, a każdy rodzaj ma inną formę, inną wielkość, inny skład i inne własności chemiczne.

Co do formy komórek, to w ogólności są one okrągławe, kuliste, rzadko spłaszczone lub przedłużone. Zmiany formy zależą głównie od ilości i grubości wypustek. Nadmieniliśmy już powyżej, że treść i błona komórek przedłuża się, tworzy tak zwane wypustki (*processus*), a wypustka przechodzi albo we włókno nerwowe albo łączy się z drugą komórką. Nie można właściwie odróżnić prawdziwe włókno od wypustki, która dwie komórki ze sobą łączy, gdyż włókna rdzenne w różnych miejscach łączą także jedną komórkę z drugą, jak np. tylne korzenie nerwów rdzeniowych, nerw wzrokowy, nerw

słuchowy, gałązki łączne (*rami communicantes*) nerwu sympatycznego i t. p., a wypustka komórki przedstawia właśnie początek włókna nerwowego bądź to zawierającego rdzeń, bądź

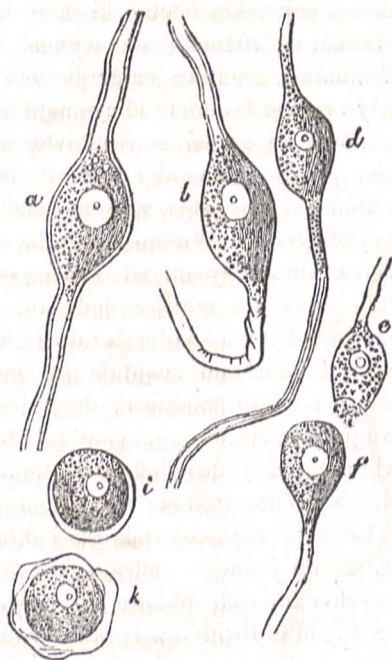


Fig. 55.

to bezrdzennego. Przedłużenie treści komórkowej przechodzi w nitkę osiową, a przedłużenie błony komórkowej łączy się z pochewką włókna (Fig. 55). We włóknach łączących się z komórkami zwojów nerwowych, nitka osiowa często przy samym początku jest otoczona rdzeniem, niektórzy badacze spostrzegli nawet rdzeń w samej komórce na około treści i przy wewnętrznej powierzchni błony; w mózgu i w rdzeniu przeciwnie włókna z początku zwykle nie są

opatrzone rdzeniem, dopiero przy wstąpieniu ich do substancji białej lub do korzenia nerwu, otrzymują pochwę rdzenną.

(Fig. 55). Komórki odosobnione ze zwoju nerwowego; a komórka dwubiegunowa bezpośrednio łącząca się z włóknami rdzennymi, rdzeń wchodzi nawet do samej komórki; b d, komórki dwubiegunowe z bezrdzennymi wypustkami, u pierwszej górna wypustka zawiera rdzeń, u drugiej dolna wypustka powoli zamienia się na włókno rdzenne; e jednobiegunowa komórka, u której z zerwaną błoną występuje ziarnista zawartość; f, komórka jednobiegunowa; i k komórki bez wypustek, w których treść się skurczyła i oddaliła się od przezroczystej błony. (Z Hist. Freya).

W mózgu i rdzeniu wypustki komórek często się rozgałęziają; nie ma w tém nic dziwnego, jeżeli uważamy wypustkę i włókno nerwowe za promieniste przedłużenie samej komórki. Jeżeli komórka opatrzona jest małą liczbą cienkich wypustek, np. jedną lub dwiema delikatnymi wypustkami, to okrągła jej forma nie ulega żadnej zmianie; jeżeli przeciwnie wypustki są bardzo grube, to forma komórki się zmieni sto-

sownie do liczby wypustek (Fig. 56). Widzimy np., że komórki z dwiema grubymi wypustkami czyli tak zwane komórki dwubiegunowe mają często formę owalną lub wrzecionowatą, forma trójbiegunowych komórek jest nieco trójkątna, forma wielobiegunowych jest gwiazdowata. Komórki z jedną wypustką, otrzymują się często przy odosobnieniu komórek zwojowych; lecz wielki

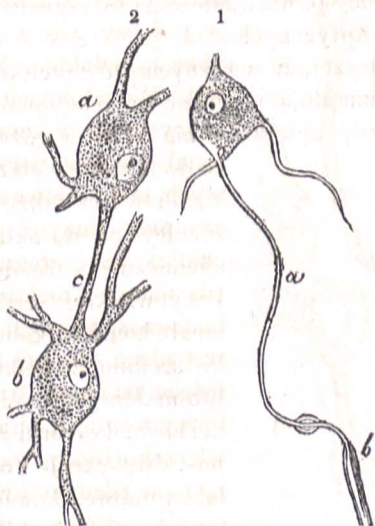


Fig. 56.

ulega to jeszcze wątpliwości, czy takie komórki istnieją w nie-naruszonym zwoju; być może, że przy odosobnieniu druga wypustka się oderwała. Tak samo widzieć można dużo okrągławych komórek pozbawionych wszelkiej wypustki, zwoj składa się na pozór z tak zwanych bezwypustkowych komórek, lecz obecnie prawie żaden badacz już nie wątpi, że ko-

(Fig. 56). Komórki wielobiegunowe z mózgu człowieka. 1 Komórka u której jedna wypustka *a* przechodzi we włókno rdzenne *b*. 2 Dwie komórki z licznymi rozgałęziającymi się wypustkami, łączące się ze sobą za pośrednictwem wypustki *c*. (Z Hist. Freya).

mórki bezwypustkowe wcale nie istnieją w organizmie, gdyż przy ostrożnym rozkładzie zwojów wszystkie prawie komórki zachowują swe wypustki, a na dokładnie zrobionych skrawkach z mózgu lub rdzenia, zabarwionych karminem, nie widać prawie żadnej komórki bezwypustkowej. Axmann, Harless, G. Wagner i Lieberkühn zauważali komórki, w których jądro było połączone z wypustką czyli nitką osiową; nie wiadomo jeszcze, czy te doświadczenia są prawdziwe, lub czy należą do złudzeń optycznych.

Nadmieniliśmy już powyżej, że w różnych głównych okolicach układu nerwowego znajdują się różne rodzaje komórek nerwowych. To twierdzenie opiera się nie tylko na różnicy

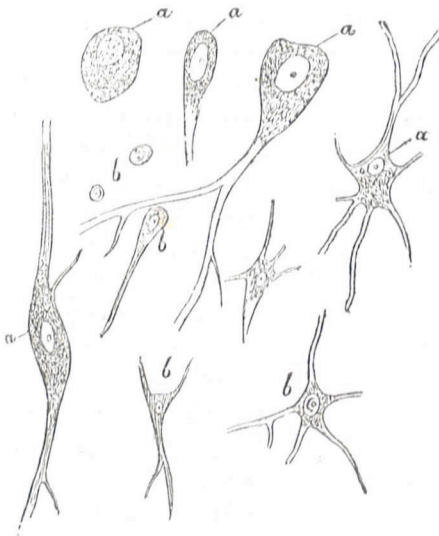


Fig. 57.

co do formy i wielkości komórek lecz także na różnicy co do składu chemicznego. Znajdujemy wielkie, średnie i małe komórki, komórki średnie z wielkim lub małym jądrem i jąderkiem, komórki jedno-, dwu-, trój- i wielobiegunowe, komórki z grubymi i cienkimi wypustkami, z gęstszą lub rzadszą zawartością, komórki z ziarnistym barwnikiem lub bez barwnika, komórki w których treść mocniej się barwi w roz-

tworze karminu niż jądro i komórki w których odwrotne objawy się okazują i t. d. Na podstawie takich spostrzeżeń

(Fig. 57). Komórki z mózgu człowieka, okazujące różną formę i wielkość; *a*, wielkie komórki, *b*, średnie i małe komórki. (Z Hist. Koellikera).

zamierzyli badacze rozróżnić pewne zasadnicze formy czyli typy komórek, lecz wszystkie dotychczas zrobione odróżnienia okazały się niedokładnymi i niedostatecznymi, a nawet przyjęte cechy głównych rodzajów nie są jeszcze powszechnie uznane za właściwe (Fig. 57).

Oprócz prawdziwych komórek istnieją w różnych częściach układu nerwowego inne jeszcze pierwiastki podobne do małych komórek, lecz nie okazujące charakterystycznych własności utworów komórkowych. Nie wiadomo, czy to są wolne jądra, czy też komórki zmienione. Utwory te przedstawiają się zwykle jako kulki złożone z jednolitej, stałej, błyszczącej masy; nie dają się więc w nich rozpoznać zwyczajne części składowe komórek. Pod względem formy, składu i wielkości są one bardzo podobne do jąder komórkowych; zważywszy jednak, że prawdopodobnie one się łączą z bardzo cienkimi włóknkami nerwowymi, że w mózgu i rdzeniu niższych zwierząt kręgowych (np. trytona, salamandry) znajdują się podobne utwory w miejscu komórek, że w mózgu człowieka istnieją komórki takiejże wielkości (średnica których wynosi około 0,008 mm.), które okazują podobne własności i mało się odróżniają od jąder, nie można im zatem zupełnie odmówić charakteru komórek. Utwory te znajdują się głównie w mózdzku i w siatkówce i składają tam (prawie bezpośrednio się stykając) tak zwane warstwy ziarnkowe (*strata granulosa*). Wszystkie te ciała są otoczone wyraźnymi obrysami, jednakowoż można łatwo się przekonać, że każde ciało jest opatrzone delikatnymi wypustkami. Pomędzy temi ciałkami przechodzą liczne włóknka nerwowe, które rozgałęziając się i w różny sposób się przeplatając tworzą gęstą siatkę i prawdopodobnie na końcu przechodzą w owe ciała.

Przy obwodowych zakończeniach niektórych nerwów zmysłowych, znajdują się utwory po części podobne do komórek słupkowatych, a po części odróżniające się od wszelkich znanych pierwiastków tkankowych. Nie mamy jeszcze dostatecznych faktów, aby można z dokładnością rozpoznać ich znaczenie histologiczne. Niektóre z owych utworów należą prawdopodobnie do pierwiastków nerwowych, re-

prezentują szczególny jakiś rodzaj komórek nerwowych; inne należą do nabłonków, a reszta utworów jest wątpliwa. Szczególniejszy ich opis znajdzie się w następującym rozdziale, gdzie będzie mowa o obwodowych zakończeniach włókien nerwowych.

Komórki nerwowe w zwojach są ze sobą połączone za pośrednictwem małej ilości tkanki łącznej. Tkanka ta jest miękka, prawie galaretowata, i składa się z podłużnych wrzecionowatych ciałek (komórek?) i z jednolitej albo słabo prążkowanej substancji międzykomórkowej. Odsobnione komórki zwojowe są często otoczone cienką warstwą owjej tkanki, stanowiącej wtórną osłonkę komórek (zob. Fig. 54). Tkanka spajająca komórki w zwojach nie odróżnia się wcale od tkanki znajdującej się w nerwach pomiędzy pojedynczymi włóknami nerwowymi (*Perineurium*), owszem, pierwsza przechodzi bezpośrednio w tę ostatnią. Podobna tkanka znajduje się także pomiędzy włóknami substancji białej w mózgu i rdzeniu pacierzowym. Całe zwoje również jak i pnie i gałęzie nerwowe są otoczone grubą pochwą złożoną ze zwyczajnej tkanki łącznej i licznych włókien sprężystych. Błona ta nazwana pochwą nerwową (*neurilemma*) odpowiada mocnym oponom mózgu i rdzenia, ma podobne znaczenie jak pochwa mięśniowa (*perimysium externum s. myolemma*) i zawiera grubsze naczynia odżywcze nerwu. W grubych nerwach i wielkich zwojach wchodzi także przedłużenia tej pochwy ku środkowi nerwu i zwoju i rozkładają go na mniejsze pęczki i gromady. Grubsze naczynia przebiegają głównie w pochwie i pomiędzy pęczkami i gromadami, naczynia włoskowate zaś rozchodzą się w miękkiej tkance pomiędzy włóknami i komórkami.

Substancja szara w mózgu i rdzeniu składa się z miękkiej, galaretowatej, na pozór jednorodnej, drobnoziarnistej masy, w której są rozsiane różne formy komórek opatrzonych wypustkami. Liczne cienkie i grube, rdzenne i bezrdzenne włókna nerwowe rozchodzą się w tej substancji wraz z cienkimi tętnicami, żyłami i licznymi naczyniami włoskowatymi. Komórki i włókna nerwowe stanowią więc, jak się zdaje,

właściwą część substancji szarój, a substancja galaretowata należy do części dodatkowych i reprezentuje rodzaj rusztowania dla uchronienia części głównych, dla utrzymania ich w potrzebnym położeniu i dla ułatwienia sprawy odżywienia. Po między badaczami toczy się jeszcze wielki spór pod względem histologicznej wartości owej substancji. Jedni uważają ją za prostą substancję łączną, drudzy za substancję nerwową. *Bidder* ze swemi uczniami, *Schultze* i inni przypuszczają, że ta substancja składa się ze zwyczajnej tkanki łącznej galaretowatej i zawiera nawet małe, okrągławe, owalne lub wrzecionowate komórki. *Jakubowicz* również przypuszcza tkankę łączną, lecz owe małe komórki uważa on za utwory nerwowe. *Stilling* utrzymuje, że substancja międzykomórkowa niemniej jak komórki należą do tkanki nerwowej. Według zdania *Henlego* i *Wagnera* nie znajduje się tkanka łączna w mózgu i rdzeniu, lecz ziarnista galaretowata substancja (przynajmniej na powierzchni mózgu i mózdzku) tworzy się z zawartości komórek nerwowych zlewającej się w jednorodną masę; małe okrągławe ciała (komórki) w owej substancji są więc jądrami połączonych komórek.

Trudno rozstrzygnąć, które z tych przypuszczeń jest najwłaściwsze, gdyż jeszcze zbywa w tym względzie na spostrzeżeniach któreby powszechnie były uznane za prawdziwe. Zdaje się, że substancja łączna nie we wszystkich miejscach równą odgrywa rolę, że na powierzchni półkul mózgowych i w mózdzku inaczej jest złożona, jak w rdzeniu pacyerzowym i na podstawie mózgu. W tych ostatnich częściach zawiera ona prócz prawdziwych komórek i włókien nerwowych małe wrzecionowate lub gwiazdowate ciałeczka, które są podobne do komórek tkanki łącznej w nerwach i zwojach. Komórki nerwowe zwykle są nagromadzone w pewnych ograniczonych okolicach, w jednym miejscu znajdują się np. wielkie wielobiegunowe komórki, w drugim średnie okrągławe komórki, w trzecim miejscu komórki małe i wrzecionowate i t. d.; owe wątpliwe ciała przeciwnie są rozsiane po całej substancji szarój i znajdują się także w okolicy wszystkich rodzajów komórek

nerwowych. W tylnych rogach substancji szarej rdzenia pierzowego istnieje jaśniejsza półprzezroczysta masa, nazwana substancją galaretowatą (*substantia gelatinosa* podług Rolando'ego), zawierająca wielką ilość owych podłużnych ciałek. Nie ma sposobności dokładnie odróżnić te ciała od najmniejszych komórek nerwowych, są one często wrzecionowate jakby opatrzone wypustkami i okazują podobne własności chemiczne jak komórki. Substancja szara na powierzchni półkul mózgowych i mózdzku w stanie świeżym jest miękka, galaretowata, składa się na pozór z jednorodnej drobnoziarnistej masy i bardzo jest podobna do zawartości komórek zwojowych. Oprócz wielkich komórek i cienkich włókien nerwowych zawiera ona małe okrągławe, gwiazdowate i wrzecionowate komórki rozmieszczone w dość równych i dość wielkich odstępach. Jeżeli substancja szara z powierzchni mózgu przez kilka dni będzie zachowaną w bardzo rozcieńczonym roztworze kwasu chromnego, wtedy widać pod mikroskopem, że oprócz komórek składa się ona prawie ze samych tylko delikatnych włókienek, które w różnych kierunkach się przeplatając tworzą rodzaj tkanki pilśniowej i za pośrednictwem nieznacznej ilości miękkiej jasnej substancji ze sobą są zlepione. Przy rozdziernianiu delikatnej takiej cząstki rozkłada się ta tkanka na pojedyncze odosobnione włókienka, co nam dowodzi, że rzeczywiście jest złożona z włókienek. Włókienka te są bardzo podobne do nitek osiowych. Na cienkich skrawkach mózgu dobrze stwardnionego w roztworze kwasu chromnego, pojedyncze włókienka już nie są widzialne; substancja szara przedstawia się tam jakby złożona z jednorodnej drobnoziarnistej masy, a za pomocą mocniejszych powiększeń mikroskopu widać w niej skład siatkowaty, pojedyncze włókienka jednak już oddzielać się nie dają. Substancja szara na powierzchni mózdzku nieco inaczej się zachowuje; oprócz wielkich komórek z grubymi i długimi wypustkami i małych komórek z cienkimi wypustkami, widać tam liczne nadzwyczaj delikatne włókienka, które w rozmaitych kierunkach się przeplatają, lecz większą ilością drobnoziarnistej galaretowatej substancji są otoczone niż na powierzchni mózgu.

Opisane tu spostrzeżenia nie objaśniają nas jednak jeszcze względem histologicznej wartości substancji łącznej. Na podstawie mózgu i w rdzeniu pacierzowym być może, że cała ta substancja wraz z ciałkami wątpliwymi należy do utworów tkanki łącznej, albo ciałałka należą do komórek nerwowych, a substancja zasadnicza stanowi rodzaj zmienionej tkanki łącznej; albo substancja ta nie ma nic wspólnego z tkanką łączną, lecz przedstawia tylko obojętny materiał do spojenia utworów nerwowych; albo nareszcie składa się ona z właściwej materji nerwowej, a to jako substancja międzykomórkowa lub jako treść zlanych komórek nerwowych. To samo można przypuścić co do substancji łącznej na powierzchni mózgu i mózdzku; włókienka mogą tam sztucznie się tworzyć pod wpływem kwasu chromnego podobnie jak w galaretowatej tkance łącznej, która w roztworze tego kwasu marszczy się, przyjmuje pozór prążkowany lub nawet włókienkowaty i nareszcie również twardnieje.

Zważając jednak na różne ważne okoliczności, można przynajmniej sobie wyrobić osobiste zdanie o znaczeniu owej wątpliwj substancji. W pewnych miejscach rdzenia pacierzowego, a głównie w podłużnej brózdzie przedniej i tylnej (*sulcus longitudinalis anterior et posterior*) znajduje się prawdziwa tkanka łączna prążkowana, która wchodzi aż do środka i powoli się zmieniając otacza kanał środkowy rdzenia (*canalis centralis*) w formie galaretowatej tkanki, podobnej do substancji galaretowatej w tylnych rogach substancji szarej. Substancja otaczająca kanał środkowy zawiera podobne ciałałka czyli komórki, jak substancja galaretowata, i zlewa się bezpośrednio z otaczającą ją substancją szarą. Ściana kanału środkowego jest pokryta nabłonkiem (*ependyma*), który się składa z małych krótkich komórek słupkowatych, migawkowych; komórki te stoją więc na wolnej powierzchni owej galaretowatej tkanki, a długie cienkie wypustki czyli przedłużenia komórek wchodzi w samą tkankę, rozchodzą się ku obwodowi rdzenia i nie wiadomo gdzie się kończą. Boczne przedłużenia prawdziwej tkanki łącznej wchodzi do substancji białej i zlewają się bezpośrednio z tkanką, która włókna nerwowe tam otacza; a tkanka ta przechodzi bezpośrednio w substancję szarą. Inne

przedłużenia tkanki łącznej wchodzą po części bezpośrednio do substancji szarej i zlewają się z nią powoli tracąc swą formę właściwą. W jamach mózgowych znajduje się taki sam nabłonek (*ependyma*), jak w kanale środkowym rdzenia; komórki nabłonka również opatrzone cienkimi przedłużeniami, są tam bezpośrednio ustawione na substancji szarej, która nie odróżnia się wcale od tkanki otaczającej kanał środkowy rdzenia. Ku zewnątrz przechodzi ta tkanka bezpośrednio w substancję, która zawiera komórki nerwowe, a w substancji białej otacza ona włókna nerwowe. Te stosunki wraz z właściwą formą substancji i z małymi komórkami, których związek z włóknami nerwowymi nikt jeszcze dotychczas nie wykazał, przemawiają bardzo za powinowactwem owój substancji z utworami tkanki łącznej. Patologiczne zmiany substancji szarej w organach ośrodkowych i podobne zmiany niektórych części w siatkówce oka nie odróżniają się wcale od zmian, jakie zwykle się okazują w utworach tkanki łącznej. *V i r c h o w* uważa dla tego ową substancję łączną na podstawie mózgu i w rdzeniu za odmienną formę téj tkanki, która się znajduje pomiędzy włóknami nerwowymi i komórkami zwojów (*Perineurium*) i oznacza ją wyrazem *Neuroglios*. Chemiczne własności téj substancji są podobniejsze do własności utworów tkanki łącznej niż do własności treści komórek nerwowych; poszukiwania mikrochemiczne dowodzą nawet, że bardzo wielka różnica istnieje pomiędzy składem treści komórkowej i substancji szarej.

Co do substancji szarej na powierzchni mózgu i mózdzku, to można z dość wielką pewnością powiedzieć, że wszelkie komórki lub ciała tam się znajdujące należą do utworów nerwowych. Ciała te są opatrzone treścią, która wcale się nie odróżnia od treści większych wyraźnych komórek; zawierają one jądra i wysyłają długie czasem dzielące się wypustki. Nie można je zatem uważać za pozostałe jądra komórek, których zawartość zamieniła się na substancję szarą. Podług *St e p h a n y' e g o*, który pierwszy dokładnie opisał włókienkowaty skład powierzchni półkul mózgowych, pochodzą opisane te włókienka z rozgałęziających się wypustek mniejszych i większych komórek, które są rozsiane w substancji szarej,

i łączą się także z wypustkami i włóknami z innych części mózgu przybywającemi. Nie wiadomo jeszcze, czy przypuszczenia Stephanyego są właściwe. Substancja szara mózdzku w tym względzie nie jest jeszcze dokładnie zbadana; tyle można tylko z pewnością powiedzieć, że obok wielkich wyraźnych komórek znajdują się tam małe komóreczki opatrzone jądrami i wypustkami; a komórki tkanki łącznej tam nie istnieją.

W substancji galaretowatej znajdującej się pod nabłonkiem jam mózgowych zawarte są, oprócz małych utworów komórkowych, okrągławe błyszczące się ciała, okazujące spółśrodkowe prążki podobnie jak ciała krochmalowe. Purkińje pierwszy odkrył owe ciała i nazwał je ciałkami krochmalowemi (*corpora amylacea*), a Virchow dokładniej je zbadał i wykazał, że okazują podobne własności chemiczne, jak ciała krochmalowe, i przy pewnych patologicznych zmianach mózgu i rdzenia nadzwyczajnie się mnożą.

Co się tycze historii najglówniejszych odkryć pod względem komórek nerwowych, to prawdopodobnie już przed Fontaną były one znane jako kulki nerwowe, lecz później nie uwzględniono je wcale, aż dopiero Ehrenberg na nowo je odkrył. Purkińje i Valentin dokładniej je opisali, Schwann pierwszy w nich wykazał charakter komórkowy. Helmholtz i Hannover odkryli komórki zwojowe z wypustkami, a Wagner równocześnie z Reichertem i Bidderem spostrzegli związek tych wypustek z włóknami nerwowymi. Połączenie dwóch komórek za pośrednictwem wypustek spostrzegli u różnych zwierząt R. Wagner, J. Majer, Cortii.

2. Rozmieszczenie utworów pierwiastkowych w układzie nerwowym.

a. **Rdzeń pacierzowy.** Na poprzeczném przecięciu rdzenia widać wyraźnie dość ściśle od siebie odgraniczone dwie różnorodne substancje t. j. substancję środkową szarą i substancję obwodową białą. Substancja szara składa się z dwóch półksiężycowatych części, ułożonych z prawej i lewej strony, które wypukłemi swemi brzegami obrócone są do siebie i łączą się ze sobą za pośrednictwem poprzecznych spoidła t. j. spoidła przedniego czyli białego i spoidła tylnego czyli szarego (*commissura anterior et posterior s. grisea*). W środku pomiędzy spoidłami znajduje się owalne przecięcie kanału środkowego rdzenia. Przedni koniec każdej połowy substancji szarzej jest krótki, gruby, zaokrąglony i nazwany jest rogiem przednim (*cornu anterius*), tylny zaś koniec jest dłuższy, cieńszy, obwiedziony substancją galaretowatą (*substantia gelatinosa* podług R o l a n d o' e g o) i zwie się rogiem tylnym (*cornu posterius*). Substancja szara jest otoczona substancją białą, która również się składa z dwóch połowin t. j. prawej i lewej połowiny. Na przednim i tylnym brzegu znajduje się głęboka szczelina dochodząca aż do spoidła substancji szarzej; jest to poprzeczne przecięcie dwóch podłużnych brózd (*sulcus longitudinalis anterior et posterior*), znajdujących się na przedniej i tylnej powierzchni rdzenia, które dzielą cały rdzeń w kierunku podłużnym na dwie symetryczne połowiny. Do tych brózd wchodzi tkanka łączna z pochwę czyli opon, które otaczają mózg i rdzeń i doprowadzają tam naczynia odżywcze (Fig. 58). Z substancji szarzej rozchodzą się promienisto liczne, wązkie przedłużenia ku obwodowi, które wchodzi do substancji białej i sięgają aż do bocznej powierzchni rdzenia; na drodze dzielą się one na boczne gałęzie, które łączą się siatkowato pomiędzy sobą (głównie przy tylnych rogach)

i rozkładają przez to substancję białą na większe i mniejsze wiązki. Substancja szara sięga od rdzenia przedłużonego (*medulla oblongata*) przez całą długość rdzenia pacierzowego aż do jego zakończenia w stożku rdzeniowym (*conus medullaris*), substancja otaczająca kanał środkowy w rdzeniu przedłu-

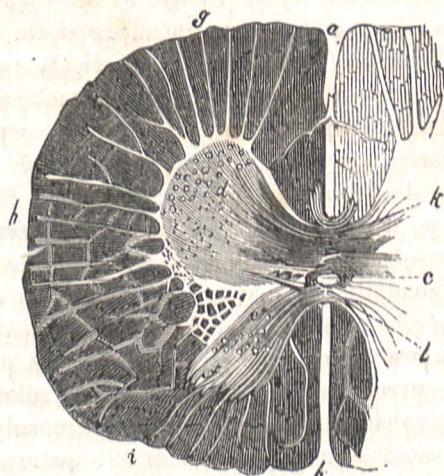


Fig. 58.

żając się od stożka wchodzi do nici końcowej (*filum terminale*) i kończy się wraz z nią przy gruczole ogonowym. Substancja biała otacza substancję szarą na sposób pochwy lub osłonki. Z obu stron głębokich pośrodkowych brózd znajdują się jeszcze na przedniej i tylnej powierzchni rdzenia płytkie, boczne,

(Fig. 58). Poprzeczne przecięcie przez rdzeń pacierzowy cielęciany; *a* przecięcie przedniej brózdki, *b* przecięcie tylnej brózdki pośredniej; *c* przecięcie kanału środkowego; *d* przedni róg; *e* tylny róg; *f* substancja galaretowata; *g* przedni pęczek substancji białej z przednimi korzeniami nerwów; *h* boczny pęczek; *i* tylny pęczek z korzeniami tylnymi; *k* przednie spoidło; *l* tylne spoidło. Prawa połowina rdzenia jest tylko w części przedstawiona. (Podług Eckera).

podłużne brózdy, z których występują przednie i tylne korzenie nerwów rdzeniowych (*nn. spinales*). Bell pierwszy wykazał, że przednie korzenie należą wyłącznie do nerwów ruchu, a tylne korzenie do nerwów czucia.

Substancja biała składa się z włókien nerwowych rdzennych przebiegających równolegle z podłużną osią rdzenia. Na podłużnym przecięciu tej substancji widać więc równoległe włókna nerwowe, zaś na poprzecznym przecięciu widzimy same prawie kółka czyli poprzeczne przecięcia pojedynczych włókien. Korzenie nerwów rdzeniowych przebijając substancję białą w kierunku poprzecznym przechodzą wprost aż do substancji szarą; wszystkie włókna przy wstępie do rdzenia w przebiegu do substancji szarą znacznie się zwężają i zamieniają się po większej części na włókna bezrdzenne.

Utkanie substancji zasadniczej w szarą część rdzenia, powyżej już zbadaliśmy; służy ona do połączenia różnych rodzajów komórek nerwowych i włókienek rdzennych i bezrdzennych, które w najrozmaitszych kierunkach przebiegając i różnie się przeplatając, tworzą znaczne sploty i sieci. W przednich rogach znajdują się zawsze gromady wielkich, wyraźnych, wielobiegunowych komórek, opatrzonych wielkim, wyraźnym jądrem i jąderkiem. W komórkach tych zawarty jest często brunatny barwnik i wysyłają one aż do 9 lub więcej jeszcze wypustek, które na początku są grube, lecz coraz więcej się zwężając nareszcie przechodzą w bardzo cienkie niteczki. Średnica tych komórek wynosi 0,06—0,13 mm., jądra ich 0,01—0,017 mm. W okolicy tych wielkich komórek znajdują się zwykle podobne komórki średniej wielkości i kilka małych komórek. Małe komórki, których średnica dochodzi aż do 0,017 mm., znajdują się w środkowej części substancji szarą, a głównie w tylnych rogach, zawsze są one opatrzone kilku wypustkami, a przynajmniej dwiema, i okazują w ogólności formę wrzecionowatą; często zawierają i tylne rogi również pojedyncze, wielkie i średnie komórki. Podług Stillinga, przy bocznym brzegu i po za komórkami wielkimi, leżą gromady komórek średniej wielkości, których wymiar wynosi 0,04—0,08 mm., są mniej zabarwione niż komór-

ki wielkie i wysyłają liczne wypustki. W substancji galaretowatej znajdują się małe wrzecionowate lub gwiazdowate komórki, z średnicą 0,008—0,017 mm., które bardzo podobne są do komórek tkanki łącznej. Wszystkie średnie i małe komórki zawierają wyraźne okrągłe jądra, których wielkość jest w stosunku do średnicy komórki; a w jądrach można prawie zawsze spostrzedz wyraźne jąderka. Opisane tu stosunki są prawie powszechnie uznane za właściwe; ale jeżeli zadamy sobie pytanie, w którym kierunku przebiegają wypustki owych komórek, z jakimi włóknami one się łączą, jakie połączenia istnieją pomiędzy samymi komórkami, co się dzieje z włóknami substancji białej rdzenia i nerwów wstępujących do substancji szarój i t. d., to odpowiedź na te pytania będzie nadzwyczaj trudna, a nawet wcale nie możebna. Zdania różnych badaczy w tym względzie zupełnie jeszcze są podzielone i przeciwne sobie. Niektórzy badacze podali bardzo prosty szemat połączeń, które według ich zdania mają mieć miejsce pomiędzy komórkami i włóknami nerwowymi. Szemat ten po części jednak jest tylko imaginacją, jest on wprawdzie dość zręcznie zastosowany do ogólnych i na pozór dobrze znanych doświadczeń, np. ruchów zwrotnych czyli odruchów, ruchów dowolnych i t. p., lecz zastanawiając się nieco dokładniej nad przyczynami najprostszymi nawet objawów i uwzględniając wszystkie sprawy, które owym objawom towarzyszą, nie można nawet przypuścić, żeby budowa rdzenia była tak mało zawiślana. Zdanie to potwierdziły wypadki otrzymane przez dokładne poszukiwania mikroskopowe. Okazało się np. że większa część włókien nerwowych wchodzących do rdzenia pacierzowego, nie łączy się wprost z wypustkami komórek w przednich i tylnych rogach substancji szarój, lecz że przednie korzenie nerwów wchodzą po części do spoidła przedniego, po części przebiegają przez przednie rogi i znikają w tylnych rogach, a po części wchodzą do bocznych pęczków substancji białej, zaginają się ku górze, biorą udział w składzie tej substancji i przebiegają równolegle z podłużną osią rdzenia. Podobny lecz więcej jeszcze zawiślany przebieg przedstawiają włókna tylnych korzeni nerwowych. Różne kwestje

odnoszące się do przebiegu i połączenia włókien nerwowych w rdzeniu pacierzowym nie dają się rozwiązać za pomocą mikroskopu, ale tylko przez dokładne doświadczenia fizjologiczne, jak np. kwestję odnoszącą się do bezpośredniego związku mózgu z włóknami w nerwach rdzeniowych, dalej o połączeniach włókien w substancji białej z komórkami substancji szarzej i t. d. Z doświadczeń p. J. van Deen wynika np. że przy rozdrażnieniu odosobnionej górnej części rdzenia i mózgu u żab i innych zwierząt, nie zostaje pobudzoną czynność nerwów ruchu, które do dolnej części rdzenia zapuszczają się i które pozostały w nienaruszonym związku z mięśniami, że więc włókna wszystkich nerwów ruchu prawdopodobnie nie łączą się bezpośrednio z mózgiem, lecz z komórkami, które się znajdują w sąsiedztwie korzeni nerwów ruchowych. Nie możemy się tu wdawać w obszerniejszy rozbiór budowy rdzenia i w szczegółowy opis należących tu doświadczeń fizjologicznych, gdyż to przekracza zakres niniejszego dziełka. Wypada tylko nadmienić, że w tych miejscach, gdzie najwięcej włókien zapuszcza się do rdzenia, masa substancji białej i szarzej powiększa się, że substancja biała od dołu ku górze nie tyle się powiększa, ileby wymagał coraz znaczniejszy w tym kierunku przybytek korzeni nerwowych, że według doświadczeń Stillinga (potwierdzonych przez Bratscha i Ranchnera) do mózgu o połowę mniej włókien wchodzi z rdzenia, niż z korzeni nerwowych przybywa do rdzenia, że więc przynajmniej część tych włókien kończy się w samym rdzeniu albo łącząc się ze sobą tworzą mniejszą liczbę włókien udających się do mózgu.

Mimo nadmienionych spostrzeżeń i przypuszczeń o zawiłanych połączeniach komórek i włókien w rdzeniu pacierzowym, można jednak z pewnością wykazać niektóre stałe stosunki co do kierunku wypustek komórkowych i co do połączenia ich pomiędzy sobą i z włóknami nerwowymi. Na podłużnych przecięciach zrobionych przez rdzeń pacierzowy królika, w kierunku od przednich korzeni nerwowych do tylnych korzeni, widać w substancji szarzej odpowiadającej przecięciu rogu przedniego, gromady wielkich wielowypustko-

wych komórek. Komórki te są ułożone na sposób stosu równoległe do podłużnej osi rdzenia i wysyłają stale wypustki w czterech kierunkach t. j. ku przodowi, ku tyłowi, ku górze i ku dołowi. Przednie wypustki wchodzą do substancji białej i mają podobny kierunek, jak włókna z przednich korzeni nerwowych; tylne wypustki idą wprost do tylnych rogów; dolne i górne wypustki nie wchodzą ukośnie do substancji białej, lecz przebiegają równoległe z osią podłużną rdzenia i służą prawdopodobnie do wzajemnego łączenia komórek jednego rodzaju. Często można dokładnie zauważać piątą wypustkę, która idzie ukośnie ku przodowi i zbliżywszy się do substancji białej przybiera kierunek włókien w tej części rdzenia przebiegających. Inne wypustki idą ukośnie do tylnego rogu, a to ku górze i ku dołowi, lecz nie można poznać, do których części one dążą. W częściach substancji szarzej odpowiadających podłużnym przecięciom tylnych rogów widać rozsiane małe wielobiegunowe komórki, których wypustki rozchodzą się w rozmaitych kierunkach; w ogólności przeważa jednak forma wrzecionowata komórek, a komórki te zwykle tak są ułożone, że jedna wypustka jest obrócona ku przedniemu rogowi zawierającemu wielkie komórki z licznymi wypustkami, a druga wypustka leży w kierunku tylnych korzeni nerwowych. Kierunek innych wypustek rozchodzących się z owych komórek trudny jest do oznaczenia; rzadko posiadają te komórki więcej niż trzy lub cztery wypustki, które oprócz w tych kierunkach przebiegają także ukośnie ku górze i ku dołowi. Zakończenia wypustek dotychczas nie można było z dokładnością wykazać, nie można bowiem się przekonać, czy wypustki przebiegające w kierunkach wprost przeciwnych łączą się ze sobą, lub czy się mijają i zapuszczają się do korzeni nerwów rdzeniowych albo do pęczków czyli pasm substancji białej. Tyle tylko zdaje się być pewnym, że komórki wielkie znajdujące się w przednich rogach łączą się z włóknami nerwów ruchowych i wysyłają równocześnie wypustki do przednich pęczków substancji białej. Podobny stosunek istnieje prawdopodobnie także i pomiędzy wrzecionowatymi komórkami tylnych rogów i korzeniami nerwów czuciowych lub tylnymi pęczkami sub-

stancji białej. Z tego jednak nie wynika jeszcze, że wszystkie włókna lub przynajmniej większa część włókien znajdujących się w korzeniach nerwów rdzeniowych lub w pęczkach bocznych jest połączona z komórkami substancji szarej. Podobne stosunki jak na podłużnych przecięciach rdzenia, widać także na poprzecznych jego przecięciach, wyjątek z tego stanowią tylko wypustki, które przebiegają równoległe z podłużną osią rdzenia lub też ukośnie. Oprócz przednich i tylnych wypustek posiadają komórki jeszcze wypustki boczne, które się rozchodzą w bardzo rozmaitych kierunkach jak np. ku pęczkom bocznym, ku przedniemu i tylnemu spoidłu i t. p., lecz nie można poznać, gdzie rzeczywiście one się kończą. Co się tyczy wzajemnego połączenia sąsiednich komórek, to takiemu stanowczo zaprzeczyć nie można, lecz nikt jeszcze dotychczas takiego związku z dokładnością nie wykazał. Bliższą wiadomość o budowie rdzenia (i mózgu) można powziąć z rozpraw tu odnoszących się, napisanych przez Biddera, Kupffera, Jakubowicza, Owsiannikowa, Schroedera van der Kolk, Stillinga, Lenhosseka, Clarkego, Koellikera i wielu innych.

b. Mózg. Budowa mózgu jest więcej zawikłana i dla tego mniej jeszcze wyjaśniona, niż budowa rdzenia. Znamy w ogóle formę i skład komórek znajdujących się w głównych częściach mózgu, znamy także kierunek większej części włókien, które składają substancję białą w mózgu, lecz nie wiemy w jaki sposób komórki się łączą pomiędzy sobą i z włóknami substancji białej, które włókna pośredniczą komunikacji pomiędzy komórkami rozmieszczonemi w różnych częściach mózgu, w których częściach substancji szarej pewne pęczki włókien się poczynają, a w których się kończą i t. d. Zbywa nam więc jeszcze na histologicznej podstawy do wyjaśnienia objawów czynności mózgowych i do zastosowania odpowiednich doświadczeń. Opis różnych nagromadzeń substancji szarej w mózgu i oznaczenie przebiegu włókien w substancji białej, należy do zadań anatomii opisowej; możemy więc tu pominąć szczegółowy rozbiór owych stosunków i głównie uwzględnić rezultata czysto mikroskopowych poszukiwań.

Aby łatwiej zrozumieć, w jakim kierunku włókna nerwowe w mózgu się rozchodzą i w jaki sposób się łączą z tak zwanymi gniazdami (*ganglia*) substancji szarzej, trzeba sobie wystawić mózg w pierwotnej jego formie, mianowicie w tej, w jakiej on się przedstawia w początku rozwoju u zwierząt kręgowych i u zarodka ludzkiego. W stanie pierwotnym mózg prawie wcale nie odróżnia się od rdzenia, cały układ nerwowy stanowi prosty kanał napełniony cieczą surowiczą. Ściana tego kanału, który na przednim końcu zupełnie jest zamknięty, zaokrąglony i nieco obrzękły, składa się z komórek powoli się zamieniających na pierwiastki nerwowe. Tylne wyrostki końca kanału, który przy dalszym rozwoju przeobraża się na rdzeń pacierzowy, małym tylko ulega zmianom: wewnętrzna przestrzeń pozostaje jako kanał środkowy rdzenia, wewnętrzna warstwa ściany zamienia się na komórki nerwowe i nabłonkowe (*ependyma*), a w zewnętrznej warstwie tworzą się włókna substancji białej. Substancja zasadnicza warstwy szarzej powstaje pomiędzy komórkami dopiero przy dalszym rozwoju zarodka. Mózg jako proste kolbkowate nabrzmienie pierwotnego kanału, jest zupełnie w taki sam sposób złożony jak i rdzeń pacierzowy. U niektórych niższych zwierząt kręgowych jak np. u trytona i salamandry, znajduje się nawet w stanie rozwiniętym pierwotne utkanie układu nerwowego ośrodkowego. Komórki nerwowe są tam opatrzone wypustkami rozchodzącymi się w rozmaitych kierunkach, nie odróżniają się one pod względem składu i formy, ale stykają się bezpośrednio ze sobą podobnie jak komórki w nabłonkach, i są na zewnątrz otoczone warstwą włókien nerwowych równoległych do podłużnej osi rdzenia. Komórki nabłonkowe pokrywające ścianę kanału środkowego mało się odróżniają od komórek nerwowych i nie są ustawione na właściwym podścielisku, lecz koniec każdej komórki który jest obrócony ku obwodowi rdzenia jest opatrzone długą wypustką, a wypustka ta przechodzi pomiędzy komórkami i włóknami substancji białej i przyczepia się do zewnętrznej pochwy czyli opony rdzenia złożonej z tkanki łącznej. Spostrzeżenie to jest dość ciekawe, gdyż nam nieco objaśnia utkanie siatkówki. Błonka ta ner-

wowa składa się z szklistej błonki granicznej (*membrana limitans*), z warstwy włókien nerwowych, z różnych warstw komórek (przedstawiających się po części jako ziarnka) i z rodzaju komórek słupkowatych, które za pośrednictwem włókienkowatych przedłużeń łączą się z błoną graniczną należącą do utworów tkanki łącznej.

Pierwotna kolbkowata forma mózgu, jak wiadomo z historii rozwoju, rozkłada się w kierunku podłużnym na trzy pęcherzyki razem połączone, które stanowią część zasadniczą mózgu. Pierwszy czyli przedni pęcherzyk zamienia się powoli na wzgórek prążkowany (*corpus striatum*), na wzgórek wzrokowy (*thalamus opticus*) i na odpowiednie części podstawy mózgu; z drugiego pęcherzyka powstaje wzgórek czworaczy (*corpus quadrigeminum*), a z trzeciego tworzy się rdzeń przedłużony (*medulla oblongata*), który utrzymuje związek pomiędzy rdzeniem pacierzowym i przednimi pęcherzykami mózgu. Wewnętrzna przestrzeń pierwotnego kanału nerwowego zamienia się w rdzeniu przedłużonym na czwartą jamę mózgową (*ventriculus quartus*), która w miejscu zwanym piórem pisarskim (*calamus scriptorius*) komunikuje z kanałem środkowym rdzenia pacierzowego; we wzgórku czworaczym tworzy się wodociąg Sylwiusza (*aquaeductus Sylvii*), a w pęcherzyku przednim zachowuje się pierwotna przestrzeń kanału w formie środkowej jamy mózgu (*ventriculus medius s. tertius*). Włókna nerwowe, które w substancji białej rdzenia pacierzowego mają kierunek równoległy do podłużnej osi rdzenia, zachowują swój kierunek także w zasadniczej części mózgu, osłaniają zewnętrzną powierzchnię pierwotnych pęcherzyków, służą prawdopodobnie do utrzymania związku pomiędzy rdzeniem pacierzowym i mózgiem i kończą się w substancji szarej rdzenia przedłużonego, wzgórka czworaczego, wzgórka wzrokowego i wzgórka prążkowanego. Substancja szara, składająca środkową część rdzenia pacierzowego i otaczająca kanał środkowy, zajmuje również środkową część tworzących się pęcherzyków mózgowych. Przy dalszym rozwoju mózgu dzielą się ściany pęcherzyków w rozmaity sposób, grubieją one i wypuklają się, a równocześnie zmienia się także położenie

nie i forma części złożonych z substancji szarój. W rdzeniu przedłużonym i we wzgórku czworaczym przedstawia się ona jeszcze jako dalszy ciąg substancji szarój rdzenia pacierzowego, znajduje się jeszcze przy samém przedłużeniu kanału środkowego rdzenia, a to w pierwszym miejscu głównie jako blaszka szara na dnie czwartej jamy (*lamina cinerea sinus rhomboidei*) i w pęczkach powrózkowatych (*corpora restiformia*), a w drugim miejscu w okolicy wodociągu Sylwiusza. We wzgórkach wzrokowych i we wzgórkach prążkowanych substancja szara jest rozłożona na pojedyncze, odosobnione, okrągławe gniazda lub blaszkowate pokłady, które są rozdzielone i otoczone substancją białą; jako to: zewnętrzne, wewnętrzne i górne szare jądro we wzgórku wzrokowym, jądro ogoniaste (*nucleus caudatus*) we wzgórku prążkowanym, jądro soczewicowate (*nucleus lentiformis*), jądro migdału (*nucleus amygdalae*) i przedmurze (*claustrum*) znajdujące się w miejscu gdzie wzgórek prążkowany przechodzi w półkule mózgowe. Oprócz włókien, które służą do łączenia rdzenia pacierzowego z nadmionionemi częściami mózgu, istnieją inne jeszcze włókna po części pośredniczące komunikacji pomiędzy różnemi gniazdami substancji szarój, a po części utrzymujące związek pomiędzy prawą i lewą połową układu nerwowego. Włókna łączące rdzeń pacierzowy z zasadniczą częścią mózgu wchodzą najprzód do rdzenia przedłużonego i tworzą tam piramidy (*pyramides*), skrzyżowanie piramid (*decussatio pyramidum*) i część przednich i tylnych pęczków; następnie tworzą włóknistą część wzgórka czworaczego, krzyżują się tam z poprzecznemi włóknami mostu V a r o l a (*pons Varoli*) i nareszcie występując pod przednim brzegiem mostu tworzą tak zwane odnogi mózgu (*pedunculi cerebri*). Dolna część tych odnóg zapuszcza się do wzgórków prążkowanych i jak się zdaje do substancji szarój znajdującej się na granicy pomiędzy półkulami mózgowemi i wzgórkami prążkowanymi; górna część odnóg przedzielona od dolnej części przez warstwę ciemno-szarą (*substantia nigra pedunculi*) i nazwana nakrywką czyli oponczą (*tegmentum caudicis*) kończy się przy substancji szarój wzgórka wzrokowego. Włókna ułożone po-

przecnie czyli prostopadle do podłużnej osi układu nerwowego i łączące prawą połowę z lewą, znajdują się w różnych miejscach, jak np. na przedniej i tylnej powierzchni rdzenia przedłużonego (*fibrae arciformes, striae medullares laminae cinereae*), jako spoidła w środkowej jamie mózgu i t. p. Połączenia pomiędzy różnymi nagromadzeniami substancji szarej jeszcze mało są zbadane.

Półkule mózgowe (*hemisphaerae cerebri*), mózdzek (*cerebellum*) i gałki oczne (*bulbi oculorum*) tworzą się jako części dodatkowe z pierwotnych pęcherzyków zasadniczej części mózgu. Z przedniego pęcherzyka wyrastają półkule mózgowe w formie bocznych pęcherzyków, które najwięcej ze wszystkich części układu nerwowego się powiększają i posuwając się ku górze i ku tyłowi nareszcie całą pierwotną część mózgu zasłaniają. Wewnętrzne wydrążenia pierwotnych półkul, komunikujące z przestrzenią w przednim pęcherzyku, zamieniają się na boczne jamy mózgowe, a otwory pozostające pomiędzy jamą środkową i jamami bocznymi nazwano otworami *M o n r o a* (*foramina Monroi*). Włókna nerwowe utrzymujące związek pomiędzy półkulami i zasadniczą częścią mózgu, przechodzą ze wzgórek prążkowanych do substancji białej półkul jedną tylko drogą, a to na obwodzie otworów *M o n r o' a*. Bezpośredni związek pomiędzy rdzeniem pieczrowym i półkulami mózgu prawdopodobnie nie istnieje; wszystkie włókna przybywające z rdzenia do mózgu kończą się w różnych nagromadzeniach substancji szarej i nie przechodzą granicy wzgórka prążkowego. Włókna idące od białej substancji półkul do części zasadniczej mózgu zapuszczają się do substancji szarej we wzgórku prążkowym i wzrokowym. Wielkie spoidło półkul mózgowych (*corpus callosum s. commissura maxima s. trabs cerebri*) składa się ze samych prawie włókien nerwowych równolegle ułożonych i przechodzących od jednej półkuli do drugiej. Wyjawszy małych nagromadzeń substancji szarej w sąsiedztwie wzgórek prążkowanych i w rogach *A m m o n a* (*cornua Ammonis s. pes hippocampi major*) półkule mózgowe zawierają substan-

cję szarą tylko na zewnętrznej powierzchni składającej się z tak zwanych zakrętów (*gyri*).

Z prawej i lewej strony pierwszego pierwotnego pęcherzyka mózgu, wyrastają dwa inne pęcherzyki, które posuwając się ku dołowi i ku zewnętrznej powierzchni ciała zamieniają się na gałki oczne. Przez rodzaj wypuklenia tylnej ściany pierwotnego kanału nerwowego, pomiędzy drugim i trzecim pęcherzykiem mózgowym tworzy się mózdzek. Wydrążenie tego organu komunikujące na początku z czwartą jamą mózgu, u człowieka prawie zupełnie znika, zaś u różnych niższych zwierząt utrzymuje się przez całe życie. Pęczki substancji białej składające tylną i boczną ścianę kanału nerwowego, a w rdzeniu przedłużonym razem zamieniające się na pęczki powrózkowate (*corpora restiformia*) zapuszczają się do mózdzku i nazywają się dla tego także odnogami mózdzku (*pedunculi cerebri*). Inne pęczki włókien nerwowych rozpięte pomiędzy mózdzkiem i wzgórkiem czworaczym i pośredniczące pomiędzy komórkami w mózdzku i we wzgórkach wzrokowych nazwano odnogami mózdzku do wzgórka czworaczego (*processus cerebelli ad corpora quadrigemina*). Pomiedzy prawą i lewą półkulą mózdzku istnieje taki sam związek, jak pomiędzy półkulami mózgowymi; most V a r o l a składa się ze samych równoległych włókien, które występując z jednej strony mózdzku przechodzą na około wzgórka czworaczego i wracają do drugiej strony. Substancja szara znajduje się w mózdzku głównie na zewnętrznej powierzchni, tworząc liczne wążkie i dość równoległe zakręty; mała ilość szarej substancji tworzy tak zwane jądro zębate (*nucleus dentatus s. corpus rhomboideum*) w środku mózdzku i osłania także cienką warstewką jego powierzchnię wewnętrzną t. j. powierzchnię obróconą ku jamie czwartej.

W środku pomiędzy włóknami przednich pęczków substancji białej, występują z obu stron rdzenia przedłużonego dwie owalne wypukłości czyli tak zwane oliwki (*olivae*). Są to ślady pęcherzykowatych wyrostków lub tworzących się półkul rdzenia przedłużonego i okazują podobny skład jak półkule mózgu lub mózdzku. Na poprzecznym przecięciu

widać pod zewnętrzną powierzchnią każdej oliwki, blaszkowaty jakby sfałdowany pokład substancji szarzej, nazwany jądrem zębatym (*nucleus s. corpus dentatum olivae*).

Nerwy mózgowie nie poczynają się w owych miejscach, z których występują na zewnątrz, lecz zachodzą do środka zasadniczej części mózgu i równie jak nerwy rdzeniowe powoli zwięzając się i zamieniając na włókienka bezrdzenne, kończą się w pewnych częściach substancji szarzej wzgórka wzrokowego, wzgórka czworaczego i rdzenia przedłużonego, które to części dość słusznie nazwano jądrami nerwowymi. Jądra nerwów ruchowych zawierają głównie komórki średniej wielkości, podobne do komórek w przednich rogach rdzenia pacierzowego; przy początkach nerwów czysto zmysłowych np. nerwu wzrokowego, nerwu słuchowego, znajdują się głównie komórki małe. Nerw węchowy nie należy właściwie do nerwów, lecz stanowi rodzaj pęcherzykowatego przedłużenia podstawy mózgowej, zawiera w środku kanalikowate wydrążenie, komunikujące z jamami mózgowymi i składa się na wewnątrz z substancji białej czyli z delikatnych włókienek nerwowych, a na zewnątrz z substancji szarzej. Utkanie tej ostatniej substancji jest dość zawikłane i bardzo podobne do utkania substancji szarzej na powierzchni półkul mózgowych. Włókna nerwów mózgowych prawdopodobnie łączą się z wypustkami komórek zawartych w substancji szarzej czyli w jądrach nerwowych; lecz dokładne wykazanie takiego połączenia jest daleko trudniejsze, niż przy rdzeniu pacierzowym.

Substancja szara w mózgu zawiera bardzo rozmaite formy komórek nerwowych. W rdzeniu przedłużonym znajdują się głównie trzy miejsca opatrzone komórkami t. j. blaszka szara na dnie czwartej jamy (*lamina cinerea sinus rhomboidei*), jądro szare w pęczkach powrózkowatych (*nucleus cinereus corporis restiformis*) i jądro zębate w oliwce (*nucleus s. corpus dentatum olivae*). Pierwszą część t. j. blaszkę szarą w czwartej jamie można uważać za dalszy ciąg substancji szarzej w przednich rogach rdzenia pacierzowego. Znajdują się tam komórki rozmaitej formy i wielkości, średnica których wynosi od 0,013 mm. aż do 0,065 mm.; największe komórki opa-

trzone licznymi rozgałęziającymi się wypustkami i mocno zabarwione ziarnistym, brunatnym barwnikiem, leżą głównie w tylnym kącie dolka skośnie czworokątnego czyli tak zwaną substancji rdzawej (*substantia ferruginea s. locus coeruleus*). Jądro szare w pęczkach powrózkowatych stanowi prawdopodobnie przedłużenie tylnych rogów substancji szarej rdzenia pacierzowego i zawiera dla tego głównie małe komórki posiadające w średnicy 0,017—0,026 mm., opatrzone 4—5 wypustkami i zawierające po części brunatny barwnik. W jądrze zębatym oliwek znajdują się równe, małe komórki opatrzone żółtawym, ziarnistym barwnikiem. We wzgórkach czworaczym substancja szara po większej części jest rozdrobniona i rozmieszczona pomiędzy włóknami przebiegającymi od rdzenia przedłużonego do wzgórków wzrokowych i prążkowanych. Główna część tej substancji znajduje się w okolicy wodociągu Sylwiusza i zawiera tam wielowypustkowe komórki średniej wielkości; w obwodowych jej częściach znajduje się więcej małych komórek. Część włókien nerwowych idących od rdzenia przedłużonego do wzgórka czworaczego, kończy się prawdopodobnie w owych komórkach, również jak i korzenie niektórych nerwów mózgowych np. nerw okoruchowy (*n. oculomotorius*), nerw bloczkowy (*n. trochlearis s. patheticus*) i i. Substancja ciemno-szara (*substantia nigra pedunculi*) przedzielająca nakrywkę czyli oponę (*tegmentum caudicis*) od dolnej części odnóg mózgowych, zawiera podobne komórki jak substancja rdzawa (*substantia ferruginea*) w blaszce szarej na dnie czwartej jamy mózgowej; komórki te są jednak mniejsze i wysyłają mniej wypustek. Skład substancji szarej we wzgórku wzrokowym jest podobny do składu szarych jąder znajdujących się we wzgórku prążkowanym i w jego sąsiedztwie. Przeważają tam komórki małe z średnicą 0,013 mm. nad komórkami średniej wielkości, których średnica dochodzi do 0,04 mm. Włókna nerwowe przybywające z rdzenia pacierzowego do mózgu są na początku jeszcze dość grube, średnica ich wynosi około 0,004—0,008 mm., powoli jednak cieńszeją i okazują w substancji białej zwojów mózgowych w ogóle grubość 0,002—0,006 mm.; przed zapuszcze-

niem się do substancji szarzej, w której się kończą, okazują tylko średnicę 0,0008—0,001 mm.

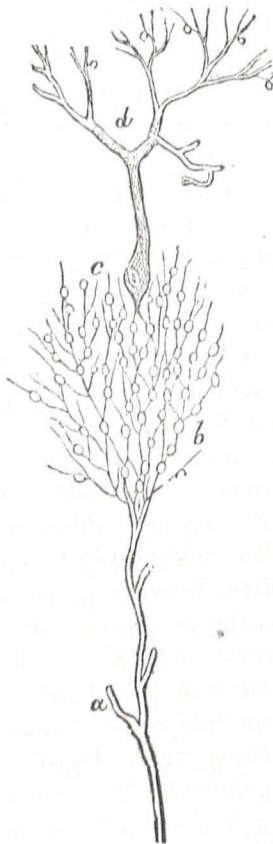


Fig. 59.

Substancja szara mózdzku znajdująca się w górnej ścianie czwartej jamy mózgowiej, zawiera wielkie, wielobiegunowe i brunatno zabarwione komórki z średnicą 0,04—0,06 mm. W jądrze zębatym mózdzku leżą komórki okazujące średnicę 0,017—0,034 mm., opatrzone żółtawym ziarnistym barwnikiem i 2—5 wypustkami. Wiadomo z anatomii opisowej, że warstwa biała w półkulach i w robaku mózdzku, przedstawia na przecięciu pionowym szczególne rozgałęzienie nazwane drzewem życia (*arbor vitae*). Włókna nerwowe wstępujące przez odnogi mózdzku do drzewa życia przebiegają tam prawie wszystkie równoległe do podłużnej osi gałęzi tego drzewa. Obwodowy koniec tych włókien jest obrócony ku zewnętrznej powierzchni mózdzku. Podłużne przecięcie tej powierzchni składającej się z zakrętów wązkich (*gyri*) okazuje następujące ciekawe utkanie: ku zewnątrz

(Fig. 59). Schemat połączeń komórek z włóknami nerwowymi w zakrętach mózdzku; *a* włókno nerwowe dzielące się i przechodzące w siatkę delikatnych włókienek *b* napelnioną małymi komórkami, które stanowią warstwę ziarnkową; *c* obwodowe końce siatki wchodzące do substancji szarzej; *d* wielka kolbkowata komórka z grubą dzielącą się wypustką; przy obwodowych cienkich końcach gałęzi wypustkowych znajdują się małe komórki warstwy szarzej. (Podług Gerlach).

czyli na obwodzie znajduje się warstwa szara, a wewnątrz leży pęczek włókien nerwowych, który na obwodowym końcu rozpościera się na sposób wachlarza. Pomiedzy substancją szarą i pęczkiem włókien znajduje się rdzawa warstwa złożona z okrągłych ziarenek (jąder albo małych komórek) powyżej już opisanych. Włókna nerwowe wstępujące do téj warstwy dzielą się na liczne delikatne gałęzie i przeplatając się w rozmaity sposób tworzą dość gęstą siatkę nerwową. W oczkach téj siatki leżą owe małe okrągłe i błyszczące się komóreczki, które z włóknami siatki niewątpliwie się łączą za pośrednictwem delikatnych wypustek (Fig. 59). Końcowe czyli obwodowe włókienka siatki wchodzą po większej części do substancji szarój, a w części łączą się z delikatnymi wypustkami wielkich komórek, które się znajdują na granicy pomiedzy warstwą szarą i warstwą ziarnkową. Komórki te, najpierw wykazane przez Purkinje'go, mają formę kolbkowatą i tworzą pojedynczą warstwę jakby złożoną ze stożków pionowo obok siebie ustawionych. Gruby ich koniec jest obrócony ku warstwie ziarnkowej i posiada pojedynczą cienką wypustkę, która dzieląc się łączy się albo z włóknami siatki nerwowej albo z wypustkami małych komórek, a cienki koniec kolbkowatych komórek jest obrócony ku zewnętrznej powierzchni mózdzku, zapuszcza się on całkowicie do substancji szarój i przechodzi tam w bardzo długą, grubą wypustkę. Wypustka ta dzieli się w warstwie szarój na liczne, wyraźne gałęzie, które coraz bardziej się zwężają i nareszcie stają się zupełnie niewidzialnymi. Nie wiadomo, jak owe gałęzie się kończą, czy one wprost się zlewają z ziarnistą substancją szarą, jak to Henle i Wagner przypuszczają, lub czy się łączą z wypustkami małych komórek, rozsianych po całej warstwie substancji szarój. W téj ostatniej substancji rozchodzą i przeplatają się liczne nadzwyczaj delikatne włókienka, pochodzące prawdopodobnie z włókien warstwy ziarnkowej. Stosunek tych włókien do komórek w warstwie szarój i do wypustek wielkich komórek nie jest jeszcze zbadany. Średnica komórek składających warstwę ziarnkową wynosi w ogóle 0,006 mm., średnica wielkich kolbkowatych komórek 0,033—

0,065 mm., grubość ich wypustek obwodowych 0,012—0,017 mm., średnica małych komórek w warstwie szarej 0,008—0,017 mm.

W substancji szarej pokrywającej zewnętrzną powierzchnię półkul mózgowych, odróżniają badacze zwykle kilka odmiennych warstw, a mianowicie: pokład zewnętrzny czyli białawy, pokład średni czyli szary i pokład wewnętrzny czyli żółtawo-czerwonawy. Ten ostatni pokład wyrównywa co do grubości oba poprzednie pokłady, w niektórych miejscach jest on przedzielony cienką warstwą białą, a podobna warstwa odgranicza go czasem od pokładu średniego. W powierzchniowym białawym pokładzie znajdują się małe, okrągławe, błyszczące się, wrzecionowate lub trójkątne komórki, mierzące w średnicy 0,008—0,016 mm. i opatrzone kilkoma delikatnymi wypustkami. Substancja zasadnicza otaczająca te komórki składa się po większej części z delikatnych włókienek, średnica których wynosi 0,0008, które w rozmaitych kierunkach się przeplatają i gęstą siatkę tworzą. Pomiedzy włókienkami istnieje, jak się zdaje, mała ilość galaretowatej, jasnej, klejącej substancji. Nadmieniliśmy już przy ogólnym rozbiorze pierwiastków nerwowych, że podług Stephana y'ego, substancja szara ma się składać ze samych delikatnych wypustek komórkowych, które w rozmaity sposób się łączą i gęstą siatkę tworzą. Pokład powierzchniowy nie jest ściśle odgraniczony od pokładu średniego lecz pomiędzy wszystkimi pokładami istnieje powolne przejście t.j. tak pomiędzy pierwszym pokładem i drugim równie jak pomiędzy drugim i trzecim. Pokład średni czyli szary jest obficie obdarzony komórkami, które blisko siebie są ułożone i otoczone podobną substancją zasadniczą, jak komórki w pokładzie powierzchniowym. Komórki te okazują zwykle formę trójkątną, lecz znajdują się także komórki wielokątne, okrągławe i wrzecionowate. Komórki trójkątne są zwykle jednym kątem obrócone ku powierzchni mózgu, a z tego kąta odchodzi długa prosta wypustka, okazują one połysk tłuszczowy i mają zwykle średnią wielkość t. j. 0,018—0,025 mm. Okrągławe komórki tego pokładu są zwykle dość wielkie, ich średnica wynosi około

0,025—0,03 mm., zawierają bladą, drobnoziarnistą treść i wyraźne 0,008—0,01 mm. mierzące jądro z jąderkami i rzadko okazują wyraźne długie wypustki. Oprócz tych wielkich komórek znajdują się w średnim pokładzie także liczne małe komórki. Wewnętrzny czyli żółto-czerwonawy pokład zawiera także wiele komórek rozmieszczonych w substancji zasadniczej, lecz ilość ich jest mniejsza jak w pokładzie średnim; komórki te okazują własności trójkątnych błyszczących się komórek, jakie również są zawarte w obu zewnętrznych pokładach, oprócz tego widać tu i owdzie także inne formy komórek. Opisany tu skład kory mózgowej jednak nie we wszystkich zakrętach jest zupełnie jednakowy, a nawet po bokach zakrętów jest on nieco odmienny. Włókna nerwowe substancji białej, równoległe do siebie ułożone, przechodzą od środka półkul do zakrętów i rozchodzą się tam podobnie jak w korze mózdzku ku powierzchni. W pokładzie wewnętrznym czyli żółto-czerwonawym przechodzą one po większej części pionowo do pokładu szarego, a po części zmieniają kierunek i rozchodzą się poziomo; w pokładzie szarym zwężają się, tracą ciemne obrysy i znikają po większej części; mała ilość włókien przechodzi jednak także przez pokład szary do pokładu białawego, gdzie się rozchodzą pod samą zewnętrzną powierzchnię.

c. Zwoje nerwów mózgowych, rdzeniowych i nerwu sympatycznego. Skład zwojów ze wszystkich prawie organów nerwowych najmniej jest zawiślany, a mimo to nie jest dokładniej zbadany. Zależy to od ścisłego związku pierwiastków nerwowych, które we zwojach wyższych zwierząt i człowieka są połączone za pośrednictwem bardzo mocnej tkanki łącznej. Utwory te nie dają się rozłożyć na pojedyncze pierwiastki bez nadwężenia ich związku z włóknami nerwowymi, a obserwacje mikroskopowe cienkich skrawków zrobionych z owych części nie dają nam żadnej pewności o prawdziwych połączeniach pomiędzy komórkami i włóknami, gdyż nie można przy tém uniknąć omyłek optycznych. Wiemy tylko, że zwoje składają się z komórek i włókien nerwowych, które zarazem są otoczone tkanką łączną. Włókna zwężają się zwykle we zwoju, tracą nawet pochwę rdzeniową t. j. zamieniają się

na włókna bezrdzenne i połączone w pęczki przechodzą pomiędzy różnymi zbiorami komórek. Część włókien łączy się rzeczywiście z komórkami, część zaś przechodzi w niektórych zwojach prosto i bez żadnego połączenia. Nie możemy się tu zajmować rozbiorem wszystkich zdań i doświadczeń mających na celu objaśnienie tych ważnych stosunków w różnych rodzajach zwojów, gdyż literatura w tym względzie jest bardzo obszerna, a prawdziwie korzystne rezultata są bardzo szczupłe; musimy się tylko ograniczyć na wymienieniu najglówniejszych faktów.

Zwoje nerwów rdzeniowych i mózgowych znajdują się po większej części tylko przy nerwach czucia, a mianowicie w tylnych korzeniach nerwów rdzeniowych, w czuciowym korzeniu nerwu trójdzielnego (*n. trigeminus*) i t. p., lecz i w nerwach ruchu znaleziono zwoje. Nerw wstępujący do zwoju od mózgu lub rdzenia, może prosto przejść przez zwój i nie łączyć się z komórkami, a przy wystąpieniu ze zwoju może zabierać włókna poczynające się z jednowypustkowych komórek i bieżące ku obwodowi układu nerwowego; albo włókna nerwu zapuszczającego się do zwoju, łączą się wszystkie z komórkami i występując z przeciwnego końca dwubiegunowych komórek, tworzą obwodową czyli odśrodkową część nerwu; albo zresztą może istnieć pośredni stosunek, a nawet być może, że jednobiegunowe komórki oddają swoją wypustkę do środkowej części nerwu. U ryb, gdzie łatwo można rozłożyć zwój na pojedyncze pierwiastki, otrzymują się przy ostrożnym preparowaniu prawie same dwubiegunowe komórki; u wyższych zwierząt i u człowieka rzadko tylko znaleźć można dwubiegunowe komórki, zwykle widać tam tylko osobnione komórki bez wypustek albo komórki jedną tylko wypustką opatrzone, nie można jednak z tego wnioskować, że takie komórki istnieją także w zwoju nienaruszonym. Jeżeli zwoje rzeczywiście zawierają komórki z jedną wypustką, to komórki te będą prawdopodobnie połączone z sąsiednimi komórkami za pośrednictwem delikatnych wypustek. Niektórzy badacze (*Stannius*, *Bidder*) spostrzegli we zwojach rdzeniowych komórki z dwiema obwodowymi wypustkami.

W węzownicowej kostnej blaszce ślimaka (*lamina spiralis ossea cochleae*) w uchu, przechodzą wszystkie włókna nerwowe przez małe dwubiegunowe komórki; większe dwubiegunowe komórki znajdują się w nerwie słuchowym po wstąpieniu do kości skalistej. Średnica komórek w zwojach nerwów rdzeniowych wynosi zwykle około 0,04—0,06 mm., w nerwach mózgowych komórki są nieco mniejsze, lecz zresztą nie różnią się od pierwszych. Treść komórek zwykle jest opatrzona ziarnistym barwnikiem. Jądra komórek są wyraźne, wielkość ich wynosi 0,008—0,017 mm., a wielkość jąderka 0,017—0,004 mm. Grubość włókien wynosi w środku zwoju 0,003—0,005 mm., zewnątrz zwoju włókno powiększa się i dochodzi do 0,006—0,008 mm., a nawet do 0,01 mm.

Podobne stosunki jak we zwojach powyższych mają także miejsce we zwojach nerwu sympatycznego, lecz w tych ostatnich istnieją jeszcze zawikłańsze połączenia, gdyż zwoje nie tylko we dwóch kierunkach się łączą z nerwami, ale zwykle w czterech i więcej nawet kierunkach. Wiemy z anatomii opisowej, że tak zwane pasmo graniczne nerwu sympatycznego składa się z szeregu zwojów połączonych ze sobą za pośrednictwem włókien idących od jednego zwoju do drugiego, i że każdy prawie zwój łączy się z jednej strony z nerwami rdzeniowymi, a z drugiej strony wysyła gałęzie idące do innych obwodowych zwojów. Więcej jeszcze gałęzi rozchodzi się ze zwojów znajdujących się w splotach nerwu sympatycznego. Wiemy z pewnością, że przez zwoje przechodzą jedne włókna, które wcale nie łączą się z komórkami, a inne które się tam zapuszczają do komórek. Wiemy także, że we zwojach znajdują się nie tylko jedno i dwubiegunowe komórki, ale i wielowypustkowe, że większa część włókien nerwu sympatycznego poczyna się z komórek zwojowych, że w obwodowych zwojach, a głównie w miększu organów znajdują się rzeczywiście komórki z pojedynczemi wypustkami i t. p. Jeżeli jednak zadamy sobie pytanie, co się dzieje z włóknami, które z rdzenia wchodzą do nerwu sympatycznego, czy one się kończą we zwojach, czy na obwodzie; jakie istnieją połączenia pomiędzy komórkami różnych zwojów i t. p., to na ta-

kie zapytanie nie mamy żadnej pewnej odpowiedzi. Komórki we zwojach nerwu sympatycznego są bardzo podobne do komórek innych zwojów, tylko średnica ich jest mniejsza, w ogóle wynosi ona 0,017—0,02 mm. Włókna nerwowe w nerwie sympatycznym są po większej części rdzenne, lecz wazkie; grubość ich wynosi 0,003—0,013 mm. Według R e m a k a nerw sympatyczny w niektórych miejscach, jak np. w wątrobie, w śledzionie składa się z włókien szarych, po części połączonych z dwu-lub wielowypustkowymi ziarnkami nerwowymi; inni badacze uważają te włókna za tkankę łączną.

Komórki nerwowe znajdują się nie tylko we zwojach piasma granicznego i w większych splotach nerwu sympatycznego, lecz małe nagromadzenia komórek sympatycznych można za pomocą mikroskopu także rozpoznać przy obwodowych cienkich gałęziach tego nerwu i nawet w środku różnych organów, gdzie liczba komórek często jest bardzo ograniczona (3—15 komórek). Komórki leżą tam po części w przebiegu cienkich (z kilku lub kilkunastu włókien złożonych) gałązek nerwowych, a po części w miejscu skrzyżowania się gałęzi w splotach obwodowych. Rzadko znajdują się tam komórki dwubiegunowe, częściej jednobiegunowe i komórki na pozór nie opatrzone żadną wypustką. Takie mikroskopowe zwoje znajdują się: w nerwach natętnicznych (*n. carotici*), w splotach gardzielowych (*plexus pharyngeus*), w sercu (najdokładniej można je zbadać w sercu żaby), w płucach przy przewodach powietrznych, w tylnej ścianie pęcherza moczowego (również łatwe do zbadania u żab), w walkach jamistych prącia (*corpora cavernosa penis*), w ścianie kanału pokarmowego, a to w błonie mięsnej i błonie podgruczołowej (*tunica nervea*) i w gruczołach limfatycznych.

d. Nerwy. Skład nerwów również jak i skład zwojów opisaliśmy już przy ogólnym rozbiore utworów nerwowych. Ograniczemy się więc tu na przytoczeniu kilku tylko dodatkowych uwag. Wszystkie prawie nerwy składają się z włókien rdzennych, w niektórych tylko miejscach znajdują się prawdziwe włókna szare, jako to: w nerwie węchowym i w niektó-

rych gałęziach nerwu sympatycznego; u zarodków, u niektórych zwierząt kręgowych np. u Petromyzon i u wszystkich prawie zwierząt bezkręgowych, nerwy całkowicie są złożone z włókien szarych. Włókna rdzenne przechodzą we włókna bezrdzenne (lub w proste nitki osiowe) w następujących miejscach: W ciałkach Paciniego, Krausego i prawdopodobnie także w ciałkach Meissnera, w siatkówce (*retina*), w brodawkach języka na końcu nerwów smaku, w błędniku (*labyrinthus*) i ślimaku (*cochlea*) ucha, w rogówce oka, w substancji szarej mózgu i rdzenia i we zwojach nerwowych, nareszcie u ryb elektrycznych we właściwym organie elektrycznym. Nerwy przebiegające od organów nerwowych ośrodkowych ku obwodowym częściom ciała, dzielą się na coraz cieńsze gałęzie, łączą się często pomiędzy sobą bocznymi gałęziami i tworzą nawet gęste sploty i siatki. Włókna nerwowe pierwotne, z których nerwy i sploty nerwowe się składają, nie łączą się pomiędzy sobą i nie tworzą ani siatki, ani pętlicy, lecz przechodzą wprost od środka aż do obwodowych zakończeń i rzadko kiedy dzielą się w samym nerwie. Sploty znajdują się nawet przy najcieńszych gałęziach i w bliskości obwodowych zakończeń, lecz nie są one samymi zakończeniami nerwów, ale pojedyncze włókna i delikatne gałązki występują dopiero ze splotów i kończą się właściwym sobie sposobem. Pochwa nerwowa (*neurilemma*) staje się przy rozgałęzieniach nerwu coraz cieńszą, lecz otacza jednakowoż i najcieńsze gałęzie a nawet pojedyncze włókna końcowe.

e. Obwodowe zakończenia nerwów. Pod względem obwodowych zakończeń włókien nerwowych Histologia w ostatnich czasach największe zrobiła postępy; mimo to różne ważne zakończenia jeszcze wcale nie są wykazane. W dawniejszych czasach przypuszczano, że nerwy dzielą się na coraz cieńsze gałęzie i nareszcie zlewają się z tkanką organów. Pomiędzy rokiem trzydziestym i czterdziestym teraźniejszego wieku broniono przypuszczenie, według którego włókna tak na obwodzie, jak w organach ośrodkowych na około komórek mają tworzyć pętlice i łączyć się z drugimi włóknami. W ostatnich dopiero dwudziestu latach udało się wykazać prawdziwe zakończenia

włókien nerwowych w rozmaitych organach i naukę w tym względzie znakomicie poprawiono. Obecnie prawie żaden badacz już nie utrzymuje, że sploty nerwowe w obwodowych częściach znajdujące się, stanowią prawdziwe zakończenia nerwów, lecz że włókna przechodzą w delikatne włókienka i niteczki (nitki osiowe), które albo się łączą z włóknami mięsnymi, albo się zapuszczają do właściwych pęcherzykowatych ciałek, albo się przyczepiają do różnych utworów komórkowych, albo nareszcie kończą się małym guziczkowatym nabrzmieniem.

W *mięśniach* złożonych z włókien poprzecznie prążkowanych, dzielą się pojedyncze włókna nerwowe na liczne gałęzie; ostatnie końcowe gałązki są bardzo cienkie, lecz jeszcze opatrzone pojedynczymi ciemnymi obrysami, grubość ich wynosi 0,002—0,0027 mm., rozchodzą się one pomiędzy włóknami mięsnymi równoległe do podłużnej osi tych włókien i nareszcie kończą się na powierzchni włókien mięsnych i przyczepiają się z nieco obrzękłym końcem do omięsnej. Pochwanka włókna nerwowego zlewa się z omięsną podobnie jak z błoną komórek nerwowych, a nitka osiowa przebija jak się zdaje omięsne, wchodzi do substancji kurczliwej i łączy się z nią podobnie jak z treścią komórek nerwowych. To połączenie nie można jednak uważać za proste zlewianie się nitki osiowej z substancją kurczliwą, lecz nitka osiowa łączy się we włóknie mięsnym prawdopodobnie z delikatnymi niteczkami i rozchodzi się po całej substancji kurczliwej. Ostatnie to przypuszczenie nie jest jednak oparte na dostatecznych doświadczeniach. Pomiedzy włóknami mięsnymi gładkimi włókna nerwowe również się rozgałęziają, lecz prawdziwe ich zakończenia nie są jeszcze wykazane.

W *skórze* i w *błonach śluzowych* blisko powierzchni ciała znajdujących się, jako to: w spojówce, w jamie ustnej, na żołądki prącia, w pochwie niewieściej i t. p. znaleziono dotychczas cztery rodzaje zakończenia nerwów t. j. wolne zakończenie włókien i zakończenia w ciałkach dotykowych Meissnera, w ciałkach Krausego i Paciniego. Wolne zakończenia nie są jeszcze dostatecznie zbadane i może wcale nie istnieją. Przypuszczano, że one tam istnieją, gdzie włók-

na coraz bardziej się zwężając i przechodząc w delikatne bezrdzenne włókienka nareszcie zupełnie znikają bez widocznego zapuszczenia się do właściwych utworów końcowych. Takie miejsca przedstawiają np. błona śluzowa w dolnej części jamy nosowej, brodawki na powierzchni języka, brodawki w skórze i innych częściach, gdzie nerwy się znajdują lecz gdzie nie przechodzą w ciała dotykowe i t. p. W miążdże zębowej (*pulpa dentis*) znajdują się podług Robina guziczkowate

zakończenia włókien nerwowych. Zakończenia nerwów czucia w wewnętrznych częściach organizmu jeszcze wcale nie są zbadane; tu i owdzie znajdują się ciała P a - c i n i e g o .

Ciała końcowe Krausego (Endkolben) stanowią u człowieka okrągławe, u zwierząt podłużne czyli owalne pęcherzyki, wielkości około 0,03—0,07 mm. Pęcherzyki te składają się ze szklistej, przezroczystej, jednolitej błonki i z jasnej, miękkiej, słabo błyszczącej zawartości. Włókna nerwowe przed wstąpieniem do ciałek dzielą się na kilka cienkich gałęzi, które albo pojedynczo albo po dwóch, rzadko po trzech przystępują do ciała końcowego i przebijając jego błonkę, wchodzą aż

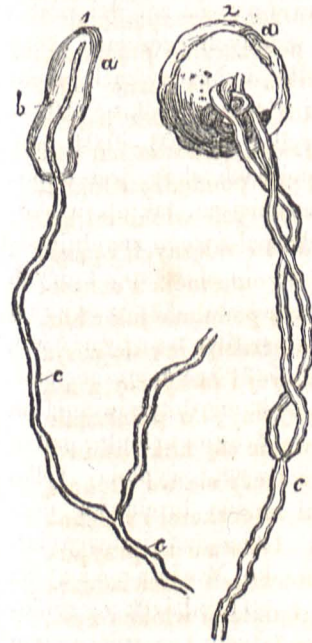


Fig. 60.

do samego środka. Wewnątrz zwężają się te włókna, zamieniają się na włókna bezrdzenne i okazują formę zagiętą albo

(Fig. 60). Końcowe ciała ze spojówki oka, 1 ze spojówki cielęcia, 2 ze spojówki człowieka; a Powłoka ciała pęcherzykowatego; b nitka osiowa w środku ciała; c c włókna nerwowe rdzenne z podwójnymi obrysami. (Podług Krausego).

węzłkowato splecioną (Fig. 60). Dotychczas znaleziono je u człowieka w spojówce oka (*conjunctiva bulbi*), gdzie na jedną linię kwadratową znajdują się najmniej dwa ciała, dalej pod brodawkami w błonie śluzowej jamy ustnej i gardzieli, w brodawkach grzybkowatych języka (*papillae fungiformes*), w żołądździ prącia męskiego i łechtaczki (*glans penis et clitoridis*).

Ciała dotykowe Meissnera (*corpuscula tactus*) znajdują się głównie w brodawkach skóry na dłoni i stopie, oprócz tego w brodawkach języka i błony śluzowej ust, na żołądździ prącia i łechtaczki, w brodawce sutkowej, w innych częściach skóry i t. p. Są to owalne, dosyć stałe ciała, w brodawkach palcowych długość ich wynosi 0,1 mm. i więcej, szerokość 0,04—0,05 mm., w innych miejscach są tylko na 0,03—0,04 mm. długie. Ilość ciałek w różnych miejscach skóry jest odpowiednia do dokładności czucia w tém miejscu, tak np. w skórze trzeciego czyli końcowego członka palcowego znajduje się na jednej linii kwadratowej około 400 brodawek, z których

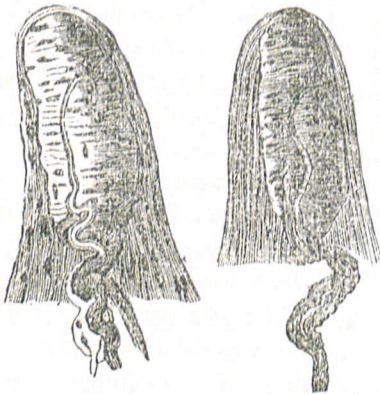


Fig. 61.

około 300 zawierają pęczki naczyń i owce, a 100 są opatrzone ciałkami dotykowemi; na drugim członku palcowym wypada tylko jedna brodawka nerwowa (zawierająca ciało Meissnera) na 10 brodawek naczyniowych; na pierwszym członku jedna nerwowa na 27 naczyniowych; w skórze dłoni jedna nerwowa na 50

(Fig. 61). Dwie brodawki nerwowe ze skóry końcowego członka palca wskazującego, opatrzone ciałkami dotykowemi. W lewej brodawce widać komórki tkanki łącznej, które w samym ciałku są poprzecznie ułożone. (Podług Eckera).

naczyniowych, a w skórze przedramienia wypada tylko jedno ciało dotykowe na 7 linii kwadratowych powierzchni. Histologiczna wartość tych ciałek nie jest jeszcze dokładnie wykazana; jedni badacze uważają je za czysto nerwowe twory, drudzy za twory tkanki łącznej zarodkowej. Według pierwszego zdania stanowią one kłęby włókien nerwowych węzownicowato zwiniętych, według drugiego zdania kończą się włókna nerwowe albo wewnątrz owalnej bryłki tkanki łącznej, albo otaczają ją zewnątrz gęstymi węzownicowatymi skrętami. Zdaje się, że onerwie otaczające gałęzie nerwowe przechodzi w ciała dotykowe i powleka zewnętrzną ich powierzchnię, a galaretowata tkanka łączna znajdująca się pomiędzy włóknami nerwu (*perineurium*) zamienia się na zasadniczą poprzecznie prążkowaną część ciała (Fig. 61). Jeżeli ciało zostanie zwilżone kwasem octowym, to występują w niem liczne, poprzecznie ułożone jądra (jądra komórek tkanki łącznej?).

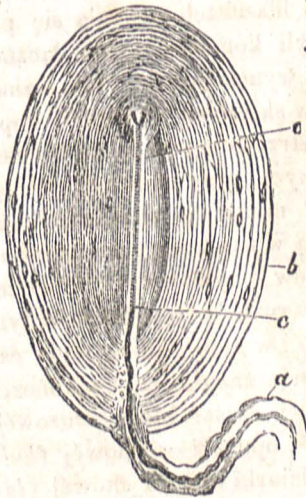


Fig. 62.

W środku ciałek zawarta jest miękka, drobnoziarnista substancja. Do każdego ciała przystępują włókna nerwowe rdzenne średniej grubości, zwykle po dwóch, rzadko po jednym, po trzech albo po czterech, które przechodzą wężykowato na powierzchnię ciała, zwężają się coraz bardziej i nareszcie znikają, niewiadomym sposobem. Prawdopodobnie zamieniają się na włókna bezrdzenne i kończą się w miękkiej zawartości ciała, podobnie jak w ciałkach Krausego i Paciniego.

(Fig. 62) Ciało Paciniego z kresiek kota; *a* nerw z onerwem, *b* blaszki spółśrodkowe z komórkami tkanki łącznej; *c* c nitka osiowa z rozdzielonym końcem. (Podług Eckera).

Ciałka Paciniego składają się z licznych spółośrodkowo ułożonych blaszek tkanki łącznej. Przestrzeń pomiędzy blaszkami jest napełniona wodnym płynem zawierającym białko. Wewnętrzne warstwy blaszek są gęstsze od zewnętrznych. Całe to owalne ciało stanowi rodzaj onerwia otaczającego koniec włókna nerwowego. Do każdego ciała zapuszcza się tylko jedno włókno rdzenne, rzadko wchodzi dwa włókna do jednego ciała. Włókna nerwowe dzielą się jednak często przed wstąpieniem do ciałek Paciniego na kilka gałęzi. Onerwie włókna przechodzi prawdopodobnie w tkankę łączną blaszek (Fig. 62). W środku ciała widać tylko delikatną nitkę osiową, która często blisko końca się dzieli i nareszcie przechodzi w delikatne guziczkowe nabrzmienie. Na około włókienka nerwowego znajduje się pomiędzy blaszkami nieco gęstsza i łatwo krzepnąca substancja. Po zwilżeniu kwasem octowym rozjaśnia się całe ciało, nitka osiowa wyraźniej występuje, a w blaszkach okazują się podłużne wrzecionowate ciała czyli komórki tkanki łącznej. Objętość ciałek jest dość znaczna, wynosi ona 1—2 mm. i znajdują się głównie na końcu nerwów skórnych na dłoni i stopie pod brodawkami; oprócz tego spostrzeżono je w jamie brzusznej, na końcu nerwów sympatycznych, przy okostnej, pomiędzy mięśniami i t. d. Najłatwiej można je zbadać u kota, gdzie w znacznej ilości się znajdują w kreskach (*mesenterium*).

Co do zakończeń innych nerwów zmysłowych, nie możemy się tu wdawać w obszerniejszy rozbiór wszelkich w tym względzie jeszcze istniejących zdań i w szczegółowy opis całych zmysłowych organów. W nosie znajdują się zakończenia *nerwu węchowego* tylko w górnej części błony śluzowej. Gałęzie tego nerwu poczynając się z opuszki węchowej (*bulbus olfactorius*) przechodzą przez dziurki blaszki sitowej (*lamina cribrosa*) do jamy nosowej i rozgałęziają się tam głównie w tak zwanym miejscu żółtym (*locus luteus*) błony śluzowej na górnej części przegrody nosowej i ściany bocznej. Błona z zakończeniami nerwu węchowego nazwana jest błoną węchową i odróżnia się pod względem składu znacznie od błony śluzowej, która osłania dolne części jamy nosowej. Ta ostat-

nia błona zwie się błoną S c h n e i d e r a i zawiera tylko gałęzie nerwu trójdzielnego. Błona węchowa w pewnym względzie jest grubsza od zwyczajnej błony śluzowej nosa, posiada ona krótkie pałeczkowate gruczoły B o w m a n n a napelnione małemi, żółtawemi, okrągławemi komórkami, a podścielisko błony składa się ze samych prawie gałęzi nerwu węchowego, które są złożone z włókien szarych i równolegle się rozchodzą pomiędzy gruczołkami B o w m a n n a. Włókna nerwowe idą ukośnie ku zewnętrznej powierzchni błony węchowej, rozkładają się na liczne cienkie niteczki (nitki osiowe) i kończą się na pozór jedne obok drugich w cienkiej szklistej warstwie podścieliska, odgraniczającej podścielisko od nabłonka. Prawdopodobnie przebijają nitki tę warstwę graniczną (t. j. rodzaj *basement membrane*) i łączą się z tak zwanymi komórkami węchowemi znajdującymi się pomiędzy komórkami nabłonka słupkowatego. U człowieka nabłonek ten nie został jeszcze dostatecznie zbadany, u zwierząt ssących przeciwnie można się przekonać, że nabłonek się składa z wyraźnych zwyczajnych, długich komórek słupkowatych nie opatrzonych migawkami i z nadzwyczaj delikatnych wrzecionowatych komórek z długimi wypustkami, które otaczają komórki słupkowate i podobnie są ustawione na podścielisku jak te ostatnie. Te cienkie komórki zawierają okrągławe jądra i łączą się, według nowszych przypuszczeń, jedną wypustką z końcowymi nitkami nerwu węchowego, a drugą wypustką sięgają do powierzchni nabłonka. Błona S c h n e i d e r a składa się ze zwyczajnego podścieliska, zawiera długie, rurkowate gruczoły śluzowe na końcu skręcone i nabłonkiem słupkowatym migawkowym okryte, i małą ilość włókien nerwowych rdzennych, a na zewnątrz jest pokryta nabłonkiem złożonym z krótkich migawkowych słupkowatych komórek; na dolnym brzegu muszli nosowych znajdują się w tej błonie liczne jamiste rozdzęcia żył.

Zakończenia *nerwów smaku* w języku nie są jeszcze wykazane. Pęczki włókien nerwowych wchodzą tam do środka tak zwanych brodawek grzybkowatych (*papillae fungiformes*) i kolistych (*papillae circumvallatae*), rozchodzą się w kształcie

kiści ku zewnętrznej powierzchni brodawek, tworząc delikatne spłoty, zamieniają się następnie na delikatne nitki osiowe i znikają w brodawkach wtórnych. W języku żaby przechodzą nitki osiowe przez podścielisko do nabłonka słupkowatego podobnie złożonego jak na błonie węchowej; u człowieka i wyższych zwierząt kręgowych nie znajduje się jednak na powierzchni języka nabłonek słupkowaty, lecz tylko warstwowaty płaski nabłonek. Nerwy czucia kończą się w języku w ciałkach dotykowych *Meissnera* i w ciałkach *Krausego*; być może, że tam znajdują się także wolne guziczkowe zakończenia.

Nerw słuchowy okazuje w błędniku błoniastym podobne zakończenia, jak w błonie węchowej. Końcowe gałęzie nerwu zapuszczają się wprost do błoniastych woreczków przedsionka (*vestibulum*) i do błoniastych banieczek (*ampullae membranaceae*) przewodów łukowatych (*canales semicirculares*), w innych miejscach błędnika nerwy nie istnieją. Na tylnej ścianie woreczków przedsionka tworzą włókna rdzenne nerwu przedsionkowego (*nervus vestibuli*) spłoty, z których wychodzą cienkie, krótkie pęczki złożone z dwóch, trzech lub więcej rdzennych włókien. Pęczki te kończą się pozornie przy szklistej błonie odgraniczającej płyn wodnisty zewnętrzny (*perilympha*) od płynu zawartego wewnątrz błędnika błoniastego (*endolympha*), lecz nitki osiowe włókien przebijają ową błonkę szklaną i wchodzi do nabłonka, który pokrywa wewnętrzną powierzchnię woreczka. Nabłonek ten przy zakończeniu nerwu składa się z komórek słupkowatych różnego rodzaju, które trudne są do zbadania, gdyż nie dają się dobrze odosobnić. Część tych komórek jest na końcu wolnym czyli wewnętrznym opatrzona pojedynczemi, długimi i twardemi rzęsami, które nie okazują ruchu migawkowego, lecz sięgają do szybki kredowatej stykającej się z nabłonkiem. Szybka ta składa się z kryształów węgla wapna. Niewiadomo jeszcze, z jakimi komórkami nabłonka nitki osiowe włókien nerwowych się łączą. Podobne zakończenia nerwu znajdują się także w banieczkach przewodów łukowatych. Błoniasta ściana przewodów tworzy tam rodzaj wpuklenia czyli fałdę ster-

czącą ku wewnątrz i wystawioną na uderzenia fal rozchodzących się w płynie wewnętrznym (*endolympha*) od woreczka przedsionkowego do kanałów łukowatych. W tej fałdzie przebiegają rdzenne włókna równoległe aż do samego brzegu fałdy i kończą się tam pozornie przy granicznej błonie szklistej. Lecz dokładne badanie przekonywa, że i tu odosobnione nitki osiowe przechodzą przez błonę do nabłonka i kończą się w nabłonku podobnie złożonym jak w worku przedsionkowym. Nad nabłonkiem nie znajdują się żadne kryształy, lecz rzęsy wystają wprost nad powierzchnią nabłonka. W ślimaku ucha organ końcowy jest nadzwyczaj złożony; mimo najmożliwszych prac, nie udało się dotychczas dokładnie zbadać jego skład i znaczenie pod względem histologicznym. Cienkie pęczki nerwu słuchowego, znajdującego się w osi ślimaka (*nervus cochleae*), wchodzą do węzownicowej kostnej blaszki ślimaka (*lamina spiralis ossea*) i rozchodzą się tam równoległe do wewnętrznego brzegu tej blaszki. Na drodze przechodzą włókna pęczka nerwowego przez warstwę dwubiegunowych małych komórek nerwowych; zdaje się, że każde włókno przechodzi przez jedną komórkę. Wszystkie pęczki kończą się pozornie przy brzegu blaszki kostnej w dziurkach blaszki błonistej (*lamina spiralis membranacea*), które są w jedynym rzędzie obok siebie ułożone. Spiczasty koniec pęczków pochodzi jednak tylko od rdzenia włókien nerwowych, który tam się kończy; przez dziurki blaszki błonistej występują przedłużenia włókien w formie odosobnionych nitek osiowych, które wchodzą do organu Corti'ego i znikają tam w sposób nieznanym. Organ Corti'ego leży na blaszce błonistej, składa on się z rozmaitych pręcików, siatek i komórek, które prawdopodobnie nie należą do pierwiastków nerwowych; znaczenie i związek tych utworów nie jest jeszcze dostatecznie zbadany.

Nerw wzrokowy składa się z cienkich włókien rdzennych, które przy wstąpieniu do gałki oka znacznie się zwężają i przed rozgałęzieniem się w siatkówce (*retina*) zamieniają się na bardzo delikatne bezrdzenne włókienka, z średnicą wynoszącą około 0,0004—0,0017 mm. Nadmieniliśmy już powyżej, że niektó-

rzy badacze uważają te włókienką za wolne nitki osiowe. Zważywszy jednak, że te włókienka lub nitki okazują często formę paciorkowatą, można przypuścić, że w stanie świeżym składają się z cienkiej osłonki i miękkiej zawartości. Siatkówka składa się z różnych pierwiastków nerwowych, z pierwiastków, których znaczenie nie jest jeszcze z dokładnością wykazane, i z substancji łącznej. Od ciała szklistego (*corpus vitreum*) odgranicza ją cienka błona szklista, nazwana błoną graniczną (*membrana limitans*), która niewątpliwie należy do utworów tkanki łącznej. Na zewnątrz od błony granicznej leży warstwa włókien nerwowych, które od wzgórka wzrokowego (*colliculus nervi optici*) promienisto się rozchodzą na wszystkie strony. Warstwa włókien jest najgrubsza na około tego wzgórka, a ku obwodowi coraz bardziej cieńsze, zaś na obwodowym brzegu siatkówki zupełnie znika. Pod plamką żółtą nie znajdują się prawie żadne włókna; przechodzą one łukowato na około tego miejsca, a po części zapuszczają się tam do innych pierwiastków nerwowych. Nad warstwą włókienek t. j. na zewnątrz, leży warstwa małych wielowypustkowych komórek nerwowych opatrzonych jądrami i jąderkami, posiadających w średnicy 0,008—0,034 mm. Pomiędzy komórkami znajduje się mała ilość substancji szarej podobnej do substancji szarej w mózgu, która na zewnątrz od warstwy komórek tworzy osobną cienką warstwę. Na tej ostatniej leży warstwa błyszczących, okrągławych ziarenek, opatrzonych kilkoma wypustkami (*stratum granulosum*). Ziarnka te są bardzo podobne do powyżej już opisanych ziarenek w mózdzku, znajdujących się tam pomiędzy warstwą szarą i białą w oczkach siatki włókienek nerwowych. Są to prawdopodobnie małe komórki, w których jądro wypełnia prawie całą wewnętrzną przestrzeń. Średnica tych komórek czyli ziarenek wynosi 0,004—0,008 mm. Warstwa ziarenek jest przedzielona przez warstwę substancji szarej na dwie warstwy, t. j. wewnętrzną złożoną z większych ziarenek i zewnętrzną zawierającą nieco mniejsze ziarnka. Nad temi warstwami znajduje się, podług Schultze'go, na zewnątrz cienka warstwa szklista czyli tak zwana błona graniczna zewnętrzna. Na zewnętrznej powierzchni siatkówki t. j.

między opisanymi warstwami i błoną czarną czyli naczyniówką (*choroidea*) są pionowo ustawione pręciki podobne do komórek słupkowatych. Większa część tych utworów składa się z dość prostych i równych walców, nazwanych pręcikami (*bacilli*), mających długość 0,05—0,07 mm., szerokość 0,0017 mm. Pręciki te otaczają o połowę krótsze, pałkowate, grube ciała (szerokość ich wynosi około 0,004—0,006 mm.) nazwane

czopkami (*coni*). Pręciki i czopki zdają się być po części bezpośrednio połączone z ziarnkami sąsiedniej warstwy ziarnkowej. Stosunki te również jak i połączenia tych utworów z włóknami nerwowymi i komórkami i połączenia różnych komórek pomiędzy sobą nie są jeszcze dostatecznie wyjaśnione. O histologicznym znaczeniu owych pręcikowatych ciałek, zdania badaczy jeszcze bardzo są podzielone. Nie okazują one własności ani utworów nerwowych, ani nablonków, a to nie tylko pod względem formy, lecz także pod względem chemicznym; mimo to przynajmniej niektóre z nich odgrywają prawdopodobnie ważną rolę w czynnościach siatkówki. Z powodu, że w najczulszym miejscu oka t. j. w plamce żółtej (*macula lutea*) znajdują się prawie same czopki, przypuszczano, że



Fig. 63.

lutea) znajdują się prawie same czopki, przypuszczano, że

(Fig. 63). Schemat przypuszczonych połączeń pomiędzy pręcikami, czopkami, komórkami, włóknami nerwowymi i włóknami Müllera. Po lewej stronie widać pręciki *a*, ziarnka warstwy zewnętrznej *b*, ziarnka warstwy wewnętrznej *d*, włókno Müllera *c* przechodzące w stożkowaty koniec *f* przy błonie granicznej. Po prawej stronie łączy się czopek *a* z ziarnkiem *b*, które za pośrednictwem włókienka jest połączone z innym ziarnkiem i z komórką nerwową *f*; z komórki rozchodzą się wypustki *g* i *h* do warstwy włóknienkowej. (Po dług Müllera i Koellikera).

czopki służą głównie do pojmowania wrażeń światła, lecz M. Schultze utrzymuje, że w dołku tej plamki (*fovea centralis*) znajdują się same prawie pręciki. Pomiedzy warstwą graniczną zewnętrzną i wewnętrzną są rozpięte proste cienkie włókienka, które w miejscu przyczepienia się do wewnętrznej błony granicznej stożkowato się rozszerzają (Fig. 63). Jedni badacze uważają te włókna, nazwane włóknami H. Müllera, za utwory nerwowe, drudzy za utwory tkanki łącznej. Zdaje się, że jedni i drudzy mylą się; włókna te bowiem są prawdopodobnie przedłużeniami czopków i przechodzą również jak i wypustki komórek nabłonkowych w jamach mózgowych i w kanale środkowym rdzenia (*ependyma*) do błony granicznej, złożonej z tkanki łącznej i odpowiadającej oponom organów nerwowych. Włókna nerwowe wchodzą jak się zdaje wszystkie do komórek nerwowych w siatkówce, a delikatne wypustki tych komórek łączą się prawdopodobnie tylko z pręcikami. U niższych zwierząt okazują pręciki dość zawikłany skład, a u człowieka prawdopodobnie także one są bardziej złożone, aniżeli się przypuszcza. Naczyniówka (*choroidea*) stykająca się z warstwą pręcikową odpowiada prawdopodobnie splotom naczyniowym jam mózgowych (*plexus choroidei ventriculorum*), a nabłonek naczyniówki napęczniony czarnym ziarnistym barwnikiem odpowiada nabłonkowi splotów.

Zakończenia nerwów w gruczołach, w błonach śluzowych kanału pokarmowego i w innych miejscach ulegających wpływowi nerwów, nie są jeszcze wykazane. Niewiadomo, czy nerwy kończą się tylko we włóknach mięsnych gładkich naczyń, lub czy istnieją tam jeszcze inne zakończenia. Nie można dla tego rozstrzygnąć, czy istnieją nerwy bezpośrednio wpływające na odżywianie tkanek i przemianę materji, lub czy tylko wywierają pośredni wpływ, działając na mięśnie naczyniowe i zwalniając lub przyspieszając przebieg krwi przez drobne naczynia i zatem zmieniając także stosunki diffuzyjne w tkankach.

3. Skład chemiczny tkanki nerwowej.

Dotychczasowe nasze wiadomości o chemicznym składzie utworów nerwowych są bez porównania mniej dokładne, aniżeli wiadomości o składzie chemicznym pierwiastków mięsnych. W komórkach i włóknach nerwowych zawartość po śmierci zmienia się podobnie jak we włóknach mięsnych, ulega ona krzepnieniu i częściowemu rozkładowi, lecz przy rozbiorach tkanki nerwowej faktem tym mało jeszcze się zajmowano. Wszystko co dotychczas zbadano pod względem chemicznego składu tkanki nerwowej, odnosi się do jej stanu pośmiertnego. Stosunki przemiany materji w organach nerwowych także prawie wcale jeszcze nie są zgłębiane: Znamy tylko różne doświadczenia fizjologiczne, które nas przekonywają o zawiśłości czynności organów nerwowych od krążenia i chemicznego składu krwi. Wiadomo np. że przy podwiązaniu głównych tętnic mózgowych natychmiast powstają objawy omdlenia. Przy zatkaniu drobniejszych tętnic np. przez kawałki skrzeplęj krwi (*embolia*), następuje częściowa przerwa czynności mózgu i rdzenia pacierzowego, rozciągająca się tak daleko, jak rozgałęzienia owego naczynia sięgają. Przeszkody w odpływie krwi żylnéj z mózgu albo nawet zbytne napełnienie tętnic mózgowych również znosi przytomność. Pewne substancje organiczne i mineralne działają głównie na układ nerwowy, jako to: wyskok, środki narkotyczne, kwas pruski, emetyk i t. d. Niektóre substancje narkotyczne działają głównie na części rdzenia, w których poczynają się włókna nerwów ruchu, jak np. strychnina; inne substancje wpływają na oddzielne części układu nerwowego, jak np. digitalina, która w małej ilości użyta zmienia czynność nerwów sercowych. Trucizna indyjska Curare czyli Wurali działa głównie na nerwy ruchu, paraliżuje końce obwodowe nerwów ruchowych. Jeżeli podwiążemy pojedyncze naczynia doprowadzające jakim nerwom

ową substancję szkodliwą, to te nerwy niezatrute zachowują swą pobudzalność, a inne nerwy tracą ją. Te doświadczenia dowodzą także, że różne części układu nerwowego, a nawet pierwiastki nerwowe odbywające różne czynności, składają się z różnych substancji chemicznych, mimo to, że pod względem formy mało albo wcale się nie odróżniają. Właściwe (specyficzne) działanie niektórych substancji wprowadzonych do krwi, na pojedyncze części układu nerwowego, nie można inaczej wytłómaczyć, jak tylko przez przypuszczenie właściwego chemicznego składu owych części. Doświadczenia mikrochemiczne potwierdzają niejako to zdanie, gdyż komórki w różnych częściach układu nerwowego zawarte, różnie się zachowują względem odczynników chemicznych.

a. Własności mikrochemiczne utworów nerwowych.

1. *Włókna nerwowe.* Środki używane do wykazania *nitki osiowej* powyżej już wymienione zostały. W tym celu rozpuszcza się rdzeń za pośrednictwem eteru (kolodjum) lub gorącego wysokoku, albo nerw jaki zostawia się przez kilkadziesiąt godzin w słabym roztworze kwasu chromnego lub dwuchromianu potażu. W pierwszym razie widać nitkę w środku samego włókna, w drugim razie otrzymują się odosobnione nitki. Kwas chromny może być zastąpiony przez chlornik rtęci lub kwas gallusowy. Często udaje się wykazać nitkę osiową za pomocą roztworu jodu lub jodu z kwasem jodowodorowym albo po zwilżeniu włókien mocnym kwasem octowym (*acidum aceticum glaciale s. concentratum*), kwasem solnym, siarczanym lub saletrzanym. Nitka osiowa pęcznieje nieco w zimnym kwasie octowym, w kwasie gorącym powoli rozpuszcza się. Zimne roztwory alkaliów gryzących także mało wpływają na nitkę osiową, lecz przy ogrzewaniu szybko ją rozpuszczają; w roztworze sody gryzącej nitka prędkiej się niszczy, niż w roztworze amoniaku i nawet potażu. Kwas saletrzany zabarwia nitkę osiową żółtawo, tworząc kwas ksan-

toproteinowy; przy następném zwilżeniu amoniakiem lub potażem przyjmuje nitka kolor pomarańczowy. Woda, eter i wyskok nie rozpuszczają ją nawet przy ogrzewaniu, lecz na bezrdzennych obwodowych końcach niektórych włókien nerwowych nitki osiowe nadzwyczaj łatwo się niszczą, można takowe zachować tylko w wodnistej cieczy oka (*humor aqueus*) albo w słabym roztworze kwasu chromnego lub dwuchromianu potażu. Cukier z kwasem siarczanym powoduje słabo różowe zabarwienie nitki. W roztworach chlorniku rtęci, kwasu chromnego, jodu i węgla potażu, nitka osiowa kureczy się i twardnieje; w eterze, w wyskoku i w wodzie wrzącej również się kureczy. Od jodu nitka osiowa brunatno się koloruje, amoniakalny roztwór karminu nadaje jój kolor różowy. Te doświadczenia dowodzą, że nitka osiowa składa się z substancji białkowatej nie rozpuszczającej się w wodzie. Od włókna krwi odróżnia się ta substancja przez to, że nie jest rozpuszczalna w roztworze węgla potażu lub saletry, a od substancji kureczliwej tkanki mięsnej różni się tём, że się nie rozpuszcza w rozcieńczonym kwasie solnym. Oprócz białka zawiera nitka osiowa prawdopodobnie jeszcze inne substancje t. j. organiczne i mineralne, dotychczas z dokładnością jeszcze nie wykazane. Nadmieniliśmy już powyżej, że nitka osiowa stanowi prawdopodobnie proste przedłużenie treści komórek nerwowych; z tём przypuszczeniem zgadzają się także doświadczenia mikrochemiczne, dowodzące, że skład nitki osiowej jest bardzo podobny do składu treści komórek. Zawartość włókien szarych okazuje w ogóle podobne własności jak nitka osiowa. W kwasie chromnym i w innych substancjach twardnieje ona i przyjmuje pozór prążkowany; na końcu włókien takim sposobem przygotowanych widać często, że zawartość składa się z licznych delikatnych włókienek, podobnie jak substancja szara na powierzchni mózgu.

Rdzeń we włóknach ciemnobrzożnych czyli rdzennych zawiera głównie owe części składowe substancji nerwowej, które w eterze się rozpuszczają. Bryłki rdzenia występujące z rozerwanego końca włókien pęcznią nieco w wodzie, lecz nie rozpuszczają się w niej. W gorącym wyskoku rozpuszcza

się rdzeń nerwowy, lecz przy ostygnięciu roztworu znowu się wydziela. Virchow nazwał tę substancję *myeliną* (*Myelin*) i przypuszcza, że ona w innych także częściach organizmu normalnie jest zawarta np. w kulkach krwi, w nabłonkach różnych gruczołów, w śledzionie i t. p. Zawartość włókien w soczewce oka (*lens crystallina*) według nowszych poszukiwań, ma być złożona z podobnej substancji. Rdzeń nerwowy nie składa się jednak ze samych części rozpuszczalnych w eterze, lecz po oddaleniu rdzenia z włókien za pomocą eteru pozostaje na jego miejscu mała ilość drobnoziarnistej masy, która okazuje mikrochemiczne własności białka.

Pochewka włókien nerwowych składa się z dość jednolitej i szklistej substancji i jest bardzo podobna do tak zwanych błon szklistych sprężystych. Nadmieniliśmy już powyżej, że niektórzy badacze uważają ją za utwór tkanki łącznej, tém bardziej, że ona we włóknach szarych pozornie zawiera jądra lub komórki tkanki łącznej. Jądra te jednak nie znajdują się w pochwecy, lecz w samej zawartości włókien i przylegają tylko do błony. Pochewka włókien szarych jest cieńsza i słabsza od pochewki włókien rdzennych w nerwach i łatwiej się rozpuszcza w kwasie saletrzanym. W tym względzie zbliża się ona bardzo do zwyczajnej tkanki łącznej. Pochewka mocnych włókien rdzennych okazuje podobne własności mikrochemiczne jak omięsna (*sarcolemma*). Nie rozpuszcza się w wodzie wrzącej, w eterze, w wyskoku, w gorącym kwasie octowym, w zimnych roztworach alkaliów; gorące alkalia gryzące powoli ją rozpuszczają. Z kwasem saletrzanym i alkaliami okazuje ona odczyn ksantoproteinowy. Przy ogrzewaniu włókien w roztworze sody gryzącej rozpuszcza się rdzeń z nitką osiową, a pochewki zostają odosobnione. To samo ma miejsce, jeżeli nerwy zostaną traktowane gorącym wyskokiem lub zimnym roztworem potażu gryzącego i następnie się ugotują w mocnym kwasie octowym.

2. *Komórki nerwowe*. Badania szczegółowe, odnoszące się do chemicznego składu komórek nerwowych, nie zasługują prawie wcale na uwagę. Przekonywamy się tylko,

że treść i jądro są złożone z substancji białkowatych. Błona okazuje tam, gdzie jest wyraźnie widzialna, podobne własności, jak słaba pochwłoka delikatnych włókien. Treść podczas życia jest półpłynna, galaretowata, przezroczystsza niż po śmierci. Po zniszczeniu pobudzalności następuje rodzaj krzepnięcia, treść staje się mniej przezroczystą, jakby mętną i więcej stałą. Po działaniu kwasu chromnego, sublimatu, wysokoku, kwasu saletranego i nawet wody, następuje mocniejsze skrzepnienie treści, massa galaretowata kurczy się i przyjmuje własność zgęszczonej i stałej substancji. W kwasie octowym rozpuszcza się powoli treść i wypustki komórki, w roztworach alkaliów gryzących niszczą się dość szybko całe komórki. Eter wyciąga po części ziarnistą zawartość komórek. Ziarnka barwnikowe trudno się rozpuszczają; skład ich zdaje się być podobnym do składu innych barwników zwierzęcych, a głównie do hematyny i hematoidyny. O składzie jąder komórkowych nic pewniejszego nie wiemy. Jak treść, tak i jądra różnych rodzajów komórek różnie się zachowują względem amoniakalnego roztworu karminu. Wszystkie jednak różnice tak co do jąder, jak co do treści i błon komórkowych nie są dość dokładnie wykazane w pojedynczych rodzajach komórek, więc tu opuścić je możemy. Małe komórki czyli tak zwane ziarna znajdujące się w mózdzku i w siatkówce, dotychczas nie są jeszcze zbadane pod względem chemicznym. W roztworze karminu prędziej i mocniej się one barwią niż inne komórki.

3. *Substancja łączna.* Substancja znajdująca się pomiędzy włóknami w nerwach i pomiędzy komórkami w zwojach (*perineurium*), okazuje własności tkanki łącznej. Podobna substancja istnieje także pomiędzy włóknami w substancji białej mózgu i rdzenia. Substancja szara (*neuroglia*) w mózgu, rdzeniu i siatkówce nie zamienia się przez gotowanie na klój, lecz także nie składa się ona ze zwyczajnej materji białkowej. Własności tej substancji nie są jeszcze dokładnie zbadane. W kwasie chromnym, w wysokoku, w chlorniku rtęci i w potażu twardnieje ona; alkalia gryzące rozpuszczają ją tylko bardzo wolno, robią ją z początku przezroczystsza przez roz-

puszczenie ziarenek w niej zawartych. Roztwór karminu słabo tylko ją koloruje.

4. *Zakończenia nerwów.* Utwory znajdujące się na obwodowym końcu różnych nerwów, są pod względem chemicznym bardzo mało zbadane. Przytoczyliśmy już powyżej, że ciała dotykowe *Meissnera* i ciała *Pacini*ego okazują własności tkanki łącznej; te ostatnie zawierają płyn białkowaty, zaś w pierwszych znajduje się substancja podobna do substancji szarej mózgu. Błona ciałek *Krausego* zdaje się być podobną do pochewki włókien nerwowych, a zawartość ciałek składa się prawdopodobnie z roztworu białka. Delikatne komórki znajdujące się w nabłonku błony węchowej niszczą się w czystej wodzie i w odczynnikach chemicznych; można je tylko zachować w wodnistej cieczy oka (*humor aqueus*) i w wodzie zawierającej pewną ilość obojętnych ciał np. cukru, soli kuchennej lub kwasu chromnego i t. d. Pręciki w organie *Corti*'ego w uchu nie rozpuszczają się w wodzie lub w kwasie octowym; w kwasie chromnym dość dobrze się zachowują; w roztworach alkaliów natychmiast się rozpuszczają. Inne części owego organu niszczą się szybko w czystej wodzie i w innych płynach; można je dla tego wtedy tylko zbadać, kiedy zostaną zwilżone wodnistą cieczą oka. Pręciki w siatkówce zmieniają swą formę w czystej wodzie i powoli niszczą się; w kwasie chromnym twardnieją; względem kwasu octowego i alkaliów zachowują się podobnie jak pręciki w uchu. Utwory te zawierają półpłynną substancję podobną do rdzenia włókien nerwowych.

b. Rozbiór chemiczny organów nerwowych w ogólności.

Histologiczne i mikrochemiczne poszukiwania organów nerwowych dały nam poznać niezmiernie zawiąły skład tych narządów organizmu zwierzęcego. Układ nerwowy jest utworzony z pierwiastków najrozmaitszych pod względem formy, a każdy rodzaj pierwiastków jest złożony z innych sub-

stancji chemicznych, mimo to, że pomiędzy substancjami składowymi istnieje wielkie powinowactwo. Nie ma jednak sposobu do odosobnienia pojedynczych substancji albo przynajmniej do zebrania większych ilości jednakowych pierwiastków dla dokładnego ich rozbioru. Z tego wynika, jak małą wartość posiadają dla nas rozbiory chemiczne całego mózgu i rdzenia. Na co może nam np. służyć wiadomość o istnieniu różnych substancji chemicznych otrzymanych przez rozkład całego mózgu, jeżeli nie wiemy, w której części, w którym pierwiastku histologicznym były one zawarte? O zasadach odżywienia mózgu, otrzymujemy przez takie rozbiory tylko słabe wyobrażenie, zmiany chemiczne przy czynności różnych części mózgu zostaną tak ciemnymi, jak gdyby żadnego nie zrobiono rozbioru. Rozbiory chemiczne całego układu nerwowego mają oprócz tego tylko do czynienia z substancjami znajdującymi się w organach martwych, nie wykazują one bynajmniej składu substancji istniejących w organach podczas życia. Może w przyszłości chemja tkanki nerwowej podobne zrobi postępy, jakie w nowszych czasach chemja zrobiła pod względem składu tkanki mięsnej.

Chemiczne rozbiory układu nerwowego odnoszą się dotychczas głównie tylko do mózgu; inne części mało są zbadane. Pierwsze rozbiory chemiczne nerwów wykonał *Fouroy*; rezultata jego jednak nie zasługują na uwagę. Lepsze i dokładniejsze badania datują się od *Vauquelin'a* w 1811 r., który następujące części składowe w mózgu wykazał: wodę, tak zwane tłuszcze nerwowe, fosfor, białko, substancje wyciągowe i sole. Następcy jego trudnili się głównie rozbiorem substancji tłuszczowych, które uważali za właściwe materje nerwowe; jednak skład tych substancji mało objaśnili. *Frémy* dopiero i *Goble*y wykazali skład substancji tłuszczowych z wielką dokładnością. *Jones* pierwszy trudnił się rozbiorem materji białkowatych zawartych w mózgu, a *Breed* rozbiorem części mineralnych. Rozbiory ilościowe i porównawcze wykonali *Hauff* i *Walther* pod kierunkiem *Schlossberger'a*, a następnie *Bibra*.

Chemiczny odczyn świeżej i normalnej tkanki nerwowej jest obojętny; przy rozkładzie i przy tak zwanym złotém zmiękczeniu mózgu, odczyn ma być kwaśny (podług Rokitanskiego). W składzie organów nerwowych odróżniają się następujące substancje: woda, substancje rozpuszczalne w eterze, substancje w wodzie i w eterze nierozpuszczalne, substancje wyciągowe i substancje mineralne.

1. *Woda.* Ilość wody wynosi $\frac{3}{4}$ — $\frac{7}{8}$ całego ciężaru mózgu, a więc niektóre części tego organu zawierają więcej wody niż nawet krew. Różne części układu nerwowego zawierają różne ilości wody, substancja szara więcej wody zawiera, niż substancja biała (pierwsza około 85%, druga około 70%). Największą ilością wody opatrzone są półkule mózgowe, mniejszą mózdzek, jeszcze mniej wody zawiera wzgórek wzrokowy, most Varola, najmniej posiada rdzeń przedłużony, wielkie spoidło i t. p. W mózgu dziecięcym znajduje się więcej wody niż w mózgu osób dorosłych. O wpływie płci, chorób i t. p. na ilość wody, nie mamy żadnych wiadomości, a zresztą takie badania do niczego pewnego nie doprowadzają.

2. *Substancje w eterze i w wodzie nierozpuszczalne.* Należą tu najrozmaitsze substancje i części składowe mózgu, jako to: zawartość komórek, włókienka osiowe, błony komórek i pochewki włókien, substancja łącząca, naczynia i t. d. Mimo doświadczeń Jonesa nie dokładniejszego nie wiemy o składzie tych materji. Ilość ich oznacza się przez suszenie mózgu i następne wyciąganie eterem; potem oblicza się ilość części mineralnych tam się znajdujących przez spalenie. Ilość substancji nierozpuszczalnych wynosi 12—19%; u młodych zwierząt i dzieci ilość ta jest mniejsza.

3. *Substancje rozpuszczalne w eterze.* Ciekawe są owe substancje, które się otrzymują przez wyciąganie układu nerwowego za pomocą gorącego eteru. Substancje te w skutek swój rozpuszczalności w eterze i podobieństwa ich związków do mydeł, nazwano tłuszczami nerwowymi, lecz znacznie się odróżniają one od tłuszczów. Należą tu: kwas cerebrynowy czyli mózgowy, kwas olejofosforowy (Fremy) i cholesteryna.

Kwas mózgowy jest połączony ze sodą, fosforanem wapna, białkiem i innymi substancjami, od których się odłącza za pomocą kwasu saletrzanego. Substancja ta rozpuszcza się w gorącym eterze i w tém mamy sposób wydzielenia jój z połączenia z kwasem olejofosfornym; rozpuszcza się ona także w gorącym wyskoku, ale nie w zimnym. W stanie czystym stanowi kwas mózgowy biały proszek, który w gorącej wodzie na sposób krochmalu pęcznieje, lecz się nie rozpuszcza. Przy spaleniu pozostaje węgiel kwaśno oddziaływający. Z alkalkjami gryzącymi tworzy on nierozpuszczalne sole. Ilość fosforu zawarta w kwasie mózgowym jest bardzo nieznaczna. Kwas ten zawiera azot i jest bardzo podobny do tak zwanój cerebryny *G o b l e y' a*, którą ten badacz otrzymał z jaj, lecz cerebryna stanowi związek obojętny. Skład ilościowy tych ciał jest następujący: W 100 częściach zawiera:

	C.	H.	N.	O.	P.
Kwas mózgowy	66,8	10,6	2,4	19,3	0,9
Cerebryna	66,8	10,8	2,9	19,6	0,4.

Kwas olejofosforny także jest połączony z zasadami mineralnymi. Rozpuszcza się w eterze zimnym i w wyskoku gorącym. Stanowi on żółtawy, gęsty płyn; z alkalkjami tworzy związki rozpuszczalne w eterze, z innymi zasadami związki nierozpuszczalne. Po spaleniu pozostawia węgiel kwaśno oddziaływający. Przy długotrwałém gotowaniu w wodzie lub w wyskoku rozkłada się na kwas fosforny i na czystą oleinę; przy dodaniu kwasu rozkład ten następuje łatwiej i prędzej. Kwas olejofosforny może także samodzielnie się rozłożyć przez fermentację. *G o b l e y* znalazł w żółtku jaj, we krwi i w mózgu mieszaninę cholesteryny z lecytyną i cerebryną, którą nazwał *matière visqueuse*. Lecytyna rozkłada się pod wpływem kwasów i alkalkjów na kwas olejny, margarynowy i glycero-fosforny. Kwas glycero-fosforny rozpuszcza się w wodzie i tworzy także rozpuszczalne sole.

Cholesteryna została wykazaną w mózgu przez *G m e l i n' a* i *C o u e r b e' g o*.

Oprócz tych ciał opisanych, znaleziono w mózgu małe

ilości różnych rodzajów tłuszczów. Niewiadomo jaką one tam odgrywają rolę.

Co do ilości substancji rozpuszczalnych w eterze, to dotychczas nie można było organa nerwowe w tym względzie dokładnie rozebrać. Substancje te znajdują się głównie we włóknach nerwowych stanowiąc rdzeń nerwowy, więc w mózgu i rdzeniu pacierzowym są głównie zawarte w substancji białej. Ilość ich w różnych miejscach mózgu wynosi około 8—16^o/_o; z substancji szarej otrzymuje się tylko 5—7^o/_o. W mózgu zarodkowym ilość ich jest bardzo mała i powiększa się dopiero z wiekiem.

4. *Substancje wyciągowe* składają się z mieszaniny najrozmaitszych ciał, które są rozpuszczalne w wodzie. Ilość ich wynosi 1—2^o/_o. Dotychczas nie zajmowali się jeszcze badacze dokładniejszym rozbiorem tych substancji.

5. *Substancje mineralne*. Znamy tylko mało rozbiorów popiołu mózgowego. B r e e d znalazł znaczne ilości wolnego kwasu fosfornego i fosforanów alkalicznych. Pomiędzy solami alkaliów przeważa potaż nad sodą. Ilość fosforanów wapna i magnezji i ilość soli kuchennej jest bardzo mała. Na 100 części mózgu wynosi ilość substancji mineralnych około 0,027 części.

4. Objawy fizjologiczne w tkance nerwowej.

Naukę o objawach żywotnych w układzie nerwowym dzielą zwykle na dwie części, t. j. na część ogólną i na część szczegółową. Część szczegółowa zajmuje się wykazaniem czynności pojedynczych nerwów i anatomicznych części ukła-

du nerwowego ośrodkowego, i obejmuje właściwie także fizjologję zmysłów o ile te organa są złożone z części nerwowych. Część ogólna zajmuje się rozbiorem ogólnych warunków czynności nerwowej i zmian jakim te czynności ulegają, tu zostają również rozbiegane kwestje dotyczące się wewnętrznej przyczyny objawów nerwowych i wykazaną zostaje właściwa czynność pojedynczych pierwiastków nerwowych. Ta ostatnia część stanowi więc właściwie fizjologję *tkanki nerwowej* i powinna być umieszczoną w niniejszym rozdziale. Zważywszy jednak, że kwestje tu odnoszące się zbyt są obszerne aby je można było pokrótce określić, dalej, że należyty rozbiór wszystkich pytań przekroczyłby granice, jakie nam stawia charakter i przeznaczenie dzieła histologicznego, i że zresztą w każdej Fizjologii ta część nauki jest obszernie traktowana (*), musimy się tu ograniczyć więc na pobieżnym tylko wymienieniu zasadniczych faktów i na dokładnym rozbiorze takich tylko kwestji, które istotnie się rozstrzygają za pomocą mikroskopowych poszukiwań.

Nie ulega to już prawie żadnej wątpliwości, że objawy czynności nerwowej wyrabiają się istotnie w komórkach i we włóknach nerwowych. Tkanka spajająca prawdziwe pierwiastki nerwowe w nerwach i w zwojach, należy do utworów tkanki łącznej i pośredniczy przemianie materji, gdyż naczynia odżywcze w niej tylko się rozgałęziają; zresztą nie wywiera ona żadnego wpływu na właściwe sprawy nerwowe. Podobną rolę odgrywa także tkanka łączna znajdująca się w substancji białej mózgu i rdzenia pacierzowego. Co się tycze znaczenia substancji zasadniczej w substancji szarej układu nerwowego ośrodkowego, to zachodzą niektóre wątpliwości, lecz zdaje się, że ta tkanka i tu właściwie służy jako substancja spajająca lub jako rusztowanie dla pierwiastków nerwowych i dla naczyń krwionośnych, i że ona wywiera pewien wpływ na przemianę materji, a głównie w rdzeniu pacierz-

(*) Możemy czytelnika odesłać do *Fizjologii układu nerwowego* wydanej przez *Dra J. Majera* 1854, str. 326—416.

wym. W części korowej mózgu i mózdzku okazuje ta substancja nieco inne utkanie, być może, że ona tam wywiera niejaki wpływ na właściwe sprawy nerwowe, lecz prawdziwe siedlisko tych czynności może tylko znajdować się w komórkach i we włóknach.

Co do znaczenia, jakiego potrzeba przypisać pojedynczym częściom składowym pierwiastków nerwowych, to można z dość wielką pewnością utrzymywać, że w komórce główną rolę odgrywają treść i jądro. Treść komórkowa przedłużając się, zamienia się na właściwą część włókna nerwowego t. j. na nitkę osiową, a jądro z jąderkiem prawdopodobnie nie brakuje w żadnej komórce nerwowej. Zdaje się, że tak zwane ziarna w mózdzku i w siatkówce, składają się głównie z jąder otoczonych nieznaczną i ledwie widzialną ilością treści komórkowej. Treść komórek nerwowych prawdopodobnie bardziej jest złożoną, aniżeli się nam zwykle przedstawia; nadmieniliśmy już powyżej, że niektórzy badacze spostrzegli w treści rodzaj włóknistego układu. O znaczeniu barwnika, który w różnych rodzajach komórek zwykle jest zawarty, nie mamy żadnego wyobrażenia. Błona komórkowa prawdopodobnie wcale nie wpływa na właściwe czynności nerwowe, lecz odgrywa tylko rolę w sprawie odżywienia komórki. Niektórzy badacze przypuszczają, że w układzie nerwowym ośrodkowym komórki nie są opatrzone błonami, ale zdanie to prawdopodobnie jest mylne.

We włóknach nerwowych główną część stanowi nitka osiowa, gdyż jak się przekonaliśmy, włókna rdzenne w pewnych miejscach przechodzą we włókna bezrdzenne i niektóre włókna nerwowe wcale nie są opatrzone rdzeniem, a mimo to czynność ich wcale nie jest naruszona. Pochewka włókien, składająca się z jednolitej, szklistej masy, służy prawdopodobnie tylko do odosobnienia nitek osiowych i wpływa na sprawę odżywienia włókien. Utkanie i chemiczny skład tej błony dowodzi nam, że ona nie może mieć żadnego udziału we właściwych sprawach włókna nerwowego. Co do znaczenia pochwy rdzeniowej we włóknach rdzennych, to zdania badaczy były dawniej bardzo podzielone: jedni uważali ją za

główną część włókna, drudzy za część powstającą przez pośmiertny rozkład jednolitej zawartości włókna, inni przypuszczali, że ona stanowi część tłuszczową obojętną i służy tylko do odosobnienia nitki podobnie jak powłoka drótów telegraficznych. Niewłaściwość pierwszego zdania wynika z tego, cośmy powiedzieli o znaczeniu nitki osiowej, drugie zdanie zbiliśmy już powyżej dowodząc, że rdzeń i nitka osiowa istnieją także we włóknach żyjących; trzecie przypuszczenie jeszcze przez wielu badaczy jest przyjęte, lecz zdaje się, że także nie jest właściwe. W niektórych miejscach jak np. w siatkówce włókna nie zawierają wcale rdzenia, a mimo to przewodniczenie ich zupełnie jest odosobnione; przewodniczenie we włóknach nerwowych nie zależy od prądów elektrycznych wzdłuż nerwu przebiegających, a pobudzenie nie może się przenieść od jednego włókna na drugie, gdyż na to potrzeba ścisłego związku cząstek, jaki tylko istnieje w samej nitce osiowej. Skoro związek ten cokolwiek zostanie naruszony, to i przewodniczenie we włóknie natychmiast częściowo albo zupełnie się przerwie, nawet w razie gdy jednociągłość pochw wcale nie jest naruszona np. przy podwiązaniu nerwu cienką nitką. Pochewka więc zupełnie wystarcza do odosobnienia nitki osiowej, a tak zwane drganie zboczne (*paradoxe Zuckung*) wpośród nerwu nienaruszonego, prawdopodobnie powstać nie może. Pod względem chemicznego składu zbliża się bardzo rdzeń nerwowy do zawartości włókien składających soczewkę oka i do innych materji znajdujących się w różnych częściach organizmu. Prawdopodobnie służy on jako materiał do odżywienia czynnego włókna nerwowego.

• Co do innych utworów znajdujących się w związku z pierwiastkami nerwowymi, to już powyżej zastanowiliśmy się nad ich znaczeniem histologiczném roztrząsając pytanie, czy należą do tkanki nerwowej, czy do nabłonków lub do utworów substancji łącznej. Sposób ich działania jeszcze bardzo jest ciemny, a o przeznaczeniu różnych tych utworów nie mamy nawet jeszcze żadnego wyobrażenia, jak np. o przeznaczeniu pręcików i innych utworów znajdujących się na bło-

niastój, wężownicowej blaszce (*lamina spiralis membranacea*) w ślimaku ucha.

O różnicy chemicznego składu w pierwiastkach nerwowych żywych i martwych, była już powyższej mowa.

Czynność organów nerwowych jest bardzo rozmaita i zakłębana, trudno ją rozłożyć na pewne ściśle ograniczone kategorie. Za pośrednictwem tych organów widzimy, słyszymy, wachamy, smakujemy, czujemy, otrzymujemy wyobrażenia, pojęcia, pomysły, idee; w nich znajduje się siedlisko woli pobudzającej mięśnie i objawiającej się w formie giestów, mowy, śpiewu, ruchów i t. d. Układ nerwowy wywiera także działanie na tak zwane sprawy życia roślinnego (*functiones vegetativae*), wpływa na odżywianie, trawienie, krążenie, wydzielanie, sprawia tak zwane ruchy mimowolne i t. d.

Wszystkie te rozmaite i zakłębane objawy życia nerwowego, które dokładniej są rozbierane w szczegółowej części fizjologii układu nerwowego, zależą od następujących zasadniczych warunków: od wpływu *bodźców* na pierwiastki nerwowe, od *pobudzalności* tych utworów czyli zdolności przejścia w stan pobudzenia i od możności przeniesienia się pobudzenia z jednego pierwiastku na drugi czyli od tak zwanego *przewodnictwa* pobudzenia. Pierwiastki nerwowe żyjące znajdują się, podobnie jak i włókna mięsne, w stanie beczynnym czyli w stanie spoczynku dopóty, dopóki nie zostaną przeprowadzone w stan pobudzenia za pośrednictwem tak zwanych bodźców. Aby jednak pierwiastki mogły oddziaływać na wpływ bodźców, aby stan spoczynku mógł się zamienić na stan czynny czyli na stan pobudzenia, potrzeba pewnych własności, a to takich jakie się znajdują tylko w żyjących utworach nerwowych i mięsnych i które oznaczamy wyrazem pobudzalności. Utwory nerwowe i mięsne tracą po śmierci swą pobudzalność. Po ustaniu działania bodźców ustaje także natychmiast albo nieco później stan pobudzenia, części nerwowe i mięsne wracają do stanu spoczynku, w którym pozostają dopóty, dopóki na nowo nie zostaną pobudzone. Przy silnym i długotrwałym działaniu bodźców na utwory nerwowe, osłabia się ich czynność, wyczerpuje się pobudzalność, następuje

tak zwane znużenie; lecz po upływie pewnego czasu, jeśli nerw pozostał przez ten czas w stanie spoczynku, wraca znowu czynność i pobudzalność do stanu pierwotnego. Pewne bodźce działają tylko od zewnątrz na niektóre obwodowe części układu nerwowego, a do wywołania różnych objawów potrzebne jest pobudzenie wielkiego zbioru rozmaitych pierwiastków nerwowych; istnieje zatem w pierwiastkach nerwowych możność rozchodzenia się pobudzenia i przejścia z jednego pierwiastku na drugi.

Czynność utworów nerwowych u innych osób lub u zwierząt, bezpośrednio poznać nie możemy. W pobudzoném włóknie mięsném objawia się czynność przez ruch czyli przez tak zwany skurcz mięśniowy. Zaś w czynnych utworach nerwowych nie widać żadnego ruchu i żadnej zmiany; poznajemy tylko czynność niektórych części układu nerwowego u nas samych za pośrednictwem wiedzy, a u innych ludzi i u zwierząt przez skutki, jakie organa nerwowe wywołują w innych organach np. w gruczołach, w układzie naczyniowym, a głównie w mięśniach tułowia i organu głosowego. Poszukiwania pod względem praw jakim ulega działanie bodźców na utwory nerwowe, pod względem zmian pobudliwości, praw przewodnictwa i innych ważnych pytań, dla tego tak są trudne i mało pomyslnie, że nie mamy sposobności bezpośrednio i dokładnie obserwować i zmierzyć czynność w samych nerwach, lecz możemy ją tylko zbadać za pośrednictwem objawów, które zostają przez nich wywołane w innych częściach organizmu. Gdyby skutki te oznaczały nam stopień czynności nerwowej, gdyby przynajmniej istniał stały stosunek pomiędzy czynnością organów rządzonych i czynnością odpowiednich nerwów, to możnaby było wtenczas przeprowadzić szereg dokładnych doświadczeń. Lecz stosunek ten jest bardzo odmienny i nie zależy tylko od stanu nerwów, ale także od stanu organów połączonych z nerwami. Przez odkrycie Du Bois'a otrzymaliśmy środek do obserwowania czynności w nerwach zupełnie odosobnionych, a to przez obserwowanie zmian, jakim ulegają podczas czynności prądy elektryczne, które z każdego żyjącego nerwu otrzymać można. Lecz nasze przy-

rządy prądomierze nie są dość czułe, aby za pomocą nich można wykazać nieznaczne zmiany w czynności uerwowój.

Mimo tych wielkich trudności do przeprowadzenia dokładnych doświadczeń, nauka powoli jednak z bogaciła się licznymi spostrzeżeniami i faktami odnoszącymi się do wpływu bodźców na czynności nerwów, do zmian pobudzalności, praw przewodnictwa i t. p. Wykład tych doświadczeń stanowi obecnie jeden z najciekawszych i najważniejszych rozdziałów w ogólnej fizjologii nerwów. Nie możemy tu się wdawać w szczegółowy rozbiór tego przedmiotu, lecz ograniczymy się na pobieżnym wymienieniu niektórych tylko kwestji mających więcej styczności z poszukiwaniami histologicznymi.

Co do bodźców, to w ogólności można rozróżnić bodźce: chemiczne, fizyczne i mechaniczne. Układ nerwowy w zdrowym organizmie ulega normalnie działaniu niektórych tylko bodźców np. światła, drgań powietrza, ciepła, tlenu zawartego we krwi tętniczej i t. p. Bodźcom tym możemy dla tego nadać nazwę bodźców zwyczajnych, aby je odróżnić od bodźców nadzwyczajnych, które w niezwykłych tylko wypadkach działają na układ nerwowy, jak np. substancje narkotyczne, elektryczność i t. d. Niektóre bodźce wpływają tylko na pewne części układu nerwowego, inne zaś pobudzają czynność rozmaitych organów nerwowych; pierwsze nazywają się bodźcami szczegółowymi, drugie bodźcami wspólnymi. Do bodźców szczegółowych należy np. światło, które pobudza czynność nerwu wzrokowego, lecz tylko za pośrednictwem siatkówki, zaś włókna w tym nerwie zawarte bezpośrednio nie odbierają żadnego wrażenia z promieni światła. Do bodźców wspólnych należą w ogólności: elektryczność, niektóre sprawy mechaniczne, wysoki stopień ciepła lub zimna i środki chemiczne szybko i energicznie rozkładające tkankę nerwową. Bodźce wspólne nie we wszystkich rodzajach nerwów jednakowe skutki wywołują, właściwe objawy życia w różnych organach nerwowych nie zależą od jakości bodźca, lecz każdy organ okazuje zawsze jednakową czynność stosownie do swego przeznaczenia. Tak np. nerwy ruchu nie sprawiają nigdy

wrażenia czucia lecz tylko ruchu, bez względu na to czy zostaną pobudzone przez wpływ woli, czy przez elektryczność, albo przez przyciśnienie, targanie, klucie, przez ciepło albo przez jakikolwiek bądź inny środek; tak samo powstają w organie wzrokowym tylko wrażenia światła, w organie smaku wrażenia smaku i t. d.

Zachodzi teraz pytanie, od czego zależy właściwa czynność pojedynczego organu nerwowego, czy od właściwego składu pierwiastków w owym organie się znajdujących, czy od połączenia tych pierwiastków z innymi właściwie złożonymi organami? Co się tycze mózgu i rdzenia pacierzowego, to różne objawy ich czynności tak w stanie normalnym jak pod wpływem bodźców nadzwyczajnych np. wysokości, tlennika węgla i różnych substancji narkotycznych, wynikają niewątpliwie z właściwego składu ich pierwiastków, t. j. z morfologicznego i chemicznego składu komórek i włókien; lecz objawy życia w różnych częściach układu nerwowego ośrodkowego zależą równocześnie od właściwego związku ich pierwiastków pomiędzy sobą i z innymi organami nerwowymi. Czynność nerwów łączących układ nerwowy ośrodkowy z obwodowymi organami jest po części zawisła od obwodowego zakończenia a po części od połączenia z organem ośrodkowym; tak np. do widzenia potrzeba siatkówki, do słuchania potrzeba ucha wewnętrznego, do ruchu włókien mięsnych; nerw ruchu pobudzony nie sprawia nigdy wrażenia czucia, a w nerwach zmysłowych tworzą się zawsze jednakowe wrażenia zmysłowe, bez względu na to czy te nerwy zostaną pobudzone blisko końca obwodowego, czy blisko końca ośrodkowego. Właściwe sprawy nerwów zależą więc głównie od ich związku z innymi częściami układu nerwowego; lecz pozostaje nam jeszcze rozstrzygnąć kwestję, czy nerwy pomiędzy sobą odróżniają się odpowiednio do swego przeznaczenia, lub czy nie ma pomiędzy nimi żadnej różnicy tak co do utkania, jak co do chemicznego składu, a czy różnica czynności zależy tylko od samych połączeń nerwu. Za tém ostatniem przypuszczeniem przemawiają objawy elektryczne w nerwach, odkryte przez Du Bois'a, który wykazał, że nerwy wszelkiego rodzaju

pod względem elektryczności zawsze jednakowo się zachowują, tak podczas spoczynku, jak w stanie pobudzenia i pod wpływem prądów elektrycznych stałych. Pod względem utkania nie odróżnia się większa część nerwów czucia od nerwów ruchu. Lecz wiemy z poszukiwań mikroskopowych, że włókna nerwowe w różnych miejscach okazują różną grubość, że włókna w jednym miejscu zawierają cienką nitkę osiową i grubą pochwę rdzeniową, w drugim miejscu okazują one stosunek odwrotny; wiemy także, że istnieją włókna rdzenne i bezrdzenne, że zewnętrzna pochewka włókien okazuje różną grubość, w jednym miejscu jest ona gruba i mocna, w drugim tak cienka i delikatna, że nie można ją z dokładnością wykazać. B i d d e r zamierzał tę kwestję rozstrzygnąć, przecinając nerw ruchu i nerw czucia blisko siebie się znajdujące (*n. hypoglossus* i *ram. lingual. n. trigemini*) i usiłując przyprowadzić do zrosnienia środkowego odcinka pierwszego nerwu z obwodowym końcem drugiego i odwrotnie, lecz doświadczenia te nie powiodły się. G l u g e i T h i e r n e s s e powtórzyli w nowszych czasach te doświadczenia z pomyślniejszym skutkiem, udało im się doprowadzić nerwy do zrosnienia; okazało się jednak, że odcinek nerwu czuciowego po zroszeniu z obwodowym odcinkiem nerwu ruchowego nie jest zdolny pobudzić w mięśni skurcz lub drganie. Dowodzi nam to wraz z poprzednimi faktami, że włókna w różnych rodzajach nerwów odróżniają się aż do pewnego stopnia co do formy i prawdopodobnie także co do składu chemicznego, lecz wewnętrzne sprawy życia w różnych włóknach są istotnie jednakowe albo przynajmniej bardzo do siebie podobne.

Tkanka nerwowa i mięsna odróżnia się przez swą pobudzalność od wszelkich innych rodzajów tkanek; tylko migawkom komórek nabłonkowych i ogonkom ciałek nasiennych można także przypisać rodzaj pobudzalności. Gdybyśmy wiedzieli, w jaki sposób działają bodźce na drobiny włókna nerwowego lub mięsnego, jakie sprawy one wywołują wewnątrz włókien, jak właściwa czynność bodźca zamienia się na sprawę wznecającą czynność nerwu lub mięśnia, wtedy nie nazywalibyśmy to pobudzeniem, lecz może uważalibyśmy to za

sprawę chemiczną lub fizyczną, a objawy czynności w tych utworach naznaczylibyśmy może wyrazem ruchu drobinkowego. Lecz dopóki nie znamy wewnętrznych przyczyn czynności pierwiastków nerwowych i mięsnych, dopóki wpływ bodźców na te utwory tak mało jest objaśniony, jak wpływ środków chemicznych i fizycznych na komórki w innych tkankach zawarte, lepiej używać wyrazu oddawna przyjętego i mającego pewne znaczenie, aniżeli się uciekać do wyrazów opartych na niedostatecznie uzasadnionej teorii. Nie ulega to żadnej wątpliwości, że elektryczność przy czynności włókien nerwowych i mięsnych odgrywa wielką rolę, a nawet być może, że czynność tych utworów zależy istotnie od spraw elektrycznych odbywających się w drobinach nitki osiowej i substancji kurczliwej, lecz nie byłoby właściwem czynności nerwowe i mięsne nazywać sprawami elektrycznymi, dopóki te sprawy nie będą dokładniej wyjaśnione.

Przypuszczenie, że w samej tkance nerwowej i mięsnej istnieje właściwa czynność, opiera się właśnie na doświadczeniu, że czynność ta pobudzoną zostaje przez bodźce nadzwyczaj słabo działające, i że skutek pobudzenia wcale nie jest w stosunku do skuteczności bodźca, lecz bez porównania silniejszy. W utworach pobudzalnych siła bodźca nie zamienia się prosto na siłę nerwową, jak w maszynie parowej siła ciepła zamienia się na ruch, lecz istnieje tam niby siła zapasowa utajona lub ukryta, która tylko pod wpływem bodźca uwalnia się i staje się czynną. Wpływ bodźca na tę siłę można porównać z iskrą rozpalającą zapas prochu albo lepiej z wachadłem zegaru, które tamuje ruch koła nateżonego przez wielkie ciężary lub przez mocną sprężynę i tylko od czasu do czasu uwalnia część téj siły nateżonej i na ruch ją zamienia. Siła nerwów i mięśni jest podczas spoczynku niby uszpięta a dopiero przez wpływ bodźców zostaje pobudzona do czynności lub uwalnia się i zamienia na objaw życia. Nadzwyczajnie słabe wpływy bodźców wystarczają już, aby nerw przeprowadzić w stan pobudzenia. Tak np. nerw węchowy zostaje pobudzony przez tak małe ilości substancji wonnych, jakich przez odczynniki chemiczne żadnym sposobem poznać nie możemy; trucizny narkotyczne wzniecają już w nieznacznych ilościach czynność

układu nerwowego ośrodkowego; elektryczność wywołuje jeszcze drgania udka żabiego wtedy, gdy najczulszym nawet multiplikatorem prądów jej już wykryć w niém nie możemy i t. d. Dla tego téż przypuszczali dawniej badacze, że w nerwach inne siły są czynne jak w innych utworach przyrody, że te siły ulegają innym prawom i że nie istnieje stały stosunek pomiędzy tą siłą i innymi siłami przyrody, pomimo, że te ostatnie pobudzają czynność nerwów. Ostatnie to przypuszczenie opierało się na doświadczeniu, że pobudzalność jest bardzo zmienna, że nie można było wykazać stałego stosunku pomiędzy wpływem bodźca i skutkiem pobudzenia i poznać przyczyny owęj zmienności. W ciągu ostatnich piętnastu lat, po ważnych odkryciach D u B o i s' a co do elektryczności zwierzęcej, nauka w tym względzie takie zrobiła postępy, że można teraz z pewnością utrzymywać, że objawy czynności w nerwach ulegają tym samym prawom przyrody, jak i inne utwory organiczne i mineralne, że tam te same siły są czynne co i w całej przyrodzie, i że zmienność pobudzalności zależy od materialnego stanu utworów pobudzalnych t. j. od stanu odżywienia, ilości wody, ciepła i t. p.

Przypuściliśmy powyżej, że właściwa czynność nerwowa ma swoje siedlisko tylko w prawdziwych pierwiastkach nerwowych i, że różnaitość objawów téj czynności pochodzi głównie od składu organów nerwowych z rozmaitych komórek i włókien nerwowych. Lecz do wywołania objawów, jakie powstają w organizmie ludzkim i zwierzęcym za pośrednictwem układu nerwowego, nie wystarcza czynność jednego tylko lub kilku pierwiastków, lecz wielkie gromady rozmaitych pierwiastków muszą albo równocześnie być czynnymi albo przynajmniej czynność jednéj gromady musi po kolei przenieść się na inne gromady; inaczej bowiem nie możemy sobie wytłómaczyć spraw żywotnych odbywających się w układzie nerwowym ośrodkowym, nie możemy inaczej zrozumieć np. sposobu pobudzenia mięśni przez wpływ woli. Można to uważać za rzecz pewną, że w nerwach pobudzenie nie może się przenieść w poprzecznym kierunku z jednéj włókna na drugie, lecz w każdym włóknie istnieje tak zwane odosobnio-

ne przewodnictwo, a tylko we włóknach rozgałęziających się (np. w nerwach mięśniowych) przechodzi także pobudzenie z pnia na gałęzie. Stan pobudzenia rozchodzi się we włóknie od jednego końca do drugiego, jak to nam dowodzą doświadczenia Du Bois'a pod względem tak zwanego wahania wstecznego prądów elektrycznych w nerwie (*negative Stromeschwankung*) i nastroju elektrycznego (*Elektrotonus*). W ogólności przy pobudzeniu samych nerwów spostrzegamy zawsze równe skutki, bez względu na to czy nerwy zostaną pobudzone blisko końca ośrodkowego, czy blisko końca obwodowego, z tą tylko różnicą, że w jednym rodzaju nerwów objawia się czynność na obwodowym końcu np. w mięśniu, w gruczołach, a w drugim rodzaju objawia się przy zakończeniu ośrodkowym np. przez pobudzenie czynności umysłowych. Skutek czynności włókna nerwowego zależy więc właściwie od jego połączeń.

Sposób w jaki zostaje pobudzoną czynność układu nerwowego ośrodkowego pod wpływem nerwów pobudzonych, nie może już prawie żadnej ulegać wątpliwości, mimo to że nam jeszcze brakuje dostatecznych dowodów w tym względzie. Tak samo jak we włóknie przewodnictwo zależy od normalnego i nienaruszonego związku cząstek nitki osiowej, jak przewodnictwo natychmiast ustaje, skoro włókno całkiem się przetnie albo skoro jednociągłość nitki osiowej cokolwiek się przerwie, tak też potrzeba jednociągłego związku nitki osiowej z zawartością komórek, aby pobudzenie z włókna mogło się przenieść na komórkę albo odwrotnie. Jak tkanka otaczająca włókna w nerwie nie jest zdolna do przeniesienia czynności z jednego włókna na drugie, tak i we zwojach, w mózgu i w rdzeniu pacierzowym tkanka otaczająca komórki nie może pośredniczyć przewodnictwu pobudzenia. Pomimo, że połączenie komórek pomiędzy sobą za pośrednictwem wypustek nie wszędzie zostało wykazane, to możemy jednak przypuścić, że większa część wypustek służy tylko do wzajemnego łączenia komórek i że brak dokładnych dowodów wynika tylko z trudności, jakich napotykamy przy naszych poszukiwaniach. Czynność z jednej komórki na drugą prawdopodobnie prze-

nosi się nie inną drogą, jak tylko za pośrednictwem wypustek. Najlepszy dowód, że pobudzenie włókna nerwowego udziela się komórce, a z komórki przechodzi na inne części układu nerwowego (prawdopodobnie na inne komórki), daje nam część nerwu słuchowego rozpościerająca się w węzownicowej blaszce kostnej ślimaka, gdzie każde włókno nerwu przechodzi przez dwubiegunową komórkę nerwową. Podobny stosunek istnieje prawdopodobnie także w różnych zwojach nerwów mózgowych i we wszystkich zwojach nerwów rdzeniowych. Nie wiemy, jaki wpływ wywierają komórki na sprawę pobudzenia; tyle zdaje się tylko być pewnym, że w nadmienionych tu miejscach komórki nie przeszkadzają przewodnictwu pobudzenia.

Różne doświadczenia dowodzą nam, że pobudzenie włókien nerwowych czuciowych może się przenieść na włókna nerwów ruchu bez pośrednictwa wiedzy i woli. Mamy jednak na to dostateczne dowody, że miejsce przejścia znajduje się tylko w organach nerwowych ośrodkowych, że pomiędzy obwodowymi częściami włókien przenoszenie pobudzenia nastąpić nie może. W organach nerwowych ośrodkowych przechodzi pobudzenie prawdopodobnie tylko na komórki, a dopiero z komórek rozchodzi się ono na nerwy ruchu. Cl. Bernard wykazał, że jeżeli przednie korzenie nerwów rdzeniowych, składające się ze samych prawie włókien ruchu, u psa zostaną przecięte i obwodowy ich koniec rozdrażni się, to powstaną nie tylko ruchy, lecz także wrażenia czuciowe. Według zdania Bernard'a wchodzą na obwodzie do nerwów ruchu włókna z nerwów czucia, które nie rozchodzą się ku obwodowemu końcowi tego nerwu, lecz obracają się ku końcowi ośrodkowemu, tworząc prawdziwe pętlice i wstępują nawet do rdzenia pacierzowego; te włókna pośredniczą objawom nazwanym *sensibilité récurrente*.

Z doświadczeń Du Bois'a okazało się, że z każdego żyjącego nerwu znajdującego się w stanie spoczynku można otrzymać prądy elektryczne, które podobnie się zachowują, jak w utworach tkanki mięsnej. Prądy te idą w samym nerwie od środka przecięcia poprzecznego do środka przecię-

cia podłużnego czyli do miejsca na powierzchni walcowatego nerwu które jednakowo jest oddalone od jednego jak i od drugiego końca nerwu. Jeżeli do tych miejsc przyłożą się końce drótu moltiplikatora, to przejdzie przez ten drót prąd elektryczny mający kierunek od środka powierzchni nerwu do środka przecięcia poprzecznego. Oprócz z tych miejsc można także otrzymać prądy z dwóch miejsc położonych na samej powierzchni, z których jedno leży bliżej środka powierzchni, drugie bliżej przecięcia poprzecznego, lecz prądy te będą słabsze. Pomiędzy samymi przecięciami poprzecznymi i pomiędzy punktami powierzchni jednakowo oddalonymi od środka powierzchni nie krążą żadne prądy. Jeżeli nerw w środku zostanie przecięty, to każdy kawałek okazuje takie same własności, jak cały nerw, t. j. środek każdego kawałka jest dodatnio elektryczny względem przecięcia poprzecznego, tylko siła prądów jest w takim razie zmniejszona. To samo powtarza się przy dalszém rozdrobnieniu nerwu. Im nerw jest dłuższy, tém silniejsze tworzy prądy; w grubych nerwach krążą silniejsze prądy niż w cienkich nerwach mających taką samą długość. Z tego wszystkiego wynika, że nerw żyjący podobnie jak i mięsień składa się z drobin, w których wytwarza się ciągle elektryczność; każda drobina jest obiegurowa (*peripolaris*) t. j. części drobin obrócone ku poprzecznym przecięciom nerwu zachowują się ujemnie elektrycznie względem środka obróconego ku podłużnemu przecięciu nerwu. Prądy powstające w nerwie z takiego układu drobin, są tém silniejsze, im większa jest pobudzalność nerwu; prądy zmniejszają się wraz ze zdolnością życia w nerwie, a po zupełném ustaniu pobudzalności, przestają także działać warunki wywołujące owe prądy. Podobne własności okazują także inne części układu nerwowego np. rdzeń pacierzowy, mózg i t. d. Jeżeli nerw w jakimkolwiek miejscu zostanie podrażniony bądź to za pośrednictwem elektryczności, bądź przez sam rdzeń, albo jakimkolwiek bądź innym sposobem, to prądy z niego otrzymane zmniejszą się znacznie, a zmiana ta potrwa dopóty, dopóki nie ustanie wpływ bodźca; po ustaniu pobudzenia wraca elektryczność w nerwie do pierwotnego stanu.

Du Bois nazwał ten objaw *wahaniem wsteczném* (*negative Stromeschwankung*). Jeżeli przez jaki kawałek nerwu przepuści się za pośrednictwem stosu galwanicznego jednostajny prąd elektryczny, to prądy nerwowe zmieniają się w całym nerwie; w owym końcu w którym pierwotny prąd nerwowy posiada taki sam kierunek jak prąd sztuczny, tam prąd pierwotny powiększa się; w drugim końcu siła prądu pierwotnego zmniejsza się; wraz ze zmianą kierunku prądu sztucznego zmienia się także stan elektryczności w nerwie; a z ustaniem wpływu prądu sztucznego ustaje także owa zmiana prądów nerwowych nazwana *nastrojem elektrycznym* (*Elektrotonus*) i nerw wraca do pierwotnego stanu. Ciekawe są także spostrzeżenia Eckhard't'a, Pflüger'a i Bezold'a odnoszące się do zmian pobudzalności i przewodnictwa w nerwach przeprowadzonych w stan nastroju elektrycznego.

Doświadczenia Du Bois'a dowodzą nam, że istnieje ściśle związek pomiędzy czynnością nerwu i prądami elektrycznymi tworzącymi się w żyjącym nerwie. Nie możemy jeszcze utworzyć teorii o wewnętrznej przyczynie czynności nerwowej i o sprawach mających miejsce w nerwie pobudzonym, lecz tyle już jest pewnym, że sprawy te są ściśle połączone ze zmianami prądów elektrycznych, a zmiana prądów może tylko tam nastąpić, gdzie się odbywają sprawy materialne. Przewodnictwo w nerwie nie zależy od zwyczajnych prądów elektrycznych rozchodzących się od jednego końca włókna do drugiego, bo w takim razie musiałby jeden koniec nerwu być dodatnio elektrycznym, a drugi koniec ujemnie elektryczny; ale przewodnictwo może być skutkiem pewnego ruchu drobinkowego, a elektryczność może przy tym ruchu ważną odgrywać rolę. Doświadczenia Helmholtz'a wykazały, że pobudzenie w nerwach nie rozchodzi się tak szybko, jak to zwykle sobie przedstawiamy. Zdaje się, że czynność w mięśniach zostaje pobudzona w téj samej chwili, w której wola zaczyna działać na nerwy ruchu, a jednak czas, który jest potrzebny, aby pobudzenie od mózgu mogło się rozejść aż do mięśnia, jest bardzo długi w porównaniu z szybkością światła lub prądów elektrycznych. Podług Helmholtz'a

rozchodzi się pobudzenie w nerwach człowieka z szybkością około 60 metrów na sekundę, u żaby tylko z szybkością około 20 metrów. W nerwach żab oziębionych do temperatury 0°, szybkość przewodnictwa jest mniejsza, niż w nerwach posiadających temperaturę zwyczajną.

Tworzenie się tkanki nerwowej, jej wzrost, odnawianie i rozpadanie. Komórki nerwowe tworzą się u zarodka z potomstwa komórek przewężnych jajka (*Furchungskugeln*). Zewnętrzny listkowy pokład komórek przewężnych stanowi zaczątek układu nerwowego ośrodkowego. Komórki tego pokładu rozmnażają się prawdopodobnie, rosną, tworzą boczne wypustki i łączą się za pośrednictwem tych wypustek z drugimi komórkami i z włóknami nerwowymi. Czy komórki w rozwiniętym układzie nerwowym mają zdolność rozmnażania się, niewiadomo; zdaje się jednak, że u starszych zarodków i u młodych zwierząt istnieje możność rozmnażania się komórek nerwowych, gdyż tam często spostrzeżono komórki z dwoma jądrami. U dorosłych zwierząt i u człowieka komórki zdają się być dość trwałymi, nie znaleziono tam dotąd wyraźnych śladów normalnie rozpadających i na nowo tworzących się komórek, a poszukiwania zrobione na gojących się ranach układu nerwowego ośrodkowego nie dostarczyły nam żadnej stałej podstawy do rozstrzygnięcia tej kwestji. Nie można jednak stanowczo zaprzeczyć możności rozmnażania się substancji nerwowej szarej, gdyż *Virchow* i *Tüngel* spostrzegli na ścianach jam mózgowych narosłe składające się z prawdziwych pierwiastków nerwowych, a w jajnikach znaleźli *Rokitański*, *Gray* i *Virchow* nowotwory, które według opisu tych badaczy okazywały własności prawdziwych utworów nerwowych. Komórki układu nerwowego sympatycznego i komórki znajdujące się przy obwodowych zakończeniach niektórych nerwów (z wyjątkiem komórek siatkówki, które pochodzą z mózgu zarodkowego) tworzą się prawdopodobnie z tych samych komórek, które się zamieniają na włókna nerwowe. O rozmnażaniu się i odnowie tych komórek zwojowych nie mamy dokładniejszych wiadomości, jak o komórkach układu nerwowego ośrodkowego; w pierw-

szych znaleziono jednak u młodych zwierząt częściej po dwa jądra, niż w ostatnich. Za możliwością odradzania się komórek nerwowych przemawiają doświadczenia Valentin'a, Waller'a i Walter'a, lecz doświadczenia Schrader'a dały przeciwne wypadki. W początku rozwoju zarodka, komórki układu nerwowego stykają się ze sobą prawie bezpośrednio, podobnie jak to znajdujemy u rozwiniętych trytonów i salamander, powoli dopiero tworzy się pomiędzy komórkami substancja łączna, która oddala je od siebie coraz więcej. Brakują nam jeszcze doświadczenia mogące objaśnić sposób tworzenia się tej tkanki. Być może, że część komórek przewężnych w zaczątku układu nerwowego zamienia się na rodzaj komórek tkanki łącznej, zamiast na komórki nerwowe, i tworzy ową tkankę otaczającą komórki w środku mózgu i rdzenia. Substancja szara w warstwie korowej mózgu i móżdżku tworzy się prawdopodobnie innym sposobem.

Co się tycze tworzenia się włókien nerwowych, to wypadki licznych poszukiwań w tym względzie nie są ze sobą zgodne. Być może, że cienkie włókienka bezrdzenne w substancji szarej mózgu i rdzenia pacierzowego, tworzą się z przedłużających się wypustek komórkowych, lecz tyle zdaje się być pewnym, że wypustki te nie wyrastają z organu ośrodkowego do obwodowych części organizmu. Włókna w nerwach i prawdopodobnie także w substancji białej układu nerwowego ośrodkowego powstają z oddzielnych komórek twórczych, pochodzących z komórek przewężnych jajka. Część takich komórek zamienia się prawdopodobnie na komórki zwojowe, a inne komórki przedłużają się, układają się szeregami obok siebie i zrastając ze sobą w kierunku podłużnym tworzą włókienka nerwowe zarodkowe. Niektórzy badacze przypuszczają, że komórki te tworzą samą nitkę osiową, a pochewka powstaje dopiero z otaczającej tkanki łącznej. Dla tego też uważają oni jądra znajdujące się w zawartości włókien nerwowych zarodkowych za komórki tkanki łącznej i utrzymują, że te komórki nie leżą wewnątrz włókna, lecz w pochewce. Przypuszczenie to zdaje się jednak być niewłaściwym, gdyż pochewka włókien zarodkowych prawdopodobnie nie zawiera

owych jąder, ale zdaje się ona być jednolitą, szklistą, a jądra leżą jeżeli nie wszystkie, to przynajmniej po większej części, w samej zawartości włókna. Oprócz tego przekonaliśmy się, że pierwotna błona komórek nerwowych przechodzi bezpośrednio w pochewkę włókien. Zdaje się więc być pewnym, że błona komórek twórczych zamienia się na pochewkę włókien nerwowych, a treść komórek zlewa się i stanowi zawartość włókien zarodkowych. Ta zawartość, złożona z drobnoziarnistej masy i z jąder po całym włóknie rozsypanych (zob. Fig. 53), jest bardzo podobna do zawartości włókien szarych znajdujących się w rozwiniętym organizmie jak np. w nerwie węchowym. Włókna u zarodka są bardzo cienkie; te włókna, które u dorosłego człowieka okazują szerokość 0,015 mm., posiadają u zarodka w 4 miesiącu szerokość wynoszącą tylko 0,003 mm., a u noworodka 0,008 mm. (podług Harting'a). Niewiadomo jeszcze, czy we włóknach nerwowych rosnących jądra tak samo się rozmnażają, jak w rosnących włóknach mięsnych. Przy dalszym rozwoju włókien, znikają powoli jądra, a pomiędzy pochewką i zawartością okazuje się pochwa rdzeniowa. Jedni badacze przypuszczają, że drobnoziarnista zawartość włókien zarodkowych zamienia się wprost na nitkę osiową, a pomiędzy nitką i pochewką tworzy się rdzeń z części świeżo wsiąkających do włókna; inni utrzymują, że zawartość pierwotna nie odpowiada zupełnie samej nitce osiowej, lecz rdzeniowi wraz z nitką osiową, i że część obwodowa tej zawartości zamienia się na rdzeń, a część środkowa na nitkę osiową. Trudno jeszcze rozstrzygnąć, które z tych przypuszczeń jest właściwsze, gdyż jeszcze brakuje na dostatecznych dowodach, lecz dotychczasowe spostrzeżenia przemawiają za ostatniem przypuszczeniem.

Poszukiwania Harting'a okazały, że u zarodka 4 miesięcznego i u rosnącego dziecięcia, grubość nerwów istotnie się powiększa w skutek powiększenia się średnicy pojedynczych włókien. Zdaje się więc, że liczba włókien znajdujących się w różnych nerwach w ogólności nie powiększa się; lecz to nam jeszcze nie dowodzi, aby w nerwach nie mogła istnieć możliwość tworzenia się nowych włókien. Ciekawe są spo-

strzeżenia Koelliker'a robione na ogonkach kijanek żab i innych gadów. Koelliker opierając się na tych spostrzeżeniach utrzymuje, że włókna nerwowe przedłużają się na końcu obwodowym przez zrastanie ze sobą podłużnych wrzecionowatych komórek znajdujących się w przezroczystej tkance ogonka. Komórki te zawierają z początku podobną ziarnistą treść, jak i komórki przewężne jajka, układają się obok siebie w kierunku podłużnym i zlewając się ze sobą tworzą włókna czyli cewki. Pochewka tych włókien pochodzi więc z błony komórkowej, a zawartość tworzy się z treści komórkowej; jądra komórkowe są na początku jeszcze widzialne we włóknie, lecz powoli znikają. Często zrastają z końcem włókna nerwowego komórki opatrzone dwiema obwodowymi wypustkami; w takim razie zamienia się każda z tych wypustek na obwodową gałąź pierwotnego pojedynczego włókna. Spostrzeżenie to objaśnia nam w jaki sposób tworzą się włókna nerwowe opatrzone licznymi obwodowymi rozgałęzieniami, jak np. w mięśniach. W miarę powiększenia się ilości włókien mięsnych w mięśniach rosnących, powiększa się prawdopodobnie także ilość gałęzi włókien nerwowych, ale ilość włókien pierwotnych w nerwie mięśniowym nie zmienia się. W tworzących się włóknach nerwowych w ogonku kijanek, rozkłada się, podług Koelliker'a, pierwotna jednorodna zawartość na część środkową czyli na nitkę osiową i na część obwodową czyli na rdzeń. W jednym tylko względzie spostrzeżenia Koelliker'a nie są zupełnie prawdopodobne; Koelliker utrzymuje, że we włóknach tym sposobem utworzonych tworzą się często 2—4 włókna rdzenne, Krause potwierdził to zdanie.

Nerwy poprzecznie przecięte mogą, podług Schiff'a i Bruch'a, bezpośrednio na nowo się zrastać bez tworzenia nowych włókien pomiędzy rozłączonymi końcami (*per primam intentionem*), zwykle jednak następuje zabliznienie za pośrednictwem nowo tworzących się włókien, nawet w takich razach gdy z nerwu wykroi się dość długi kawałek (8—12 linii wynoszący) (Bieder, Valentin). Nerwy odnowione odzyskują powoli całkowicie władzę pierwotną. Waller utrzymu-

je, że obwodowa część nerwów przeciętych znika zupełnie aż do ostatnich zakończeń, a od odcinka ośrodkowego wyrastają ku obwodowi nowo tworzące się włókna. Zdanie to okazało się jednak mylném. Odcinek obwodowy nerwu wprawdzie się zmienia, zawartość włókien rozkłada się, rdzeń krzepnie, rozkłada się na drobne ziarenka i nareszcie znika a pozostaje tylko sama zwężona pochewka włókien; (Schiff utrzymuje, że nitki osiowe także pozostają); lecz po zrośnięciu odcinków, włókna na nowo napełniają się rdzeniem i odzyskują powoli zupełnie swą formę pierwotną. Philipeaux i Vulpian przypuszczają, że po przecięciu nerwów czucia i ruchu, zawartość włókien w obwodowym odcinku z początku rozkłada się, lecz powoli odradzają się włókna bez poprzedniego zrośnięcia z odcinkiem ośrodkowym, a nawet kawałki nerwu zupełnie odcięte, bądź od końca ośrodkowego lub też od końca obwodowego, odradzają się po jakimś czasie. Schiff utrzymuje, że rezultata tych doświadczeń zależą na tém, że owi badacze używali do swych poszukiwań zwierzęta nowonarodzone, że zaś u zwierząt dorosłych nie odradzają się odcinki obwodowe bez poprzedniego zrośnięcia z odcinkiem ośrodkowym. Wiadomo, że u niektórych zwierząt odradzają się całkowicie członki, jak np. ogony u jaszczurek, przyczém odradzają się i nerwy. Wiadomo także, że w częściach skóry, które przy operacjach plastycznych zostały przeniesione z jednego miejsca na drugie, wraca się powoli normalne czucie owego miejsca na które zostały przeniesione; Bischoff przypuszcza, że w takich razach wrastają włókna nerwowe z bocznych części do takiego przeniesionego kawałka skóry.

Retzius, Eckstroem, Schiff, Bruch i Hjelt zrobili poszukiwania w celu zbadania pierwiastków, z których się tworzą nowe włókna pomiędzy zrastającymi odcinkami przeciętego nerwu. Okazało się, głównie przez doświadczenia Hjelt'a, że odradzanie się włókien następuje istotnie tym samym sposobem, jak tworzenie się nerwów u zarodka, t. j. przez zrastanie podłużnych, wrzecionowatych komórek. Włókna nowo utworzone są cienkie, z początku zawierają ją-

dra i nie są opatrzone rdzeniem; powoli jednak znikają jądra, włókna rozszerzają się i napełniają się substancją rdzeniową. Podobnym sposobem tworzą się obwodowe części nerwów zupełnie odciętych. Zachodzi tu tylko pytanie, z kąd biorą się owe komórki twórcze dla tkanki nerwowej? Zdaje się być rzeczą pewną, że te komórki powstają przez rozmnażanie się komórek w tkance otaczającej włókna nerwowe (*Perineurium*).

Tak zwane nowotwory nerwowe składające się z prawdziwych włókien nerwowych powstają, jak to wykazał *W e i s s m a n n*, takim samym sposobem jak włókna w nerwach zrostających. Badacz ten obserwował u siebie samego tworzenie się narośli, która powstała przez skaleczenie ręki szkłem. Narośl ta była złożona z niezmierniej ilości włókien znajdujących się na różnym stopniu rozwoju i przeplatających się w rozmaitych kierunkach, a pomiędzy włóknami znajdował się mały przyzmatyczny kawałek szkła. To doświadczenie dowodzi nam, że obrzękłe końce nerwów, znajdujące się w zagojonej części pozostałej po amputacji członków, składają się rzeczywiście z nowo utworzonych skłębionych włókien; są to prawdziwe nowotwory nerwowe (*Neuromata*). Inne nowotwory w nerwach nie pochodzą od zmiany włókien, lecz powstają w nerwiu (*Neurilemma*) albo w tkance pomiędzy włóknami się znajdującą (*Perineurium*), jak np. nowotwory chrząstkowate (*Enchondromata*).

W razie gdy końce nerwu przeciętego nie połączą się ze sobą, to odcinek obwodowy rozkłada się w ten sam sposób, jak to już powyżej opisaliśmy, a nareszcie znika zupełnie, lecz rozkład ten następuje bardzo wolno, a odcinki nerwów ruchu mogą jeszcze przez długi czas zachować swą pobudzalność. Podobna zmiana ma także nastąpić wtedy, jeżeli nerw nienaruszony pozostanie przez długi czas w stanie nieczynnym. Normalny rozkład włókien nerwowych i następująca odnowa albo wcale nie istnieje, albo bardzo wolno tylko się odbywa, przynajmniej nie widać w nerwach takiej przemiany. *W a l e r* zrobił ciekawe spostrzeżenie, według którego włókna

tylnych (czuciowych) korzeni nerwów rdzeniowych nie rozkładają się dopóty, dopóki zostają w związku z odpowiednim zwojem pacierzowym; Schiff i Küttner zdanie Wallera po części sprawdzili.

D O D A T E K.

O gruczołach.

Do gruczołów należą bardzo rozmaite utwory, których znaczenie po części jeszcze wcale nie jest poznane, ani pod względem fizjologicznym, ani pod względem morfologicznym. Dla tego też podział ich na oddzielne charakterystyczne gromady nadzwyczaj jest trudny. W ogólności zaliczamy do gruczołów takie części organizmu, które się składają ze zbiorów samych komórek stykających się z gęstą siatką naczyń włoskowatych. Komórki gruczołowe odbierają ze krwi substancje odżywcze, zamieniają je i zwracają je albo napowrót do krwi, albo wydzielają je na zewnątrz, albo też tworzą z materiału odżywczego nowe komórki; komórki tak utworzone albo rozpadają się i stanowią części składowe wydzielin, albo też są przeznaczone do wywierania właściwych czynności w innych częściach organizmu.

Można rozróżnić gruczoły, które się składają ze zbiorów komórek właściwie nabłonkowych t. j. z komórek pochodzących z pokładu skórniego i śluzowego u zarodka (z pokładu rogowego i gruczołowego podług R e m a k' a), i gruczoły złożone z pierwiastków należących do innego rodzaju utworów histologicznych. Pierwsze nazywają się w ogólności gruczołami prawdziwymi, drugie gruczołami nieprawdziwymi; pierwsze są po większej części opatrzone przewodami otwierającymi się na zewnątrz, a te gruczoły, które są zewsząd zamknięte, utworzyły się u zarodka w ten sam sposób i z tych samych części, jak gruczoły otwarte, albo okazują, a przynaj-

mniej u niższych zwierząt, budowę gruczołów zwyczajnych opatrzonych przewodami; drugie są albo zupełnie zamknięte, albo otwierają się do naczyń limfatycznych. Budowa (*structura*) tak zwanych gruczołów nieprawdziwych jest bardzo zawiślana i po części jeszcze mało wyjaśniona; szczegółowy rozbiór téj budowy może tylko być umieszczony w szczegółowej części Histologii czyli w tak zwanéj Anatomii mikroskopowej. Do takich gruczołów należą: *śledziona*, *gruczoły limfatyczne*, *grasica* (*gl. thymus*), *kepki gruczołków Peyera* (*agmina Peyeri*), *gruczołki odosobnione* (*gl. disseminatae s. solitariae*); dalej *nadnercza* (*gl. suprarenales*), *szyszka* (*gl. pinealis*), *przysadka mózgu* (*hypophysis cerebri s. gl. pituitaria*) i *gruczoł ogonowy* (*Steissdrüse*).

Komórki gruczołów prawdziwych rozbieraliśmy już co do formy i czynności fizjologicznych przy utworach nabłonkowych; nie ma nawet żadnej różnicy pomiędzy komórkami niektórych gruczołów i zwyczajnymi nabłonkami. Ograniczemy się tu dla tego na zwięzłym skreśleniu głównych tylko form gruczołowych.

Budowa prawdziwych gruczołów nie odróżnia się istotnie od budowy tak zwanych błon wydzielających, np. błon śluzowych, worków maziowych (*capsulae synoviales*) i t. d. Błony te składają się z nabłonka wydzielającego i z podścieliska zawierającego gęste siatki naczyń włoskowatych. Na granicy pomiędzy nabłonkiem i podścieliskiem znajduje się zwykle cienka, szklista i dość trwała błonka (*basement membrane*), którą dokładniej opisaliśmy przy utworach tkanki łącznej. Jest to prawdopodobnie zewnętrzna warstwa podścieliska, która nie zawiera komórek, lecz składa się z samej zgęszczonej substancji międzykomórkowej. Niektórzy badacze uważają niewłaściwie tę błonkę, dającą się czasem odosobnić przez moczenie błony wydzielającej w czystéj wodzie, za twór komórek nabłonkowych; przypuszczają oni, że błona ta tworzy się ze zgęszczonych i stwardniałych wydzielin komórkowych. Nabłonki powlekające podścielisko błony, są albo słupkowate, albo spłaszczone, albo warstwowate i t. d. Tak samo i gruczoły składają się z podścieliska złożonego z tkanki łącznej

i zawierającego rozgałęzienia naczyń, i z nabłonka czyli z tak zwanych komórek gruczołowych. Pomiędzy komórkami i podścieliskiem znajduje się zwykle szklista błona, nazwana właściwą błoną gruczołu (*membrana propria*). Różnica pomiędzy błonami wydzielającymi i gruczołami leży pod względem morfologicznym tylko w różnicy formy, jaką utwory te posiadają; błony osłaniają prosto wewnętrzną powierzchnię różnych jam i różnych organów (np. jamę nosową, tchawicę, przewód pokarmowy i t. d.), gruczoły przeciwnie reprezentują płaszczyzny wydzielające, które rozmaitemi sposobami są skupione na małej przestrzeni. Pewne gruczoły okazują także właściwy rozkład swych naczyń odżywczych, jako to: wątroba



Fig. 64.

i nerki. W niektórych gruczołach komórki są ustawione na błonie właściwej zupełnie tak, jak nabłonki; w innych znajdują się komórki wypełniające całą wewnętrzną przestrzeń; w jednych znajduje się nabłonek słupkowy i nawet w niektórych nabłonek migawkowy, w drugich nabłonek okrągławy spłaszczone, w innych przestrzeń jest wypełniona okrągławymi lub wielokątnymi komórkami. Chemiczny skład komórek jest bardzo rozmaity, a to stosownie do przeznaczenia gruczołu.

Zwykle odróżniają się dwie zasadnicze formy gruczołów: *gruczoły gronkowe* czyli *pęcherzykowe* (*gl. acinosae, folliculares*) i *gruczoły rurkowe* (*glandulae tubulosae*); lecz istnieją także rozmaite formy przechodnie.

Gruczoły rurkowe stanowią najprostszą formę gruczołów; można je

(Fig. 64). Trzy gruczoły rurkowe proste. Pierwszy gruczoł po lewej stronie jest całkowicie napełniony komórkami, środkowy zawiera komórki tylko w dolnym końcu, (Z Hist. Freya).

w pewnym względzie uważać za rurkowe wypuklenia błon wydzielających (Fig. 64). Rurki mogą być proste, albo



Fig. 65.

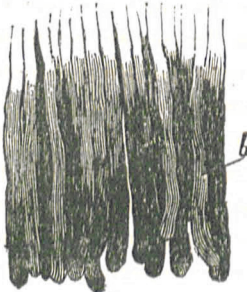


Fig. 66.

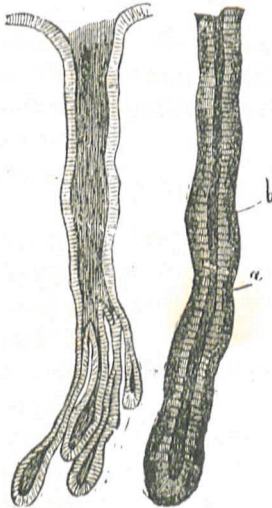


Fig. 67.

falisto zagięte, albo na końcu kłębkwato skręcone i zwinięte (Fig. 65). Gruczoły rurkowe stanowią rzadko oddzielne organa gruczołowe, lecz znajdują się zwykle umieszczone w podścielisku błon śluzowych albo w podścielisku ogólnej powłoki ciała. W tych miejscach są one albo pojedynczo rozsypane albo w większych ilościach zgromadzone (gl. *aggregatae*); każdy z takich gruczołków zgromadzonych, również jak gruczołki odosobnione, wydziela swe produktu przez oddzielny otwór na powierzchnię błony, w której jest umieszczony (Fig. 66). Je-

(Fig. 65). Gruczoł rurkowy pojedynczy, kłębkwato zwinięty. (Z Hist. Freya).

(Fig. 66). Gruczoły rurkowe proste zgromadzone. (Z Hist. Freya).

(Fig. 67). Dwa gruczoły rurkowe wewnątrz pokryte nabłonkiem słupkowatym; po lewej stronie znajduje się gruczoł złożony, po prawej stronie gruczoł pojedynczy. (Z Hist. Freya).

żeli gruczoł rurkowy, choć na końcu zwinięty, składa się przez całą długość z pojedynczej rurki, to nazywamy go gruczołkiem *pojedynczym* (*gl. simplex*); jeżeli przeciwnie kilka gruczołków rurkowych łącząc się ze sobą zlewają się razem w jedną wspólną rurkę czyli w jeden przewód, to nazywamy to gruczołem *złożonym* (*gl. composita*) (Fig. 67). Jeżeli kilka złożonych gruczołów łącząc się ze sobą otwierają się do jednego wspólnego przewodu, to powstają gruczoły złożone drugiego rzędu i t. d. Jeśli w wielkich gruczołach złożonych każda mniejsza część przedstawia się oddzielnie, t. j. kiedy nie jest ściśle połączona z drugimi gruczołkami za pomocą jednorodnej tkanki łącznej, to wtedy gruczoł okazuje tak zwany skład *zrazikowy* (*gl. lobulosa*).

Gruczoły pęcherzykowate lub gronkowe mają kształt okrągławych pęcherzyków. Błona wydzielająca zamiast rurkowato się przedłużać, otrzymała formę pęcherzykowato roz-

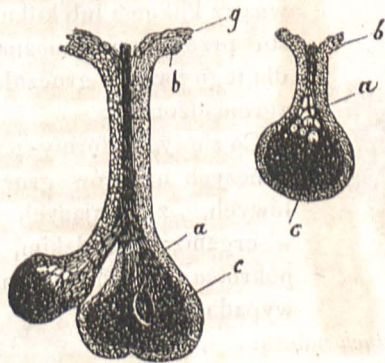


Fig. 68.

dętą. Pęcherzyki te są po większej części opatrzone wążkami przewodami, za pomocą których otwierają się na zewnątrz (Fig. 68). W niektórych tylko gruczołach znajdują się pęcherzyki wysłane nabłonkiem i zewsząd zamknięte. Gruczołki pęcherzykowate są albo *pojedyncze* t. j. składają się z pojedynczych pęcherzyków opatrzonych oddzielnymi otworami, albo *złożone* t. j. większa ilość pęcherzyków otwiera

(Fig. 68). Gruczoły pęcherzykowate. Po prawej stronie znajduje się gruczoł pojedynczy, po lewej stronie gruczoł złożony; *a* nabłonek, *b* otwór zewnętrzny, *c* komórki rozkładające się na części wydzielinowe. (Z Hist. Freya).

się do jednego przewodu. Sposób łączenia się pęcherzyków z przewodami jest bardzo rozmaity, t. j. pęcherzyki przyczepiają się do rozgałęzionego przewodu podobnie jak gronka winogrona, albo do długiego przewodu nierozgałęzionego przyczepiają się małe złożone gruczołki pęcherzykowate za pośrednictwem krótkich przewodów, albo do wielkiego jamiasto rozdętego przewodu otwierają się liczne pojedyncze gruczołki i t. d. (Fig. 69). Gruczoły gronkowate złożone okazują częściej skład zrazikowy, niż gruczoły rurkowate. Pojedyncze gruczołki pęcherzykowate są rzadko *zgrupowane*, zwykle są one rozsypane. Mało złożone gruczołki gronkowate, znajdujące się w podścielisku różnych błon wydzielających, zwykle także są rozsypane. Bardzo złożone gruczoły gronkowate stanowią w organizmie różne wielkie utwory gruczołowe; nie-



Fig. 69.

które z tych gruczołów posiadają tylko jeden przewód, inne otwierają się na zewnątrz kilkoma lub kilkunastu przewodami, można je dla tego nazwać gruczołami *zgrupowanymi*.

Co się tycze formy pojedynczych utworów gruczołowych, znajdujących się w organizmie ludzkim, to pokrótce wspomnieć nam wypada, że:

Do *gruczołów rurkowatych* należą:

Pojedyncze gruczołki Lieberkühna w kiszkiach cienkich i grubych i gruczołki *Bowmanna* w błonie węchowej nosa.

(Fig. 69). Gruczoły gronkowate. Po lewej stronie gruczoł mniej złożony, po prawej stronie bardzo złożony gruczoł. W pierwszym widać otaczającą tkankę łączną, w drugim widać rodzaj zrazikowego składu; do każdego zrazika zapuszcza się oddzielny przewód tworzący się przez rozgałęzienie przewodu głównego. (Z Hist. Freya).

Mało złożone gruczołki śluzowe i trawieńcowe w żołądku i gruczołki w błonie śluzowej macicy.

Gruczołki pojedyncze na końcu *kłębkwato zwinięte*, do których się odnoszą: gruczołki potowe w skórze, gruczołki woszczkowe (*gl. ceruminales*) w przewodzie słuchowym zewnętrznym, gruczołki w błonie śluzowej nosa (w tak zwaną błonę Schneider'a) i prawdopodobnie także w błonie śluzowej przewodów powietrznych, jak np. w tchawicy.

Gruczoły rurkowate *bardzo złożone*, składające jądra (*testes*) i nerki. Końce przewodów nasiennych przechodzą w jądrach w liczne cienkie rurki nasienne (*tubuli seminiferi*), komunikujące ze sobą za pośrednictwem licznych poprzecznych połączeń rurkowatych. Proste przewody w piramidach Malpighiego przechodzą w substancji korowej nerek w rurki skręcone i kończą się w formie pęcherzyków, zawierających tak zwane kłębki naczyniowe czyli ciała Malpighiego (*glomeruli renales s. corpuscula Malpighi*). Jajniki stanowią u zwierząt bezkręgowych gruczoły rurkowate; u zwierząt zaś kręgowych i człowieka były zwykle uważane za rodzaj gruczołów pęcherzykowatych zamkniętych; lecz Plüger (potwierdzając zdanie Valentin'a) wykazał w nowszym czasie, że jajniki składają się z zamkniętych rurkowatych skręconych gruczołów, które na końcu nabrzmiewając tworzą tak zwane pęcherzyki Graafa.

Do gruczołów pęcherzykowatych należą:

Pojedyncze gruczołki łojowe (*gl. sebaceae*), otwierające się do worków włosowych.

Mało złożone gruczołki łojowe w różnych miejscach skóry i gruczołki Meiboma w powiekach oka, gruczołki śluzowe w spojówce oka (*conjunctiva*), w błonie śluzowej ust, pęcherza moczowego, cewki moczowej (*urethra*), warg sromnych mniejszych (*labia minora s. nymphae*), dalej gruczołki Brunner'a w dwunastnicy (*duodenum*), gruczołki Cowper'a w cewce moczowej i gruczoły Bartholin'a.

Do *bardzo złożonych* gruczołów gronkowatych należą: gruczoły łzowe (*gl. lacrimales*), ślinianki (*gl. salivales*),

trzustka (*pancreas*), gruczoły sutkowe (*gl. mammae*) i gruczoł krokowy (*prostata*). Wątroba okazuje bardzo za-
wikłaną budowę, gdyż z rozgałęzień przewodów żółciowych
i z rozłożenia naczyń ledwie można poznać ślady pierwotnej
pęcherzykowatej lub woreczkowatej budowy. U niektórych
zwierząt bezkręgowych np. u mięczaków, widać jeszcze po
części pierwotną formę wątroby. Płuca, co do swój budowy,
należą właściwie do złożonych gruczołów pęcherzykowatych.

Gruczoł tarczowy (*gl. thyroidea*) jest gruczołem pęche-
rzykowatym zamkniętym; każdy pęcherzyk jest odosobniony
i otoczony tkanką łączną. Według Remak'a gruczoł ten
powstaje również jak i inne prawdziwe gruczoły, przez wy-
puklenie górnej części pierwotnego kanału pokarmowego
u zarodka. Migdałki i podobnie złożone gruczołki, znajdują-
ce się na tylnej części języka i na tylnej ścianie gardzieli, nale-
żą podług K o e l l i k e r'a, do gruczołków pęcherzykowatych
zamkniętych, podług S a c h s'a otwierają się owe pęcherzy-
ki z oddzielnymi przewodami do wspólnego jamisto rozдутego
przewodu.



OMYŁKI DRUKU.

<i>Str.</i>	<i>wiersz</i>	<i>zamiast</i>	<i>czytaj</i>
6	12 <i>od dołu</i>	nad prostém wykazaniem	na prostém wykazaniu
9	5 —	jako system logiczny.	na sposób systematu logicznego.
10	1 <i>od góry</i>	składzie tkanek chemicz-	chemicznym składzie tka-
		nym,	nek,
12	8 —	wieccj	więcej
15	12 —	większa ilość płynu, ani-	większa ilość płynu wsiąka,
		żeli substancji z komór-	aniżeli substancji z komór-
		ki występującj)	ki występuje)
16	9 <i>od dołu</i>	,	i
17	7 <i>od góry</i>	wypływa	pochodzi
17	11 <i>od dołu</i>	z kwasem octowym,	kwas chromny z kwasem
			octowym,
17	9 —	części takim sposobem	części zwierzące takim spo-
			sobem
18	1 <i>od góry</i>	4	5.
19	6 —	powinien być	powinienby być
33	4 <i>od dołu</i>	białko	jąderko
46	11 <i>od góry</i>	c)	3.
48	9 —	d)	4.
48	14 <i>od dołu</i>	Proteinden-toxyd	Proteindent-oxyd
49	12 <i>od góry</i>	mieszczą	mieści
50	16 —	większe.	mniejsze.
52	1 <i>od dołu</i>	wałek	wałków
60	8 —	już	az
81	5 <i>od góry</i>	początku	początki
84	1 —	tunica	tela
85	17 —	zetknięcia, i kształt	zetknięcia kształt
94	1 <i>od dołu</i>	tkanka łączna	tkanka galaretowa
95	1 <i>od góry</i>	tkankę galaretową,	tkankę łączną,
95	10 —	pewną	pewną
95	17 <i>od dołu</i>	zawarta jest	czasem zawarta jest
96	4 <i>od góry</i>	Borden	Bordeu
96	12 <i>od dołu</i>	początkowa	początkowo
123	10 <i>od góry</i>	postrzegamy	postrzegamy
128	10 <i>od dołu</i>	prawdopodobno	prawdopodobnie
132	14 —	kościowe	kości owe
149	4 —	poprzeczne	podłużne
152	7 <i>od góry</i>	częstek	cząstek
153	9 <i>od dołu</i>	sposrzegamy	postrzegamy
166	2 —	tworząc	tworzą

<i>Str.</i>	<i>wiersz</i>	<i>zamiast</i>	<i>czytaj</i>
170	15 <i>od dołu</i>	boczemi	boczemi
176	18 —	okrężnica	okrężnica
178	1 <i>od góry</i>	Lieutandi	Lieutandi
185	11 —	lub	lub
185	17 <i>od dołu</i>	stężeje	tężeje
185	5 —	pozostaje	pozostają
185	3 —	niszczą	niszczą
196	5 —	wodnych przeciwnie się zmniejsza.	wodnych zmniejsza się, a ilość substancji wyciągowych wyskokowych powiększa się.
197	18 <i>od góry</i>	piewiastków	pierwiastków
200	3 <i>od dołu</i>	przedłużenia	przedłużenie
201	18 —	znika nadzwyczajną	znika z nadzwyczajną
203	1 —	okazują pod mikroskopem	okazują często pod mikro- skopem
225	3 <i>od góry</i>	zgęszczyła;	zgęściła;
228	2 <i>od dołu</i>	nadzwyczajną	nadzwyczajną
231	17 <i>od góry</i>	rozebrać,	rozbierać,
254	7 <i>od dołu</i>	podstawy	podstawie
261	7 <i>od góry</i>	posiadające	mające
264	9 —	oba poprzednie pokłady,	obu poprzednim pokładom,
265	16 <i>od dołu</i>	powierzchnię.	powierzchnią.
271	9 —	dwóch, rzadko po trzech	dwie, rzadko po trzy
273	13 i 14 —	dwóch, jednemu, trzech, czterech,	dwa, jedném, trzy, cztery,
274	19 —	i	,
279	12 —	siatkówk. Z ipowodu,	siatkówki. Z powodu,