

BIBLIOTEKA WIEDZY

H. GIERSBERG

# HORMONY



TRZASKA, EVERT I MICHALSKI



HARMONY



BIBLIOTEKA WIEDZY TOM 44

---

PROF. DR H. GIERSBERG

# H O R M O N Y

Z 45 ILUSTRACJAMI

PRZEŁOŻYŁ

DR JERZY JAROCKI

DOCENT UNIWERSYTETU J. PIŁSUDSKIEGO



---

TRZASKA, EVERT i MICHALSKI S. A.  
WARSZAWA, KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE 13  
GMACH HOTELU EUROPEJSKIEGO

S. 69  
S. 88

WYDANIE POLSKIE UZUPELNIŁO NASTĘPU-  
JĄCYMI RYSUNKAMI: 12 13 14 26 27 28 29 30

S.05



9818

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE



360 / 57

DRUKARNIA NARODOWA W KRAKOWIE

## SPIS RZECZY

	Str.
I. WSTĘP. . . . .	1
Autonomiczny albo trzewiowy system nerwowy. — Sekretyna. — Regulacja humoralna. — Fermenty i katalizatory.	
II. WIADOMOŚCI OGÓLNE . . . . .	8
Historia. — Stosunki ilościowe. — Metodyka. — Anatomia i rozwój.	
III. TARCZYCA (Glandula thyreoidea) . . . . .	16
Obrzęk śluzakowy (Myxoedema) i choroba Basedowa (Morbus Basedowi). — Doświadczenia nad zwierzętami. — Hormon tarczycy. — Wole. — Regulacja i rytm czynnościowy. — Substancje ochronne i hamujące.	
IV. PRZYTARCZYCE (Glandulae parathyreoideae) .	35
Ciałka nabłonkowe. — Przytarczycy i witamina D.	
V. NADNERCZA (Glandulae suprarenales). . . . .	40
Rdzeń nadnercza. — Kora nadnercza.	
VI. TRZUSTKA (Pancreas) . . . . .	52
Trzustka. — Przemiana cukrowa.	
VII. CUKRZYCA . . . . .	56
Objawy. — Zastrzykiwanie insuliny.	
VIII. SZYSZYŃKA I GRASICA . . . . .	62
Szyszynka (Epiphysis cerebri). — Grasica (Thymus).	
IX. GRUCZOŁY PŁCIOWE (Glandulae sexuales) . .	67
Kastracja. — Transplantacja lub przeszczepianie gruczołów płciowych. — Interseksualizm. — Dziezdziczenie płci. — Odmładzanie. — Hormony gruczołów płciowych. — Przygotowanie macicy do rui lub menstruacji. — Hormon pęcherzyka Graafa. — Ciało żółte (Corpus luteum). — Androsteron.	
X. ZWIĄZEK POMIĘDZY GRUCZOŁAMI PŁCIO- WYMI A PRZYSADKĄ MÓZGOWĄ . . . . .	98

	Str.
XI. RYTM CZYNNOŚCIOWY GRUCZOŁÓW PŁCIO- WYCH . . . . .	102
Rozród i ciąża. — Cykle rui i menstruacji. — Ciąża. — Laktacja czyli wydzielanie się mleka. — Okres przekwitania czyli klimakterium. — Cieslny i duchowy wpływ przekwitania. — Zastosowanie kliniczne hormonów.	
XII. PRZYSADKA MÓZGOWA . . . . .	117
(Hypophysis cerebri). Płat przedni przysadki, hormony wzrostu. — Hormon przemiany tłuszczowej. — Thyreotropowy (pobudzający czynność tarczycy) hormon płata przedniego przysadki. — Hormon adrenotropowy i pankreatotropowy. Hormon kortikotropowy, pobudzający czynność kory nadnercza. — Rozważania uogólniające. — Choroby. — Płat tylny przysadki mózgowej. — Płat pośredni przysadki	
XIII. SUBSTANCJE ZBLIŻONE DO HORMONÓW .	134
Układ pokarmowy. — Serce.	
XIV. HORMONY I WITAMINY . . . . .	138
XV. ZMIANA UBARWIENIA . . . . .	140
Hormon płata pośredniego przysadki mózgowej. — Adrenalina. — Morfologiczna zmiana ubarwienia. — Hormony zmiany ubarwienia u bezkręgowców.	
XVI. HORMONY ZWIERZĄT BEZKRĘGOWYCH. .	152
Gruczoły płciowe. — Kastracja. — Hormony u robaków. — <i>Bonellia viridis</i> . — Owady. — Hormony procesów linienia i zapoczwarczenia.	
XVII. ROŚLINY. . . . .	164
Biegunowość ( <i>Polaritas</i> ). — Auxyny. — Fototropizm i auksyny. — Inne hormony roślinne.	
XVIII. SUBSTANCJE POBUDZAJĄCE W ROZWOJU	176
XIX. NIECO O ISTOCIE HORMONÓW. . . . .	182
Działanie pobudzające. — Pośrednie produkty przemiany materii jako substancje pobudzające. — Stosunek do autonomicznego systemu nerwowego. — Hormony i życie psychiczne. — Hormony i rasy.	



## WSTĘP

Gdy dotknę ręką gorącego pieca, cofam ją bardzo szybko z powodu uczucia bólu. Wykonuję korzystną dla mnie czynność samoobronną, chroniąc się w ten sposób od dalszych oparzeń. Można powiedzieć również, że czynność ta, korzystna dla mego ciała, jest prawidłowa także i w sensie biologicznym. Takie czynności najprostszego rodzaju mogą się jednak odbywać i bez jakiegokolwiek świadomego poczucia z mej strony. Każdemu wiadomo, że szerokość źrenicy ocznej jest zależna od ilości światła wnikającego do oka. O zmierzchu źrenice rozszerzają się, przy jasnym zaś świetle dziennym zwężają; nastawienie mięśni źrenicy odbywa się za pośrednictwem bodźca świetlnego, nie dochodząc do naszej świadomości i bez możliwości jakiegokolwiek wpływu ze strony naszej woli. A jednak czynność ta jest tak samo prawidłowa biologicznie, jak jakakolwiek inna, ściśle przez nas pomysłana. Pod względem biologicznym jest ona nawet bardziej prawidłowa, gdyż z wielką ścisłością reguluje ilość światła, jaką znosi siatkówka oczna. Takie zjawiska lub najprostszego rodzaju odpowiedzi na określone bodźce świata zewnętrznego nazywamy ruchami reflektorycznymi albo odruchami. W większości przypadków stanowią one niewątpliwie odpowiedzi prawidłowe na bodźce zewnętrzne. System nerwowy może więc udzielać ciału świadczeń celowych, bez konieczności włączania wpierv za każdym razem swej woli, a nawet bez potrzeby świadomego odczuwania zjawiska.

Autonomiczny albo trzewiowy system nerwowy.

Znaczna część naszego systemu nerwowego jest nastawiona całkowicie na wykonywanie czynności autonomicznych, niezależnych od woli i od poczucia. Są to nerwy zaopatrujące nasze narządy wewnętrzne. Serce, nerki, wątroba, jelito, naczynia krwionośne pełnią swoje zadania pod kierownictwem tych nerwów trzewiowych i przy tym pełnią je dobrze dopóty, dopóki jesteśmy zdrowi. Pracy tej nie jesteśmy świadomi i nie możemy wpływać na nią swą wolą. Tylko nieliczni ludzie, np. indyjscy fakirzy, mogą wywierać częściowo, skutkiem wieloletnich ćwiczeń, świadomy wpływ na swój autonomiczny system nerwowy oraz na narządy wewnętrzne. Są to jednak wyjątki. Normalnie praca tego systemu przebiega dla nas nieświadomie, chociaż dla naszego dobra, regulując zjawiska odbywające się we wnętrzu naszego ciała. System autonomiczny opiekuje się współpracą różnych narządów, działa regulująco, zarządza sprawami odżywiania, oddychania i wydalania z naszego ciała substancji niepotrzebnych. Są to wszystko zjawiska nieodzowne dla utrzymania życia.

Zjawiska tej regulacji i opanowania spraw cielesnych są w ostatniej instancji nieuchwytnie, będąc prawie zagadkami życia. Możemy je ostatecznie przedstawić sobie jako funkcje pewnej części naszego systemu nerwowego, w którym słusznie przyzwyczailiśmy się uznawać władcę naszego ciała.

### Sekretyna.

Zobaczmy teraz, jak jest z kwestią następującą. Gdy na wpół strawiony pokarm ma dostać się z żołądka do jelita cienkiego, wówczas trzewiowy system nerwowy dopilnowuje, aby dzięki szybkiemu przymknięciu ujścia żołądka przez mięśnie zwieracza dostawało się za każdym razem do jelita cienkiego tylko niewiele kwaśnej miazgi pokarmowej, gdyż nadmiar kwasów żołądkowych mógłby

tam działać szkodliwie. Kwas żołądkowy, wprowadzony wraz z miazgą, sam przez się powoduje podrażnienie nerwów w mięśniach zwieracza, przyczyniając się do jego szybkiego zwierania. Kwas ten potrzebny jest jednak i do innego celu. Wpływa on mianowicie na komórki śluzówki jelita cienkiego, zmuszając je do wydzielania do krwi substancji zwanej *sekretyną*.<sup>1</sup> Sekretyna dostaje się wraz z krwią do trzustki i działa tam jako bodziec pobudzający czynność tego gruczołu trawiennego, a więc przyczynia się do sekrecji proteolitycznego fermentu trawiennego, zwanego trypsyną. Widzimy więc, że przez wytwarzanie substancji pobudzającej, przenoszonej przez soki ustrojowe, krążące w ciele, zostaje pobudzone wydzielanie tych fermentów, które są konieczne do dalszego trawienia miazgi pokarmowej, wprowadzonej do jelita cienkiego. Jest to więc także regulacja, uzgodnienie pracy poszczególnych organów ciała, mająca na celu w danym przypadku usprawnienie przebiegu procesu trawiennego. Ta jednak regulacja nie jest uwarunkowana przez system nerwowy, lecz przez wydzielanie do soków ustrojowych substancji pobudzającej.

### Regulacja humoralna.

Mamy więc i drugą możliwość dla organizmu dokonania przeniesienia bodźca wewnętrznego i osiągnięcia przez to współpracy poszczególnych procesów przemiany materii, podobnie jak przy udziale systemu nerwowego: regulację, którą możemy nazwać humoralną (humor=sok). Regulacja humoralna byłaby więc przeniesieniem bodźca przez substancje pobudzające, znajdujące się w prądzie soków ciała — krwi lub limfy, które w ten sposób są doprowadzane do określonych narządów wypełniających

---

<sup>1</sup> Sekretyna tworzy się w błonie śluzowej jelita pod wpływem działania kwasu solnego na *prosekretynę*. Została odkryta w roku 1902 przez badaczy angielskich Williama Baylissa i E. H. Starlinga. (Przyp. tłum.)

pracę i na które wywierają one wpływ specyficzny, mający na celu zachowanie życia. Stąd jeden już tylko krok do *hormonów* i regulacji hormonalnej. Nazwa hormon oznacza sama w sobie nic innego, jak tylko substancję pobudzającą lub podrażniającą, chociaż hormonem nazywamy nie każdą substancję pobudzającą, która powoduje w ciele działanie regulacyjne.<sup>1</sup> Granice tutaj nie zawsze są wyraźne. Tak np. dwutlenek węgla, tworzący się w ciele przy spalaniu tlenu podczas oddychania, jest niewątpliwie substancją pobudzającą o ważnym dla życia zadaniu, gdyż tylko dwutlenek węgla, powstający we krwi i drażniący ośrodek oddechowy w zamózgowie, powoduje przymus oddechu a więc konieczność oddychania nawet wówczas, gdy śpimy. Dwutlenek węgla różni się jednak od prawdziwych substancji pobudzających, gdyż nie jest on właściwie wytwarzany dla celów regulacji, będąc tylko produktem ostatecznym, powstającym podczas przemiany materii i przeznaczonym do wydalenia z ciała, a który tylko przed swym usunięciem z niego zostaje zużytkowany do wypełnienia ważnego dla życia zadania. Przy charakterystyce właściwych substancji pobudzających, do których zaliczamy hormony, musimy podkreślić ich wytwarzanie dla ściśle określonych celów. Do hormonów stosujemy jeszcze pewne pojęcie wzięte z anatomii. Mówi się tu często o sekrecji wewnętrznej lub o wydzielaniu gruczołów dokrewnych. Miejsce tworzenia się i rodzaj wydzielania są bardzo istotne dla definicji wydzielania wewnętrznego i definicji hormonów. Możemy więc powiedzieć, że hormony są to takie substancje pobudzające, wytwarzane w wewnętrznych gruczołach ciała, wprowadzane do krwi lub limfy i przez nie roznoszone, które już w bardzo niewielkich ilościach są zdolne do wywołania określonego wpływu na czynność i budowę ciała.

---

<sup>1</sup> Termin *hormon* został wprowadzony do nauki przez Baylissa i Starlinga, którzy po raz pierwszy użyli tej nazwy w stosunku do sekretyny. Synonimem *hormonów* są *inkrety*. (Przyp. tłum.)

Większość gruczołów dokrewnych nie posiada żadnego przewodu wyprowadzającego. Możemy śmiało przyjąć, że przewód ten one straciły, gdyż wobec specjalnej ich czynności nie był on już potrzebny. Budowa i zadanie gruczołu „normalnego“ przedstawia się zupełnie inaczej. Są to przeważnie rurkowate lub pęcherzykowate wypukliny skóry albo jelita, które mają na celu pobieranie ze krwi pewnych substancji, przerabianie ich i wydzielanie jako specjalnych substancji gruczołowych lub też takie narządy, które w najprostszym przypadku mogą zbierać ze krwi różne substancje i je wydalać. Mogą one przy tym wykonywać najrozmaitsze czynności. Służą np. do natłuszczenia włosów i skóry lub, jak gruczoły potowe, do utrzymywania stałej ciepłoty ciała. Gruczoły związane z przewodem pokarmowym służą, jako gruczoły trawienne, do przerabiania i trawienia pokarmu, wypełniając w ten sposób jedną z ważnych funkcji życiowych organizmu. Swe produkty wydzielają one jednak do światła jelita za pośrednictwem przewodów wyprowadzających. Co się tyczy gruczołów ślinowych, to wytwarzają one sole i śluz, a u człowieka i wielu zwierząt fermenty, trawiące węglowodany. Gruczoły ślinowe wydzielają również bardzo dużo wodnistej cieczy, służącej do ułatwiania przełykania pokarmów. Inne gruczoły trawienne także wydzielają wodnistą ciecz, zawierającą fermenty. Woda służy przy tym głównie do rozpuszczania substancji wydzielonych z tkanek gruczołów, a więc do transportu właściwych wydzielin.

Gdy gruczoł oddaje swe substancje bezpośrednio do krwi, nie potrzebuje on wówczas ani przewodu wyprowadzającego, ani też specjalnych środków transportu. Krew sama przez się doprowadza materiał surowy do komórek gruczołowych, te zaś mogą materiał przerobiony na substancje gruczołowe oddawać bezpośrednio do krwi. W ten sposób istniejące pierwotnie przewody wyprowadzające zanikają wskutek braku funkcji. Wydzielina, gromadzona początkowo w jamach pęcherzyków i rureczek, może zgęszczać się jako

koloid, i przechowywać w poszczególnych pęcherzykach, z których następnie przechodzi do krwi. Ścianki rureczek i pęcherzyków mogą się łączyć i wreszcie całkiem zatracić swój pierwotny układ, tak że ostatecznie pozostają nie uporządkowane masy komórkowe, silnie objęte przez naczynia krwionośne. Niektóre gruczoły dokrewne, jak np. tarczyca, jeszcze zachowują przestrzeń wewnętrzną, wypełnioną koloidem zgęszczonej wydzieliny gruczołowej. W korze nadnercza można jeszcze wykazać nader wąskie rureczki i beleczyki, ale w innych gruczołach, jak w przytarczycach lub w rdzeniu nadnercza, nie daje się rozpoznać nic lub prawie nic z pierwotnego układu komórek gruczołowych. Mówi się więc o gruczołach wydzielania wewnętrznego jako o gruczołach bez przewodu wyprowadzającego.

Gdy więc charakterystyczną cechą gruczołów dokrewnych (endokrynicznych) stanowi rodzaj wydzielania — wydzielanie bezpośrednio do krwi lub limfy, to cechą wspólną wszystkich hormonów jest znowuż to, że jako substancje pobudzające wykazują działanie już w niezmiernie drobnych ilościach. Tak np. adrenalina, substancja czynna rdzenia nadnercza, wywiera wyraźny wpływ na układ naczyniowy jeszcze w rozcieńczeniu 1:400.000.000. Również i inne hormony, jak hormon tarczycy i pewne substancje wytwarzane przez przysadkę mózgową, są czynne jeszcze w ilościach 1—2γ, czyli 1—2 tysięcznych miligrama.

Cóż to oznacza? Przede wszystkim to, że te substancje, pomimo teoretycznego posiadania wartości odżywczych, nie wchodzi nigdy w grę jako pokarm, lecz jedynie jako substancje pobudzające, tj. takie, które wywołują, przyspieszają lub wreszcie hamują jakiegokolwiek zjawisko biochemiczne.

### Fermenty i katalizatory.

Co prawda hormony nie są odosobnione pod tym względem. Substancje gruczołowe wytwarzane przez gruczoły trawienne, czyli fermenty i enzymy, działają również przy przebudowie substancji pokarmowej w przewodzie pokar-

mowym, a więc przy przeróbce skrobi na cukier gronowy lub mięsa na przyswajalne kwasy aminowe, jak wreszcie przyspieszają w podobny sposób sprawy rozpadu, rozkładu i odbudowy, które same w sobie mają przebieg niezwykle powolny. I te substancje są czynne w drobnych ilościach i same nie przechodzą w ostateczne produkty trawienia. Istnieją wreszcie w chemii nieorganicznej substancje, które możemy i musimy przytoczyć tu dla porównania. Są to tzw. katalizatory. Substancje takie, jak np. delikatnie rozpylona platyna a także liczne inne, mogą w postaci niewielkiej domieszki przyspieszać wiązanie lub rozkład różnych substancji chemicznych. Współdziałają więc one przy reakcjach i przekształceniach chemicznych innych substancji, w wielu zaś przypadkach w ogóle umożliwiają przebieg tych zjawisk, jakkolwiek same nie wchodzą w skład produktu ostatecznego. Możemy porównać je z oliwą, która czyni pochylnię ślizgu tak śliską, że wszelkie przedmioty znajdujące się na niej ześlizgują się. O tym, że działanie hormonów nie może być jednak zrównane z działaniem fermentów i katalizatorów nieorganicznych, będziemy jeszcze mówili wówczas, kiedy zajmiemy się dokładniej kwestią czynności układu dokrewnego.

Reasumując, stwierdzamy najważniejszą różnicę pomiędzy fermentami a hormonami w tym, że wydzielanie hormonów odbywa się do krwi. Następnie musimy podkreślić okoliczność, że hormony stanowią mechanizm działający obok systemu nerwowego, w związku oraz w współdziałaniu z tym systemem. Mechanizm ten reguluje wzajemne stosunki pomiędzy poszczególnymi narządami ciała, dopomaga do harmonijnej, określonej współpracy, a tym samym umożliwia jedność organizmu. Regulacja hormonalna stanowi, obok regulacji nerwowej, drugi środek pomocniczy natury, przeznaczony do utworzenia tego, co nazywamy życiem, żywą istotą i organizmem. Podobnych regulacji posiada natura jeszcze więcej, lecz o tym będzie mowa nieco później.

## WIADOMOŚCI OGÓLNE

## Historia.

Znajomość hormonów i gruczołów wydzielania wewnętrznego nie jest dawna. Fakt istnienia gruczołów bez przewodu wyprowadzającego przez długi czas stanowił lamigłówkę dla nauki. Nie wiadomo, co począć z takimi np. organami, jak przysadka mózgowa (*hypophysis cerebri*), tarczyca lub nadnercza, które były znane już w XVI stuleciu. A jednak jakieś wyczucie istnienia tajemniczych substancji w ciele ludzkim stanowiło prastarą tradycję dziedziczną człowieka. Wierzono, że spożywając narządy wymordowanych wojowniczych wrogów lub krwiożerczych zwierząt można przenieść na siebie ich siłę i odwagę. Jest rzeczą bardzo ciekawą, że spotykamy się tutaj z wierzeniami o specjalnej roli krwi, której spożywanie dostarcza sił szczególnych, często nadprzyrodzonych. Krew, jak wiadomo, jest nosicielem hormonów, ponieważ zaś liczne hormony mogą być pobierane wraz z pokarmem nie tracąc na swej sile, można zaryzykować twierdzenie, że w tych wierzeniach wchodzi w grę pewne niejasne doświadczenia. Medycyna średniowieczna świadomie zajmowała stanowisko, że przy chorobach określonych narządów zachodzi niedobór potrzebnych substancji, który może być wyleczony przez spożycie takich samych narządów zdrowych. „Serce leczy serce, śledziona leczy śledzionę, płuco leczy płuco“ — mówi Paracelsus. Już starożytni Rzymianie próbowali zapobiec przedwczesnej niemocy męskiej przez zażywanie substancji męskich gruczołów rozrodczych.

Jednak dopiero w roku 1849 niemiecki badacz A. Berthold dokonał pierwszego doświadczenia w dziedzinie



wydzielania wewnętrznego. Wycinał on kogutom jądra, zaszcepiał je następnie w innym miejscu ciała tych ptaków i mógł w ten sposób nie dopuścić do zwykłych skutków kastracji, jakie występują po usunięciu męskich gruczołów rozrodczych. Jądra zaszcepione w jakimkolwiek miejscu, np. na grzbiecie, zachowywały po operacji swój wpływ regulujący na organizm, pomimo braku wszelkiej łączności z układem nerwowym. Raczej więc Berthold może być uważany za właściwego ojca badań endokrynologicznych niż Brown-Séquard, który w roku 1889 oznajmił Paryskiej Akademii Nauk, iż dokonał na sobie samym odmłodzenia cielesnego i duchowego przez kilkakrotne zastrzyknięcie wyciągu z jąder zwierzęcych.<sup>1</sup> Gdy bowiem doświadczenia Bertholda były przekonywające i wytrzymały każdą próbę ponowną, to dziś wydaje się, że odmłodzenie, niewątpliwie odczuwane przez Brown-Séquarda, było raczej skutkiem udanej autosugestii niż działania zastosowanego przez niego wyciągu z gruczołów płciowych. Brown-Séquard miał jednak szczęście ogłosić swoje odkrycie w czasach, które już dojrzały do rozważania skomplikowanych zagadnień wydzielania wewnętrznego. W każdym razie dzień 31 maja 1889 roku może być uważany za dzień narodzin endokrynologii. W następstwie zaczęły się mnożyć prace o wydzielaniu

---

<sup>1</sup> Przy końcu zeszłego i w pierwszych początkach bieżącego stulecia lekarz rosyjski A. Pochl (1850—1908) zalecał przy zwalczaniu przypadłości wieku starczego *sperminę*, wykrytą jeszcze w roku 1865 przez Böllchera i otrzymywaną pierwotnie z narządów zwierzęcych, zwłaszcza z jąder i gruczołu krokowego, później zaś drogą chemiczną. Spermina, wyrabiana na wielką skalę w laboratorium Pochla w Petersburgu, była szeroko reklamowana jako środek odmładzający i przywracający potencję męską. Nie ma ona nic wspólnego z męskimi hormonami płciowymi, chociaż w postaci związku z kwasem fosforowym jest stałym składnikiem nasienia męskiego, któremu nadaje specyficzny zapach. W nasieniu już ochłodzonym lub wysychającym tworzą się charakterystyczne, wielokształtne kryształki fosforanu sperminy, znane pod nazwą *kryształków nasiennych*. (Przyp. tłum.)

wewnętrznym, zwłaszcza u człowieka. Dziś można powiedzieć, że istnieje niewiele dziedzin w biologii, nad którymi pracuje się obecnie tak gorliwie i skutecznie, jak właśnie w dziedzinie endokrynologii.

Nie jest jedynie ważne to, że naraz powstała nowa dziedzina wiedzy o najszerszym zakresie. Spostrzeżono również, jak olbrzymie działanie na ciało i ducha człowieka wywiera wydzielanie wewnętrzne. Uznano jego znaczenie dla leczenia i niewątpliwie pozostawano pod wpływem tajemniczego czaru całej tej gałęzi wiedzy. Jak dawniej tak i dziś jest przecież faktem wstrząsającym, ostatecznie nieuchwytnym i niewytłumaczalnym, gdy widzimy, że od niewypowiedzianie drobnych ilości substancji gruczołowej może zależeć to, czy człowiek wyrośnie zdrowy, czy też stanie się idiotą, potworem, karłem czy olbrzymem.

#### Stosunki ilościowe.

Na pytanie, jakie gruczoły dokrewne działają u człowieka, możemy w odpowiedzi stwierdzić, że do zupełnie pewnych gruczołów hormonotwórczych należą: gonady (gruczoły rozrodcze), przysadka mózgową, nadnercza, tarczycę, przytarczycę (ciałka nabłonkowe) i trzustka. Bardzo prawdopodobne jest również działanie hormonalne szyszynki mózgowej i grasicy a wreszcie serca, przewodu pokarmowego, wątroby i śledziony. Czasami jednak jest rzeczą względną, w jakim stopniu można uważać za hormony substancje pobudzające, wytwarzane przez dany narząd.

Wszystkie gruczoły dokrewne wydzielają swe inkrety tylko w drobnych ilościach. Wiele z tych wydzielin krąży w ciele ludzkim w ilości około 10 mg dziennie, a rocznie około 200—300 mg. Nie mniej jednak zależy od nich nie tylko wzrost, budowa i czynności ciała, lecz i takie właściwości duchowe, jak temperament, charakter i zdolności. Dotyczy to nie tylko człowieka, w stosunku do którego, rzecz naturalna, były skierowane szczególne zainteresowania badań endokrynologicznych, lecz również i zwierząt. Nawet u ro-

ślin znamy substancje, które można porównać z hormonami zwierzęcymi i ludzkimi. Poznanie ich również jest ważne, gdyż w ogóle jednolite ujęcie natury ożywionej może być dokonane tylko przez porównanie zarówno niższych jak i wyższych jej przedstawicieli.

### Metodyka.

Porównawcze ujmowanie różnych istot żywych posiada również niezwykłą wartość praktyczną. Człowiek i zwierzęta kręgowce mają zasadniczo jednakowe gruczoły dokrewne. Mając przeświadczenie, że zarówno w człowieku jak i w każdym zwierzęciu kręgowym krążą te same hormony, które i tu, i tam mają spełniać te same zadania i wywoływać te same skutki, możemy badać rolę hormonów na zwierzętach i dokonywać doświadczeń, których nie moglibyśmy podjąć na samym człowieku a które są konieczne dla naukowego poznania hormonów oraz praktycznego zastosowania ich dla dobra cierpiącej i schorzałej ludzkości. Jakkolwiek nie każdy hormon musi wywierać zawsze zupełnie identyczne skutki u każdego przedstawiciela grupy kręgowców, to jednak okazało się, że w głównych zarysach czynność ich jest jednakowa i że hormony danego zwierzęcia wykazują swe specyficzne działanie również i u zwierzęcia gatunku odrębnego albo u człowieka. Hormony nie są, jak się to mówi, gatunkowo specyficzne; nie ograniczają się one do jednego tylko gatunku zwierzęcia, lecz jednakowe substancje pełnią, co najmniej w głównych zarysach, jednakowe zadania u najrozmaitszych przedstawicieli kręgowców. Możliwe są więc wnioski dotyczące człowieka, oparte na doświadczeniach ze zwierzętami. W szczegółach znajdziemy co prawda zawsze drobne różnice, gdyż żywe istoty nie są maszynami budowanymi i wyrabianymi według jakiegoś schematu.

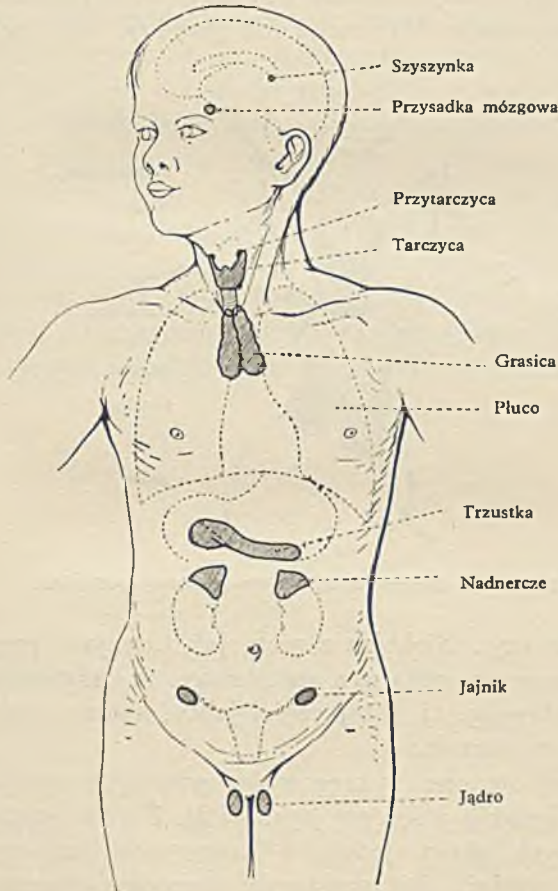
Czego więc zasadniczo możemy się podjąć w badaniach nad hormonami, posługując się doświadczeniem nad zwierzętami? Mamy tu różne możliwości. Usuwając gruczoł

dokrewny możemy naprzód studiować występujące wówczas zjawiska niedoboru hormonu i objawy choroby, potem zaś zaszczepiając gruczoły dokrewne, ewentualnie ich części, lub też wstrzykując wyciągi gruczołowe możemy próbować usunąć ten niedobór, albo osiągnąć wzmocnienie działania hormonów, stosując zwiększone dawki. Najważniejsze jednak prace badawcze polegają na staraniach uzyskania czystej postaci hormonu, jako ważnej dla życia substancji, ustalenia jego natury chemicznej i wreszcie, o ile to jest możliwe, wytworzenia go sztucznie na drodze syntezy.

Wyjaśnienie czynności oraz budowy chemicznej danego hormonu i wreszcie syntetyczne jego uzyskanie, w celu otrzymania ilości wystarczającej dla lecznictwa, stanowią ostateczny cel badań nad hormonami. Są to zadania, przy których, rzecz jasna, muszą współpracować ręka w rękę przedstawiciele różnych gałęzi wiedzy. Dla pewnych hormonów, jak np. dla hormonu rdzenia nadnerczy albo gruczołów płciowych, cel ten jest już w znacznym stopniu osiągnięty. Dla celów praktycznych jest jednak rzeczą niezmiernie ważną mieć możność wypróbowania badanej substancji albo wyciągu gruczołowego, co do ich skuteczności biologicznej na podstawie wyraźnie dostrzegalnej i niedwuznacznej reakcji biologicznej, czyli tak zwanego testu. Tego rodzaju reakcje biologiczne muszą być ilościowe, tj. muszą pozwalać na „wycechowanie“ skuteczności danego hormonu. Taką najmniejszą ilość hormonu, która jeszcze wystarczy, aby wywołać odpowiednią reakcję próbną, nazywamy jednostką hormonu. Zwłaszcza biochemik pracujący nad otrzymywaniem substancji czynnej z wyciągu gruczołowego, w którym znajduje się wiele substancji balastowych, uzyskuje niezbędną kontrolę przy pomocy takich próbnych reakcji biologicznych. O testach tego rodzaju będziemy jeszcze mówili wielokrotnie. Najbliższym naszym zadaniem będzie teraz zapoznanie się z poszczególnymi gruczołami dokrewnymi i ich czynnością.

## Anatomia i rozwój.

W rozwoju zwierzęcym rozmaite narządy i tkanki powstają z trzech głównych warstw komórkowych, zwanych

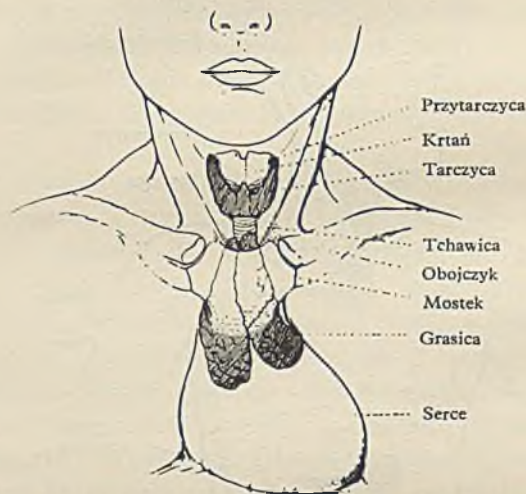


Rys. 1. Schemat topografii gruczołów dokrewnych u ludzi płci obojga.

listkami zarodkowymi. Z listka zewnętrznego (ektodermy) powstaje skóra i układ nerwowy, z listka środkowego (mezodermy) tworzy się tkanka łączna, kości i mięśnie,

z listka zaś wewnętrznego (entodermy) powstaje przewód pokarmowy wraz z gruczołami trawiennymi.

Gruczoły dokrewne zwierząt kręgowych stanowią pod względem swego pochodzenia albo wypukliny przewodu pokarmowego oraz systemu nerwowego, albo są to pochodne ścianek jamy ciała. Większość ich znajduje się w głowie



Rys. 2. Gruczoły dokrewne okolicy szyjowo-piersiowej u człowieka.

i w obrębie szyi. Niektóre z nich, jak tarczycza, przytarczycze i grasica powstają z entodermy, z embrionalnego jelita skrzelowego, tj. z tej części jelita, która u ryb jest uposażona w skrzela.

Mieszczą się one u kręgowców wyższych w okolicy pomiędzy krtanią a sercem (rys. 1 i 2). Z dwu gruczołów hormonalnych głowy jeden, a mianowicie szyszynka (*epiphysis cerebri*), jest prastarym narządem zmysłowym stropu międzymózgowia, drugi zaś, przysadka mózgowa (*hypophysis cerebri*), powstaje dziwnym trafem z dwóch zupełnie różnych części, a mianowicie z wypukliny listka zewnętrznego, tworzącego sklepienie jamy ustnej, który łączy się z wyrastającymi ku przodowi częściami szczytu

międzymózgowia, tworząc gruczoł nadzwyczaj ważny i przedziwnie skomplikowany. Następnie, w kolejności co do swej pozycji nieco poniżej żołądka, znajdują się: trzustka (*pancreas*), która jest zarazem gruczołem trawiennym, uchodzącym do jelita cienkiego, oraz nadnercza (*glandulae suprarenales*), które ze swej strony składają się z dwu zupełnie różnych części. Jedna część, zwana korą nadnercza, należąca do środkowego listka zarodkowego, powstaje ze ścianki jamy ciała, część druga, pierwotnie samodzielna, pochodząca z części układu nerwowego, a mianowicie z tak zwanego układu trzewiowego, zlewa się później z korą w jeden narząd, tworząc rdzeń nadnercza. Wreszcie następują gruczoły płciowe (*glandulae sexuales, gonady*), powstające również ze ścianki jamy ciała,<sup>1</sup> które, jak wiadomo, prócz swego zadania produkcji komórek rozrodczych, wydzielają dokrewnie ważne soki gruczołowe (rys. 1).

---

<sup>1</sup> Gruczoły płciowe powstają u kręgowców w okolicy pranercza z nabłonka płciowego. U człowieka wytwarzają się one przy końcu pierwszego miesiąca życia płodowego. Właściwe prakomórki płciowe nie pochodzą jednak z żadnego z listków zarodkowych, lecz wyodrębniają się bardzo wczesnie podczas segmentacji jaja i następnie wkraczają do nabłonka płciowego. (Przyp. tłum.)

TARCZYCA (*GLANDULA THYREOIDEA*)

Przed chrząstką tarczową krtani znajduje się narząd dokrewny, który z wielu względów zasługuje na naszą specjalną uwagę. Jest to nadzwyczaj bogato ukrwiona tarczyca (*glandula thyreoidea*), której waga dosięga u człowieka prawie trzydziestu gramów. Prawdopodobnie jest to w ogóle najstarszy gruczoł dokrewny kręgowców, gdyż w stanie początkowym występuje już u zwierząt morskich z gromady osłonnic (*Tunicata*) i u lancetnika (*Branchiostoma lanceolatum*), to jest u zwierząt, które umieszczamy przed początkiem systemu kręgowców jako ich dalekich krewnych. Prócz tego jest to narząd, który spośród wszystkich gruczołów wydzielania wewnętrznego najbardziej jeszcze zachował swój pierwotny charakter gruczołowy. Oddaje on mianowicie swoją wydzielinę do jam gruczołowych, czyli pęcherzyków tarczycy. To nawiązanie do gruczołów zwykłych ma dla nas tę zaletę, że przy badaniu budowy histologicznej tarczycy można najprędzej jeszcze wnioskować o jej stanie czynnościowym (rys. 3). Jeśli istnieją przy tym, jak w przypadku tarczycy, wyraźne wahania roczne w czynności i w budowie histologicznej, zwłaszcza u zwierząt zimnokrwistych albo podczas snu zimowego u wielu ssaków, to wówczas możemy mieć nadzieję, że już na podstawie mikroskopowego badania stanu gruczołu da się wnioskować o jego pracy. Nic więc dziwnego, że właśnie przy badaniu tarczycy anatomowie i histologowie zadali sobie szczególnie trud wnioskowania o stanie pracy tego gruczołu dokrewnego na podstawie obrazu mikroskopowego. Co prawda nie należy zapominać o tym, że w danym przypadku wydzielanie inkretu tarczycowego do pęcherzyków gruczołowych musi oznaczać coś całkiem innego niż



wydzielanie gruczołów zwykłych do ich przewodów gruczolowych, ponieważ tutaj następuje zjawisko gromadzenia się hormonu tarczycowego w specjalnych jamach w okresie spoczynku a nie w czasie wzmożonej działalności tarczycy. Istotnie widzimy, że u kijanek, u żab podczas zimy albo u takich zwierząt, które, jak na przykład jeż lub chomik, przechodzą sen zimowy, pęcherzyki gruczolowe są napęczniałe



Rys. 3. Tarczycyca (skrawki mikrotomowe). *a* tkanka gruczolu w stanie czynnym; *b* tkanka w stanie spoczynku. (Według Trendelenburga.)

od wypełniającej je zgęszczonej wydzieliny gruczolowej, gdy natomiast komórki nabłonkowe, wyściełające pęcherzyki i stanowiące właściwe komórki gruczolowe, są płaskie i niskie, co jest oznaką ich stanu spoczynkowego. Gdy nastaje wiosna, wydzielina koloidalna pęcherzyków rozrzedza się, ścianki komórek stają się grubsze, komórki gruczolowe mnożą się, pęcznieją i wchłaniają upłynnioną teraz substancję gruczolową z pęcherzyków, przekazując ją do naczyń krwionośnych, które w tym właśnie gruczole dokrewnym występują w olbrzymiej ilości. W czasach wzmożonego zapotrzebowania często zupełnie nie dochodzi do nagromadzenia się inkretu w pęcherzykach gruczolowych, które w warunkach zwykłych stanowią rodzaj spichlerza dla wytworzonego lecz nie zużytego hormonu.

Takie zmiany rytmiczne funkcji tarczycy występują również i u zwierząt wyższych wraz z człowiekiem.

Gruzoł tarczycowy reaguje na wszelkie bodźce, które w jakikolwiek sposób mogą oddziaływać podczas przebiegu przemiany materii. Jest on gruczołem regulacyjnym, który



Rys. 4. Obrzęk śluzakowy, czyli *myxedema*. (Według I. A. Andersona.)

ma na celu funkcje wyrównawcze. Tarczyca panuje nad czynnościami cielesnymi i nad przemianą materii, szczególnie nad tą częścią przemiany, która udziela organizmowi potrzebnej dla życia energii. Dzięki jej czynności zostaje zwalniany cukier rezerwowy wątroby i wprowadzany jako cukier gronowy do krwi, tworząc substancję odżywczą, udzielającą siły. Pod wpływem regulującym tarczycy pozostają zjawiska utleniania w organizmie. Kropelka soku tarczycowego mniej — i oto

przemiana materii staje się leniwa, energia życiowa słabnie. W następstwie powstaje zmęczenie, senność, ośpienie, spadek temperatury ciała i obniżenie wszelkich czynności życiowych. O jedną kropelkę za wiele — a wówczas życie biegnie jak przegrzana maszyna o zawrotnej ilości obrotów, częściowo spotęgowanych przez martwy bieg. Z tego też właściwie punktu widzenia należy rozpatrywać wszelkie czynności tarczycy, pobudzające i wzmagające przemianę materii w narządach i komórkach ciała.

#### Obrzęk śluzakowy i choroba Basedowa.

Istnieją u człowieka dwie choroby tarczycy, które wykazują działanie tego gruczołu podobnie jak forma i odlew, lub negatyw i pozytyw zdjęcia fotograficznego. Jedną

z nich stanowi obrzęk śluzakowy (*myxoedema*), drugą zaś jest choroba Basedowa (*morbus Basedowi*). Pierwsza polega na niedoborze, druga na pewnym nadmiarze wydzieliny gruczołu tarczowego.

Następstwem niedoboru jest obrzęk śluzakowy tkanki podskórnej (rys. 4). Otrzymał on swe miano przede wszystkim ze względu na swoiste zmiany skóry, która staje się sucha, blada i zimna, a jednocześnie wydaje się nabrzmiąta, gdyż tkanka pod nią jest wodniście napeężniała. Włosy stają się szorstkie lub wypadają. Temperatura ciała opada, serce bije wolniej, występuje apatia, senność, rozleniwienie myślenia i nieudolność umysła. Wszystko to stanowi zaburzenia dające się sprowadzić do zwolnienia tempa przemiany materii a zarazem osłabienia procesów życiowych, które powoduje brak hormonu tarczycowego. Im wcześniej w młodości występuje choroba, tym gorsze są skutki. Wzrost i rozwój, zarówno cielesny jak i duchowy, są zahamowane i zakłócone, następstwem zaś jest karłowatość i ciężki idiotyzm.

W ten sposób powstają istoty, które można uważać tylko za potworne karykatury człowieka (rys. 5). Mało istnieje przykładów, które w podobnie jaskrawy sposób wykazują

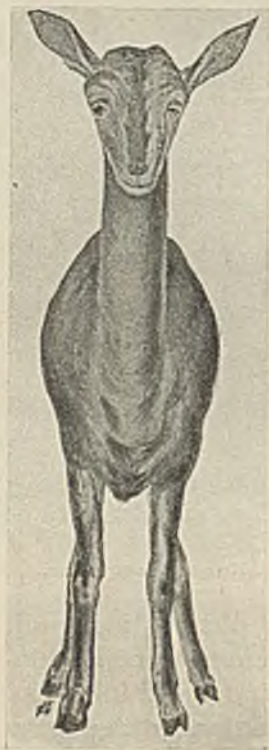


Rys. 5. Kretyn. Wzrost 130 cm.

połęgę gruczolu dokrewnego. Takie same następstwa występują również wówczas, gdy usuwa się zwierzęciu (rys. 6) gruczol tarczowy lub gdy u człowieka, jak się to zdarzało w początkach operacyjnego leczenia choroby Basedowa, usunięto zbyt wiele tkanki gruczolu tarczowego. Zależnie od stopnia schorzenia tarczycy powstają różne obrazy chorobowe, poczynając od lekkiej senności aż do stanu najcięższego idiotyzmu. Nawet u zwierzęcia można w tym przypadku mówić o chorobie umysłowej.

Przeciwieństwem obrzęku śluzakowego we wszystkich punktach podstawowych jest choroba opisana przez C. A. von Basedowa, lekarza z Merseburga w Niemczech,

przy której w charakterystyczny sposób jednoczą się wole, wytrzeszcz oczu i przyspieszone bicie serca. Gdy przy obrzęku śluzakowym brak hormonu tarczycy staje się powodem zahamowania i zwolnienia zjawisk życiowych, to przy chorobie Basedowa procesy życiowe są nienaturalnie wzmożone i skrócone w swym przebiegu, dzięki nadmiarowi wydzielin tarczycy. Ustano



Rys. 6. Kozy z jednego miotu. U prawej usunięto tarczycę w wieku 3 tygodni. (Według v. Eiselsberga.)

lono długą tabelę przeciwnych objawów obrzęku śluzakowego i choroby Basedowa, z których możemy przytoczyć najwyżej niektóre.

Obrzęk śluzakowy: szybkość przemiana-

ny materii opada, apetyt zmniejsza się, pomimo że waga ciała wzrasta, temperatura wykazuje tendencję do obniżania się, kości pozostają miękkie i przestają rosnać, serce bije wolno i leniwie, następuje łępotą, senność i głupkowatość. Odwrotnie, przy chorobie Basedowa, przemiana materii ożywia się, apetyt wzrasta, ciało jednak wykazuje skłonność do chudnięcia, temperatura ciała wzrasta, wzrost kości i procesy kostnienia są przyspieszone, serce bije szybko a w następstwie powstają zaburzenia sercowe, podniecenie psychiczne, bezsenność i ogólna nadwrażliwość nerwowa. Można by przytoczyć jeszcze wiele takich przeciwieństw; dla czytelników jednak, nie mających zamiaru uprawiania studiów lekarskich, najważniejsze są raczej skutki psychiczne. Chorzy są podnieceni, często lękliwi i bojaźliwi, cierpią na zaburzenia sercowe, bezsenność i przygnębienie, muszą być stale czynni i cierpią na gonitwę myślową. Może dojść do wyraźnych psychoz, zaburzeń wzroku i słuchu, napadów szału i wreszcie do śmierci. Rzecz ważna, że istnieje tu ścisły związek wzajemny pomiędzy czynnością tarczycy a układem nerwowym. Podobnie jak wzmożony dopływ hormonu tarczycowego zwiększa pobudliwość nerwów, tak i odwrotnie wpływy psychiczne, jak np. stany obawy, oddziałują na wzmożenie funkcji wydzielniczej tarczycy. W większości przypadków już zewnętrznie postać chorego na chorobę Basedowa (rys. 7), z jego wytrzeszczonymi oczami (*exophthalmus*), wskazuje na stan nadmiernego przeczulenia systemu nerwowego.



Rys. 7. Choroba Basedowa, *morbus Basedowi*.  
(Według Falta.)

Choroba Basedowa we wszystkim stanowi przeci-

wieństwo obrzęku śluzakowego. Niewiele obrazów chorobowych wykazuje w swych wszystkich objawach przeciwieństwo tak jednolite a jednocześnie tak wyraźną zależność od ilości krążącego w ciele hormonu. Preparaty gruczołu tarczycowego, wobec ich wpływu na przemianę materii i spalanie tłuszczów, stosowane są w kuracjach odchudzających i odłuszczejących. Środki te jednak muszą być stosowane nadzwyczaj ostrożnie i tylko pod kierunkiem lekarza, ażeby nie wywołać ciężkich uszkodzeń serca i układu nerwowego.

#### Doświadczenia nad zwierzętami.

Doświadczenia nad zwierzętami wykazują zasadniczo takie samo działanie hormonu tarczycy i mogą co najwyżej uzupełnić w kilku punktach dotychczasowe nasze wiadomości. Słynne stały się doświadczenia mające na celu badanie wpływu hormonu tarczycowego na wzrost kijanek przez odżywianie ich substancją czynną gruczołu, dodawaną do wody w akwarium. Zwierzęta pozostają przy tym drobne, mniejsze od kontrolnych (rys. 8a, b).

Zawartość wody w ich tkankach obniża się i przekształcanie się ich w żaby jest przyspieszone. W czasie gdy normalne zwierzęta kontrolne stały się dużymi kijankami, które znajdują się jeszcze w stadium przed metamorfozą, zwierzęta odżywiane tarczycą przekształcają się w małe, wielkości muchy, zbyt szybko a przez to często nieregularnie rozwinięte żabki. I tu więc procesy rozwojowe są przyspieszone i spotęgowane. W przeciwstawieniu do nagromadzania się wody przy obrzęku śluzakowym, wydzielanie wody przez tkanki jest tu zmniejszone. W ogóle tarczycyca stanowi czynnik konieczny przy metamorfozie kijanek; kijanki pozbawione tarczycy nie dochodzą do metamorfozy. W Meksyku istnieje nawet gatunek salamandry, często hodowany u nas w akwariach aksolotl (*Amblystoma mexicanum*), który już z natury posiada słabo rozwiniętą tarczycę i dlatego, w warunkach zwykłych, nigdy nie przekracza stanu larwy. Jeśli damy aksolotłowi do spoży-

cia nieco substancji gruczołu tarczycowego, to wówczas skrzela uwsteczniają się, oczy uwypuklają się bardziej, płetwa ogonowa zanika i aksolotl przekształca się w postać lądową, podobnie jak to czynią inne salamandry (rys. 9a, b).

Wydzielina gruczołu tarczycowego jest więc konieczna do metamorfozy płazów, do przekształcania się larw w zwierzęta dorosłe, kijanek w żaby. Również przy przekształcaniu się larwy węgorza w postać ostateczną, lub młodocianej flondry, która zbudowana jest jeszcze tak symetrycznie jak inne ryby, w osobnika leżącego na jednym boku, udział tarczycy zdaje się być miarodajny.

U jaszczurek tarczycyca przyspiesza linienie, u ptaków pierzenie się, u zwierząt ssących zmianę sierści. Ciekawą jest rzeczą, że u człowieka przy zaburzeniach zachodzących w tarczycy następuje zanik i wypadanie włosów. Jeśli podawać myszom hormon tarczycy, to następuje zmiana uwłosienia; u ptaków



Rys. 8. a Kijanka normalna, b kijanka rozwijająca się pod wpływem substancji gruczołu tarczycowego. Obydwie są jednakowego wieku.



Rys. 9. a Aksolotl, czyli pociowo dojrzała postać larwalna salamandry *Amblystoma mexicanum*, żyjąca w wodzie. b *Amblystoma mexicanum* po dokonanych przekształceniu w zwierzę lądowe (Według Hessego.)

wypadają pióra i zostają zastąpione przez nowe, przy nadmiernym jednak podawaniu następuje również nadmierne wypadanie, które nie łatwo może być odnowione. Zjawisko zmiany uwłosienia lub opierzenia oraz odnawiania się jest wówczas tak przyspieszone, że proces ten zostaje

przedwcześnie zatrzymany i może wtedy dochodzić do takich stanów jak na rysunku 10. Zostają przy tym poszkodowane również kształt i barwa odrastających piór. U bezkręgowców, a nawet u zwierząt najniższych, można



Rys. 10. Wpływ dodatku hormonu tarczycowego do pożywienia na upierzenie kury. (Według Zawadowsky'ego.)

osiągnąć podobnie wyraźne działanie przy dodaniu hormonu tarczycowego do wody w naczyniu z hodowlą. U wymoczk *Paramecium* podziały następują szybciej, u drobnych rączków składanie jaj i rozwój larw zostają przyspieszone. Wzmaga się nawet ruchliwość plemników. Widzimy więc, że zarówno u człowieka jak i u zwierząt mamy do czynienia z tym samym rodzajem wpływu na procesy spalania w organizmie, które ulegają zahamowaniu przy braku hormonu, przy nadmiernej zaś

jego ilości przebiegają znacznie szybciej, mogąc dzięki temu znowu doprowadzić do zaburzeń.

Tarczycyca jest więc regulatorem zjawisk utleniania w organizmie a tym samym energii życiowej, regulatorem procesów chemicznych, zachodzących przy przemianie materii.

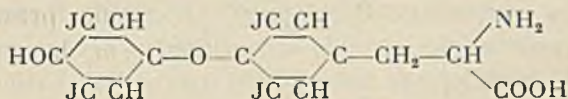
### Hormon tarczycy.

Czym więc jest substancja czynna tarczycy, właściwy hormon gruczołu tarczowego? Jeśli chcemy otrzymać substancję czynną, wolną od zanieczyszczeń i substancji balastowych, to jest rzeczą nader ważną posiadać biologiczną reakcję próbną, aby móc w każdym czasie stwierdzić skuteczność przyrządzonego wyciągu gruczolowego, a więc ilość zawartego w nim hormonu. W przypadku tarczycy można zużytkować do takiej próby wszy-



stkie jej działania fizjologiczne, o ile są one tak charakterystyczne, jak na przykład wzmożenie zużycia tlenu przez zwierzę, przyspieszenie metamorfozy u płazów, przekształcanie się kijanek w żaby, zmiana zawartości cukru w wątrobie, która obniża się pod wpływem działania tarczycy itp. Przy takich próbach chodzi tylko o to, czy są one charakterystyczne i niedwuznaczne. Im czystszy jest wyciąg hormonowy, tym skuteczniejsze wykazuje on działanie, a więc tym mniejsze ilości wystarczą, aby wywołać charakterystyczną reakcję próbną. Pomocna przy badaniach jest wreszcie dawno już poznana, uderzająco wysoka zawartość jodu w tarczycy oraz silne ukrwienie gruczołu, który zdolny jest pobrać i nagromadzić w sobie wszystkie jod znajdujący się we krwi.

Już dawniej wiedzano o tym, że jod w tarczycy występuje w postaci związanej organicznie, jako domieszka do białkowej substancji podstawowej. Jednak dopiero w roku 1914 udało się E. C. Kendallowi otrzymać z tarczycy jednolitą pod względem chemicznym substancję gruczołową, zawierającą jod, którą nazwał *thyroxyną*, a która w próbach, np. nad kijankami, wykazywała typowe działanie tarczycy, nawet w rozcieńczeniu 1:500.000.000. Tym samym zostało niewątpliwie dowiedzione, że thyroxyna, o wzorze  $C_{15}H_{11}O_4NJ_4$ , stanowi czynny hormon tarczycy. Później otrzymano i wzór strukturalny, a więc uzyskano drogę do sztucznego otrzymania hormonu syntetycznego. Thyroxyna sztuczna



jest drugim z niewielu otrzymanych dotąd syntetycznie hormonów.<sup>1</sup> Dzięki temu można było rozpocząć leczenie zaburzeń, które powstają na skutek chorób tarczycy,

<sup>1</sup> Synteza została dokonana w r. 1926 w Uniwersytecie Londyńskim przez C. R. Harringtona. (Przyp. tłum.)

i zastąpić produkt naturalny substancją otrzymywaną przez chemika. Pomimo to można wątpić, czy thyroxyna istotnie jest jedynym hormonem produkowanym przez tarczycę. Nie zawiera ona bowiem wszystkiego jodu znalezionego w tarczycy, a ponadto jest mniej wartościowa pod względem biologicznym od wielu zwykłych wyciągów z tarczycy. Można na przykład otrzymać z gruczolu tarczowego białkowe związki thyroksyny, które w znacznym stopniu przewyższają działanie thyroksyny czystej. Dziś przypuszcza się, że thyroxyna jest albo jednym z wielu hormonów tarczycy, albo jest nader czynnym produktem rozkładu jakiejś jeszcze bardziej złożonej substancji, którą musielibyśmy wówczas uznać za właściwy hormon tarczycy. Jakkolwiek jest, to w każdym razie ta sztucznie otrzymana substancja stanowi skuteczny składnik wydzieliny gruczolu tarczowego. Dojście więc tutaj do celu stanowiło już samo przez się znaczny wysiłek naukowy i, jak się zdaje, cel ten osiągnięto. Takież cel polegający na wykryciu i odcyfrowaniu istoty tajemniczych substancji gruczolowych musi zawsze przyświecać w badaniach nad hormonami.

#### Wole (*struma*).

Rzecz zrozumiała, że w chorobie Basedowa gruczol tarczowy przy nadmiernej czynności jest powiększony. Ciekawe jest jednak, że i odwrotnie przy źle pracującej tarczycy występuje właśnie największy przerost tego gruczolu. Gdy przy chorobie Basedowa wole, zwane miękkim, właściwie nigdy nie przekracza wielkości średniej, to przy wolu twardym, łącznotkankowym, przy którym tkanka gruczolu staje się często mniej wartościowa i nie odpowiadająca zapotrzebowaniu ze strony ciała, dochodzi ono do wprost olbrzymich rozmiarów. Tego rodzaju przerosty i powiększenia wola, przy których łącznotkankowa część gruczolu zaczyna się rozrastać i przez to hamować dopływ krwi do organu,

są w wielu miejscowościach niezwykle pospolite, gdy inne są całkiem wolne od tej choroby. Przy takim wolu może również rozmnożyć się tkanka gruczolowa, prawdopodobnie z powodu obniżenia jej zdolności czynnościowej.

Istnieją obszary nawiedzane przez wole, w których choroba panuje endemicznie. Przeważnie są to kraje górskie, w Europie np. Alpy i Karpaty, w Azji Himalaje, w Ameryce Andy. Okazało się, że w okolicach, w których panuje typowe wole, istnieje w glebie i w wodzie do picia wyraźny brak jodu. Ponieważ już wiemy, że hormon tarczycy posiada znaczną zawartość jodu, możemy dziś uznać za całkiem pewny związek, co przypuszczano już dawniej, pomiędzy brakiem jodu a występowaniem wola. Trzeba jednak zaznaczyć, że sprawa ta nie jest jeszcze całkiem wyjaśniona. Po pierwsze, muszą przyczyniać się do powstania choroby pewne skłonności dziedziczne, gdyż nawet w miejscowościach opanowanych przez wole chorują nie wszyscy ludzie. Po drugie, istnieją lokalne różnice w częstości zachorowań na wole, schorzenia np. całych rodzin, co pozwala, zdaniem niektórych autorów, przypuszczać istnienie infekcji, powodowanej jakimiś nieznanymi zarazkami albo też działaniem promieni wytwarzanych przez glebę. Pewien wreszcie wpływ posiada i odżywianie. W ciekawy np. sposób można wywołać wole u królików, stosując intensywne odkarmianie ich kapustą. Wapń, zawarty w wodzie do picia i w pożywieniu, może również wywierać pewien wpływ. Rzecz pewna, że powstawanie wola nie może zależeć od jednej tylko przyczyny, pewne jest jednak również i to, że główną przyczynę należy przypisać niedoborowi jodu.

Ciekawe, że w okolicach opanowanych przez wole chorują nie tylko ludzie, lecz i zwierzęta domowe. Nawet u ryb w tych miejscowościach, np. u pstrągów i szczupaków, można stwierdzić wolowate zwyrodnienie tarczycy. Samo w sobie wole nie może być zaliczane do przypadłości niebezpiecznych. W Szwajcarii jest ono zjawiskiem tak zwy-

kłym, że w wielu miejscowościach nie rzuca się w oczy. Jest jednak duża różnica pomiędzy lekkimi, nieszkodliwymi rodzajami wola a workami dochodzącymi do kilku funtów wagi, które zakłócają oddech i krążenie krwi. Jest również różnica pomiędzy takimi przypadkami wola, przy których tkanka gruczołowa pracuje normalnie i chory nie wyczuwa żadnych zaburzeń, a takimi, które prowadzą do karłowatości lub kretynizmu, a więc do typowych skutków znacznego braku hormonu tarczycowego. Jak np. wiadomo, w wysokich partiach Alp karły i kretyni nie należą do rzadkości.<sup>1</sup> Jest więc zupełnie zrozumiałe, że w nawiedzanych przez wole okolicach, odznaczających się brakiem jodu, próbowano brakowi temu zapobiec przez podawanie jodu w pokarmie. Można to osiągnąć zaopatrując te miejscowości w ryby morskie i jarzyny pochodzące z terenów bogatych w jod, zwłaszcza z wybrzeży morskich, albo przez dostarczanie tak zwanej soli pełnowartościowej, czyli soli kuchennej zawierającej domieszkę jodu. Od czasu gdy tego rodzaju kuracja została wprowadzona (niekiedy przymusowo przez władze państwowe), daje się stwierdzić niewątpliwy spadek zachorzeń na wole. Sól jodowaną należy jednak stosować tylko w miejscowościach, gdzie występuje wole, gdyż sam jod nie jest środkiem zupełnie nieszkodliwym i stałe, nadmierne jego stosowanie może spowodować niebezpieczeństwo schorzeń przypominających chorobę Basedowa. O ile stosowanie tego, względnie prostego, środka zapobiegawczego we

---

<sup>1</sup> Wole panujące nagminnie w pewnych miejscowościach jest wyśmiewane przez ludność obszarów sąsiednich, w których choroba nie występuje, a nawet stało się tematem komicznych opowieści (vide J. Bystron, *Megalomania narodowa*, Warszawa 1935, s. 187. „Wybory wołatego burmistrza spośród wołatych rajców“). Stąd też pochodzi przezwisko gardlaków lub gardlaczy, oznaczające zwyrodniałych mieszkańców niektórych miejscowości naszego Podkarpacia, np. okolic Muszyny. „Wołaty Wiedeń“ jest żartobliwą nazwą miasta Jabłonkowa na zaolziańskim Śląsku Cieszyńskim. (Przyp. tłumacza.)

wczesnej młodości i na początku choroby może w większości przypadków powodować wyzdrowienie (gdyż dawki jodu pobudzają tarczycę ponownie do normalnej czynności), to przy daleko posuniętym uszkodzeniu tego gruczołu nie jest to już możliwe. Małowartościowa tkanka gruczolowa nie może wówczas produkować hormonu.



Rys. 11. Wpływ leczenia substancją gruczołu tarczycowego na czteroletnią dziewczynkę. Po stronie prawej skutek trzymiesięcznej kuracji. (Według Hofmeistera.)

I w tym jednak przypadku, jak i w przypadku zbyt słabego rozwoju tarczycy, często można osiągnąć całkiem niespodziewane wyzdrowienie, stosując podawanie substancji tarczycy lub też zastrzyki thyroxyny (rys. 11). Chociaż taka kuracja wymaga dużej ostrożności, aby zapobiec zaburzeniom sercowym, to jednak trudno wyobrazić sobie bardziej błogosławioną ingerencję lekarską, gdy dzięki doprowadzeniu hormonu tarczycowego do normy, zidiociały karzeł przekształca się w pełnowartościowego człowieka.

#### Regulacja i rytm czynnościowy.

Tarczycza jest, jak widzimy, władczynią przemiany materii, specjalnie zaś zjawisk spalania. Jest więc jej zadaniem dostosowywać się do zmieniających się potrzeb ciała. Aby

na przykład podczas głodowania zbyt się nie zużywać, tarczycza ogranicza wówczas wydzielanie swego hormonu. Odżywianie wzmacnia jej czynność a nawet rodzaj pokarmu ma swoje znaczenie. Niezwykle charakterystyczny jest również wpływ na tarczycę zewnętrznej temperatury środowiska. U zwierząt ciepłokrwistych, ptaków i ssaków, spalanie musi wzmacniać się podczas chłódów, aby utrzymać temperaturę ciała na poziomie potrzebnym przy wzmożonym wydzielaniu się ciepła, tarczycza pracuje więc intensywniej. Zupełnie inaczej dzieje się u zwierząt zimnokrwistych lub podczas snu zimowego u ssaków. Zwierzę zimnokrwiste nie może w znaczniejszym stopniu podwyższyć temperatury swego ciała ponad temperaturę otoczenia. Temperatura jego opada wraz z temperaturą środowiska, a tym samym zostają obniżone, zgodnie z prawem szybkości przebiegu reakcji chemicznych, procesy chemiczne w jego ciele. Czynność chemiczna zmniejsza się i tarczycza nagromadza swój koloid nie czyniąc prób dalszej pracy, aby sztucznie zwiększyć przemianę materii przy pomocy wzmożonego wydzielania. Istnieje, co prawda, w życiu zwierząt zimnokrwistych okres, w którym pomimo niskiej temperatury może być wzmożona czynność gruczołu tarczowego. Gdy żaby budzą się na wiosnę ze snu zimowego, to zatamowany podczas zimy koloid tarczycy rozrzedza się, wydziela w dużych ilościach i zostaje oddany na usługi ciała. Dzieje się to w tym celu, aby zyskać energię cielesną potrzebną na okres składania skrzeku i kopulacji, który często następuje bezpośrednio po stopnieniu śniegu i lodu. W jak znacznym stopniu zależy od czynności tarczycy rytm życiowy zwierząt, uwarunkowany zmianami pór roku, pokrótce już wspominaliśmy. Sen zimowy wielu zwierząt jest np. powodowany tym, że tarczycza wstrzymuje swą wydzielinę, która już nie dostaje się do krwi. Jesienne pierzenie się ptaków, linienie zwierząt ssących, występowanie sierści zimowej w jesieni a letniej na wiosnę są spowodowane, podobnie

jak wiele spraw innych, wzmożoną działalnością tarczycy. Zdają się istnieć również wahania dzienne, może mieć wpływ promieniowanie słoneczne itp. Czynne są jednak również i bodźce wewnętrzne. Istnieje głębszy związek pomiędzy tarczycą a gruczołami rozrodczymi, którego istota nie jest jeszcze co prawda rozwiązana, nie może być jednak zaprzeczona. Drobne ilości hormonu tarczycy zdają się działać pobudzająco na gruczoły rozrodcze, gdy natomiast w dużych ilościach hormon wywiera na nie wpływ wybitnie hamujący. W doświadczeniach nad zwierzętami nadmierny wpływ substancji czynnej tarczycy może powodować kastrację. Lecz i odwrotnie zmiany w gruczołach płciowych wywierają tajemniczy wpływ na tarczycę. Jak np. wiadomo, pierwszy stosunek płciowy wywołuje u kobiet lekkie obrzmienie tarczycy a tym samym lekkie obrzmienie szyi. Czynność tarczycy jest wreszcie wyraźnie wzmożona podczas ciąży. U gryzoni, jak np. u szczurów i myszy, u których ruja odbywa się co miesiąc, tarczycyca przechodzi zupełnie regularne zmiany, przebiegające w jednakowym z rują rytmie. Widoczne związki istnieją jednak i w stosunku do innych gruczołów dokrewnych, jak nadnercza, przysadka mózgowa i trzustka. Wydaje się prawie samo przez się zrozumiałe, że i wiek wywiera wpływ na tarczycę, gdyż napięcie przemiany materii zmienia się stale od młodości do starości. U człowieka najpotężniejszy rozwój gruczołu, jego ciężar i zawartość jodu przypadać ma na wiek średni. W ten sposób tarczycyca jest zdolna odpowiadać na najrozmaitsze bodźce i spełniać różne wymagania ciała. Jest ona władczynią przemiany materii, lecz w żadnym razie nie jest źródłem najwyższych rozkazów. Większość bodźców nie działa bezpośrednio na samą tarczycę, lecz są one przekazywane za pośrednictwem ośrodków nadrzędnych. Znamy dwie takie pośrednie instancje rozkazów dla tarczycy. Jedną z nich jest oczywiście system nerwowy, a mianowicie system nerwów autonomicznych, gdyż tarczycyca jest nadzwyczaj obficie unerwiona. Pośrednio wskazuje na to zmienny wpływ po-

drażnień psychicznych na tarczycę i odwrotnie. Nerwy autonomiczne mogą wpływać na tkankę gruczołu albo bezpośrednio, albo wywierać swą czynność przez zmianę zaopatrywania w krew. Wiemy o tym jednak właściwie jeszcze bardzo niewiele. Znacznie wyraźniejsza jest natomiast zależność tarczycy od innego gruczołu dokrewnego — przysadki mózgowej, albo ściślej mówiąc od hormonu thyreotropowego przedniego płata przysadki, pobudzającego czynność tarczycy. Przysadka mózgowa reguluje czynność tarczycy, ponieważ produkuje hormon, który za pośrednictwem krwi jest doprowadzany do tarczycy i pobudza jej działalność. Hormon thyreotropowy przysadki działa pobudzająco nawet na tarczycę wyjętą z ciała, a nawet na wycinek jej tkanki, znajdujący się na szkiełku przedmiotowym pod mikroskopem. Spotykamy się tu ze swoistym faktem istnienia hierarchii w systemie gruczołów dokrewnych. Moc rozkazu jednego gruczołu nie jest równa mocy drugiego i, jak zobaczymy później, właśnie przysadce mózgowej przypada tu miejsce zupełnie szczególne. Inne gruczoły dokrewne również nie są bez znaczenia dla czynności tarczycy. Musimy więc sobie przedstawić, że cały układ wydzielania wewnętrznego stanowi do pewnego stopnia jedność i całość, w obrębie której jedno ma dokonać to, a inne tamto. Tylko przez ich współpracę powstaje i utrzymuje się kunsztowna całość, gdzie wszystko mniej lub więcej zależy od siebie. Nie chcemy, a raczej jeszcze nie możemy omawiać tu bliżej te niezwykle zawikłane stosunki.

#### Substancje ochronne i hamujące.

Już teraz jednak możemy powiedzieć, że liczne gruczoły wydzielania wewnętrznego działają do pewnego stopnia antagonistycznie w stosunku do tarczycy, a w ciele krążą ponadto substancje, które mogą osłabić jej działanie. Jest to zupełnie zrozumiałe. Jeśli funkcja tarczycy polega na tym, że pobudza ona i wzmacnia przemianę materii, to przy tym



istnieje niebezpieczeństwo wyzwolenia pewnych procesów życiowych ponad normę. W pewnych więc okolicznościach ciało musi być przygotowane do osłabienia tego działania. Takie substancje hamujące niekoniecznie muszą być dostarczane przez gruczoły dokrewne. Istnieją substancje pobudzające wytwarzane przez rośliny, które co do swej istoty są niezwykle zbliżone do hormonów. Są to *witaminy*, o których pomówimy obszerniej nieco później. Niektóre z nich, np. witamina B, lub rozpuszczalna w tłuszczach witamina A, są skierowane wyraźnie przeciw tarczycy i mogą wywierać wpływ wyrównawczy na jej inkrecję. Z tego więc względu zaleca się używanie przy chorobie Basedowa bogatych w witaminy drożdży lub obfitującego w drożdże chleba razowego. Owoce i jarzyny również stanowią takie pożywienie ochronne.

Jako czynniki hamujące mogą następnie wchodzić w grę substancje podobne do tłuszczów — lipoidy, np. cholesteryna, i wreszcie substancje zupełnie proste, jak wapń. Sama tarczycyca również ma wytwarzać taką substancję ochronną, wstrzymującą jej procesy, o której jednak wiemy jeszcze bardzo niewiele. Ciało więc może zastosować własne środki ochronne, zarówno przeciw nadmiarowi jak i przeciw niedoborowi nieodzownego hormonu tarczycowego. Celem tej akcji jest wydzielanie bardzo ściśle ilościowo uregulowane, nie za silne i nie za słabe. W ciele człowieka krąży około 10 mg hormonu tarczycy i poziom ten musi być utrzymany. Jeśli na przykład zostanie usunięty jeden płat tarczycy, to drugi rozrasta się i powiększa, gdyż musi przejąć na siebie pracę usuniętej części gruczołu. Niedobór hormonu tarczycowego działa tu więc jako bodziec regulujący. Odwrotnie, wprowadzanie do organizmu przy pomocy zastrzyku thyroxyny potrzebnych ilości hormonu wywiera na tarczycę wpływ taki, że ogranicza ona swoją czynność. Utrzymanie pewnej określonej ilości hormonu tarczycowego jest więc bezwarunkowo najwyższym nakazem.

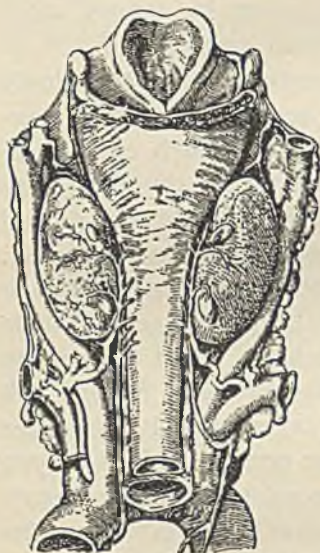
Po tym wszystkim moglibyśmy powiedzieć, że co do czynnościowego działania tarczycy mamy obraz zupełnie wyraźny. Dla laików jednak szczególnie ciekawy jest ścisły jej związek nie tylko ze sprawami cielesnymi, lecz i widoczny wpływ poprzez układ nerwowy na życie psychiczne, inteligencję, temperament i charakter. Będziemy o tym jeszcze coś niecoś mówili wówczas, gdy zapoznamy się bliżej z różnymi hormonami.

PRZYTARCZYCE CZYLI CIAŁKA NABŁONKOWE  
(GLANDULAE PARATHYREOIDEAE)

Gdy dawniej usuwano zwierzętom tarczycę, ginęły one bardzo szybko z objawami kurczów. To samo zdarzało się niekiedy przy pierwszych operacjach chirurgicznych wola. Następowало to jednak nie na skutek usunięcia tarczycy, której brak, jak wiemy, tylko bardzo powoli prowadzi poprzez obrzęk śluzakowy i idiotyzm do śmierci. Istotną przyczyną było to, że przez przeoczenie usuwano wraz z tarczycą cztery bardzo drobne, sięgające zaledwie kilku gramów wagi, ciała nabłonkowe, czyli tak zwane przytarczycy (*glandulae parathyreoideae*). Są one tak małe i tak ściśle przylegają do tarczycy (rys. 12), że przez długi czas nic o nich nie wiadano; pomimo jednak swych drobnych wymiarów przytarczycy są niezmiernie ważne. Usunięcie ich prowadzi przy objawach napadów kurczów znacznie szybciej do śmierci niż wyjęcie o wiele większej i cięższej tarczycy. Nasuwa się pytanie, dlaczego przy usunięciu przytarczycy powstają tak charakterystyczne stany kurczowe.

Nie zawsze w organizmie muszą grać znaczną rolę substancje skomplikowane. Substancje mineralne, chociażby najprostsze sole, są niekiedy równie ważne. Zarządzanie nimi i regulacja ilościowa może być w pewnych okolicznościach tak samo ważna, a nawet ważniejsza, niż wytwarzanie ciał białkowych o skomplikowanej budowie, służących jako budulec komórkowy, czy też produkcja hormonu albo fermentu. Ważnym dla życia zadaniem gruczołów przytarczycowych jest regulowanie przemiany wapniowej i dokładny rozdział wapnia we krwi i w tkankach. Jeśli usuniemy przytarczycę, to wówczas, w okresie około czterech dni, zawartość wapnia we krwi obniża się

o 60%, a mianowicie z dziesięciu miligramów spada na cztery tylko miligramy w 100 cm<sup>3</sup> krwi. Następują wówczas drgawki i napięcie włókien mięśniowych a w krótkim czasie zjawiają się bolesne kurcze, które mogą opanować wszystkie partie mięśniowe. Ostatecznie zwierzę ginie przy



Rys. 12. Gruczoł tarczowy widziany od strony grzbietowej. Na powierzchni tarczycy są umieszczone parzyste gruczoły przytarczyczne (ciałka nabłonkowe). (Według Rumianowa.)

objawach tężyczki (*letania*). Jeśli u człowieka ulegają schorzeniu nie wszystkie przytarczycy, to wówczas kurcze nie są tak silne i ograniczają się do swoistego kurczu palców, wywołującego tak zwaną rękę akuszerka. Następnie pojawiają się stałe zaburzenia w zawartości wapnia w kościach i zębach, które stają się ubogie w wapń, miękkie i łamliwe. Mogą wreszcie wystąpić chorobliwe zwiężenia naczyń krwionośnych i inne zaburzenia. Jeśli niedowład jest jeszcze mniejszy, na przykład przy schorzeniach jednej lub dwóch przytarczyc, to wówczas może jeszcze pozostać skłonność do napadów kurczów, która uzewnętrznia się szczególnie wtedy, gdy

na skutek wyczerpania przez gorączkę lub ciężę ciało jest zmuszone do większych wysiłków. Taka skłonność do napadów kurczów zdarza się dość często u dzieci w pierwszych latach życia, zwykle w związku z rachityzmem. W wieku późniejszym skłonność ta jednak przeważnie zanika.

W jaki więc sposób wyjaśniają się te zjawiska? Przy niedoborze hormonu przytarczycowego poziom wapnia we krwi opada. Wapń zostaje wydalany w stopniu wzmożonym; nerwy i mięśnie ubożają w ten pierwiastek, popadając przez to w stan nadwrażliwości. Wapń, którym

krw normalnie rozporządza, jest więc środkiem uspakajającym, środkiem działającym hamująco przy zbyt szybkich i burzliwie przebiegających podrażnieniach włókien nerwowych i mięśniowych. Nawet zmiana pomiędzy stanem snu a stanem czuwania ma być związana ze zmianą zawartości wapnia w nerwach i w mózgu. Przy silnym stopniu braku wapnia mogą nawet pojawiać się raptowne napady szału. Na skutek wreszcie przewrażliwienia nerwów może nastąpić zmiana temperamentu i charakteru. Obok spadku poziomu wapniowego we krwi, przy upośledzeniu funkcji gruczołów przytarczycowych występuje zmiana ilości fosforu zawartego w osoczu krwi, w której powstają przy tym trujące produkty przemiany materii. Wszystkie te zjawiska zdają się być powodowane w mniejszym lub większym stopniu zmianami i zakłóceniami przemiany wapniowej. Zdarza się także i stan nadmiernej pracy przytarczyc, przy którym do krwi wydziela się zbyt dużo hormonu przytarczycowego. Wówczas zawartość wapnia we krwi wzrasta niekiedy tak dalece, że może nastąpić skrzepnienie krwi. Ciało mobilizuje wtedy wapń zawarty w kościach, które skutkiem tego stają się kruche i miękkie. Mogą przy tym występować także zwapnienia tkanek. I tu, jak widzimy, powstaje wyraźny obraz zakłócenia przemiany wapniowej.

Istotnym więc zadaniem gruczołów przytarczycowych jest regulacja i rozdział wapnia we krwi i w tkankach.

Hormon, którego brak powoduje spadek poziomu wapniowego we krwi z 10 mg do 4 mg, tzn. o 60%, posiada wygodny test już w samej tej reakcji. Dotychczas nie udało się jednak wytworzyć hormonu gruczołów przytarczycowych w postaci ciała chemicznie czystego, jak również wyjaśnić jego struktury, chociaż J. B. Collipowi, jako pierwszemu z badaczy, powiodło się uzyskanie substancji czynnej wyciągu gruczołowego.<sup>1</sup> Jeśli do organizmu zostanie wstrzy-

<sup>1</sup> W roku 1923, przy współudziale A. M. Hansona. (Przyp-tlum.)

knięły tak zwany *paralhormon*, czyli preparat zawierający hormon przytarczycowy, to wówczas wzrasta poziom wapniowy krwi. Dzięki temu preparatowi można zastąpić czynność przytarczyc, a więc utrzymać przy życiu za pomocą zastrzyków zwierzę pozbawione tych gruczołów. W ten sposób znaleziono niezmiernie ważny pod względem lekarskim środek leczniczy, stanowiący o wiele lepszy sposób zwalczania schorzeń i niewydolności przytarczyc niż podawanie soli wapniowych, które dawniej musiano zastrzykiwać przy zwalczaniu niedoboru wapnia, a które prowadziły tylko do krótkotrwałych dodatnich wyników leczniczych, gdyż w tych czasach nie można było jeszcze natrafić na istotną przyczynę schorzenia.

#### Przytarczycy i witamina D.

*Rhachilis*, krzywica albo choroba angielska dzieci jest chorobą polegającą na niedoborze wapnia w młodym wieku. Nie zależy ona jednak tylko od niewydolności gruczołów przytarczycowych. Wiadomo, że naświetlanie promieniami słonecznymi działa przy krzywicy korzystnie i to w sposób wysoce ciekawy. Przez naświetlanie promieniami pozafioletowymi (ultrafioletowymi) otrzymujemy z roślinnego lipoidu, ergosteryny, rozpuszczalną w tłuszczach witaminę D. Ta ergosteryna znajduje się w drobnych ilościach w skórze zwierząt i ludzi. Dzięki insolacji słonecznej lub naświetlaniu lampą kwarcową następuje w skórze także samo przekształcenie ergosteryny w witaminę D. Witamina D pobudza przemianę wapniową i wywiera wpływ na stan równowagi wapnia i fosforu. Witamina ta zdaje się zwiększać przepuszczalność komórek dla substancji mineralnych, tym samym więc ułatwia pobieranie wapnia przez jelito z substancji pokarmowych oraz przez komórki z osocza krwi i w ten sposób w znacznym stopniu wspomaga czynność hormonu gruczołów przytarczyczych. Kąpiele słoneczne są więc nie tylko przyjemnym środkiem uzyskania pięknie opalonej skóry,

lecz mogą wywierać wpływ istotny na ciało, dzięki powstającej przy naświetlaniu witaminie. Czynność promieni słonecznych jest co prawda w zimie bardzo niewielka; gdy więc dla leczenia rachityzmu nie można rozporządzać lampą kwarcową, to zazwyczaj daje się wówczas dzieciom tak ulubiony przez lekarzy tran i to z tym samym skutkiem, gdyż tran, zwłaszcza z dorszy i tuńczyków, zawiera obok innych witamin witaminę D, nagromadzoną w dużej ilości. Mamy więc tutaj przypadek współdziałania dwóch różnych substancji pobudzających, hormonu i witaminy, z których każda posiada istotne, chociaż w szczegółach różne, działanie na przemianę wapniową komórek i tkanek. Możemy to nazwać zasadą podwójnego zabezpieczenia. Takie zachowanie się hormonów i witamin będziemy mogli jeszcze nieraz przytoczyć.

Witamina D jest ważna i dla amatorów terrariów, gdyż stosując naświetlania lampą kwarcową albo odżywianie preparatem witaminowym, zwanym *Vigantol*,<sup>1</sup> używanym przy leczeniu krzywicy, można znacznie łatwiej i lepiej utrzymać w niewoli gady egzotyczne.

---

<sup>1</sup> Jest to standaryzowany preparat czystej witaminy D (otrzymywanej z ergosteryny naświetlanej promieniami pozafioletowymi), rozpuszczonej w oliwie. 1 mg krystalicznej witaminy D (witaminy przeciwkrzywicznej) odpowiada 50.000 jednostek międzynarodowych. 1 cm<sup>3</sup> Vigantolu, zawierający 0,3 mg krystalicznej witaminy D, odpowiada 15.000 jednostek międzynarodowych. (Przyp. tłum.)

NADNERCZA (*GLANDULAE SUPRARENALES*)

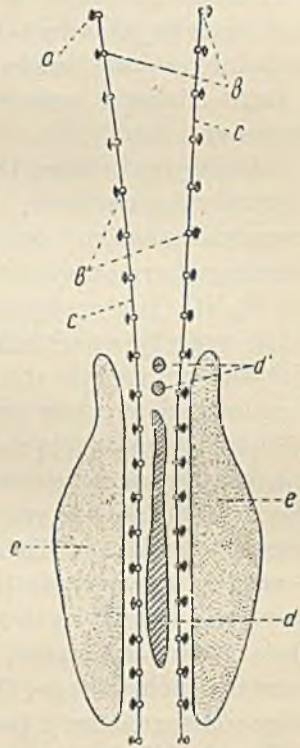
Właściwie nie można powiedzieć, aby tarczyca i przytarczyce, pomimo ich tak bliskiego umiejscowienia, miały z sobą wiele wspólnego. Ponieważ jednak te organy przylegają do siebie tak ściśle, że można je uważać, jak to czyniono dawniej, za jeden narząd, należy rozpatrywać je razem. Gdy jednak chcemy dołączyć do rozważań nad tarczycą i przytarczycami nadnercze, organ mieszczący się w zupełnie innym miejscu, to mamy ku temu podstawę biologiczną, gdyż hormony tarczycy i rdzenia nadnercza pod wielu względami uzupełniają się i współdziałają. Nadnercza u człowieka należą do tych gruczołów dokrewnych, których całkowite usunięcie prowadzi do szybkiej śmierci. To samo da się powiedzieć i o większości wyższych kręgowców. Nadnercza (*glandulae suprarenales*) mieszczą się zwykle na przednich końcach nerek i u zwierząt ssących składają się z brunatnawej części wewnętrznej i żółtawej, tłuszczowatej części korowej. Są to dwie części składowe, które musimy rozróżnić, jako rdzeń (*medulla*) nadnercza i korę (*cortex*) nadnercza, gdyż te dwie części tkankowe nadnercza mają właściwie mało z sobą wspólnego. U najniższych kręgowców, a mianowicie u ryb spoduustych (*Plagiostomata*), w ogóle nie są one jeszcze połączone z sobą (rys. 13). Część korowa tworzy tu dość wydłużoną wybująłość ścianki jamy ciała, w postaci jednolitego gruczołu, złożonego z kolumnienek i beleczek, gdy tymczasem część rdzenna składa się z licznych, ułożonych jedno za drugim skupień komórkowych, powstających z komórek autonomicznego systemu nerwowego, z zawiązków nerwu współczulnego, które przyjmują charakter gruczołowy i które, wobec szczególnych zdolności chłonięcia kwasu chro-



mowego, nazywamy komórkami chromochłonnymi lub chromofilnymi. Podczas rozwoju embrionalnego, komórki chromochłonne znajdują się i u ssaków w stanie rozszanym wzdłuż ciała obok nerwu współczulnego i dopiero tuż przed porodem większość ich zbiera się razem, tworząc rdzeń nadnercza. Mimo to jednak pozostają w jamie ciała resztki tkanki chromofilnej; można odnaleźć ich ślady nawet w samym nerwie współczulnym. Kora i rdzeń nadnerczy są więc zupełnie różnego pochodzenia i dziś jeszcze nie wiemy, z jakiego właściwie powodu powstał u zwierząt wyższych tak ścisły ich związek. Być może, że kora oddaje rdzeniowi substancje służące do tworzenia hormonu.

#### Rdzeń nadnercza.

Mówiliśmy już, że u człowieka i u większości wyższych zwierząt kręgowych usunięcie nadnerczy prowadzi do gwałtownej śmierci. Polega to oczywiście na ważnym dla życia znaczeniu kory. W jakim stopniu nieodzowny dla życia jest rdzeń, trudno rozstrzygnąć, gdyż jeśli usunięcie rdzenia nadnerczy nie jest śmiertelne dla organizmu, to tylko dlatego, że w ciele pozostaje zawsze dość jeszcze tkanki chromochłonnej, która może przyjąć na siebie rolę usuniętego organu. O znaczeniu rdzenia trudno wnioskować z jeszcze jednego względu. Hormon rdzenia nad-



Rys. 13. Schemat budowy nadnerczy u ryb spodoustych. *a* parzyste ciała chromochłonne (istota mózgowa), przylegające do zwojów współczulnych (*b*); *c* nerwowy pień współczulny; *d* ciała międzynerkowe (istota korowa); *d'* dodatkowe ciała międzynerkowe; *e* nerki. (Według Vincenta.)

nerczy krąży we krwi zwykle w tak nieskończenie małej ilości, mniej niż 1 bilionowa mg, że albo musimy przyjąć jego skuteczność w rozcieńczeniu całkiem fantastycznym (1 bilionowa część mg zdaje się stanowić rozcieńczenie cokolwiek za duże, nawet gdy chodzi o hormon tak czynny jak adrenalina), albo w stanie spoczynku ciało zupełnie go nie zużywa. O hormonie rdzenia nadnercza i jego działaniu jesteśmy jednak zupełnie dobrze poinformowani.

Pomiędzy rokiem 1894 a 1905 udało się uzyskać z czynnego wyciągu rdzenia krystaliczną substancję gruczołową, zwaną *adrenaliną*,<sup>1</sup> oraz wytworzyć na drodze chemicznej sztuczny hormon syntetyczny rdzenia. Adrenalina o wzorze  $C_9H_{13}NO_3$  jest w ogóle pierwszym hormonem sporządzonym syntetycznie.<sup>2</sup> Adrenalina posiada nazwę chemiczną: dihydrooxyphenylo - hydroxyaethyl - methylamina, jest więc ciałem zupełnie prostym lub, powiedzmy, jak na hormony jest substancją stosunkowo prostej budowy. Substancja otrzymywana sztucznie nosi nazwę suprareniny,<sup>3</sup> w przeciwieństwie do otrzymywanej bezpośrednio z samego gruczołu adrenaliny. Działanie adrenaliny na serce, krew i organy wewnętrzne jest zrozumiałe wobec pochodzenia komórek rdzeniowych z zączatków nerwu współczulnego, jest zatem takie samo, jakie powstaje przy podrażnieniu nerwu współczulnego. Działanie substancji gruczołowej jest więc równoznaczne z podrażnieniem systemu nerwów trzewiowych. Wydzielanie adrenaliny wywołuje jednocześnie podrażnienie samych nerwów trzewiowych, drażnienie zaś nerwów nadnercza powoduje również wydzielanie się adre-

<sup>1</sup> Odkryta w r. 1894 przez G. Olivera i E. Sharpey-Schafera w University College w Londynie, izolowana w postaci krystalicznej przez Japończyka J. Takamine i jednocześnie przez T. B. Aldricha (1901—1902). (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Synteza dokonana przez F. Stölza w Niemczech (1903—1904), i przez H. D. Dakina w Anglii (1905). (Przyp. tłum.)

<sup>3</sup> Synonimy: *epinephrina*, *paranephrina*, *epirenan* itp. (Przyp. tłum.)

naliny. Przyczyna, działania i przeciwdziałania stanowią tu system zamknięty a jednocześnie tworzą najściślejszy związek pomiędzy systemem nerwowym z jednej strony a gruczołami dokrewnymi z drugiej, przy czym systemowi nerwowemu przypada rola nadrzędna. Jak już powiedzieliśmy, działanie adrenaliny jest zrozumiałe, ze względu na pochodzenie komórek rdzennych z embrionalnej tkanki nerwowej. Wpływ adrenaliny polega na wzmożeniu czynności ciała. Uderzenia serca zostają przyspieszone i wzmocnione. Mięśnie gładkie większości naczyń krwionośnych skracają się, dzięki czemu ulegają zwężeniu naczynia krwionośne narządów wewnętrznych, szczególnie układu pokarmowego, mięśnie jelitowe rozluźniają się i stają się nieczynne. Ogólne ciśnienie krwi wzrasta. Zaopatrzenie w krew prążkowanych mięśni ruchowych oraz ukrwienie płuc, serca i mózgu ulega zwiększeniu. Cukier zostaje wyrzucony z wątroby do krwi. Mięśnie stają się bardziej zdolne do pracy i mniej szybko ulegają zmęczeniu. Oddychanie wzmagają się. Ogólna przemiana materii wzrasta. W stosunku do mięśni łączy się tu bezpośrednie działanie adrenaliny, która zmniejsza zmęczenie, z działaniem pośrednim wzmożonego dopływu pokarmu i tlenu, które następuje dzięki silniejszemu dopływowi krwi i zwiększeniu ilości zawartego w niej cukru. Jak widzimy, wszystko to ma mniej więcej na celu umożliwienie wzmożonej czynności ciała, gdy tymczasem aparat trawienny jest w znacznym stopniu wyłączony. Jest przy tym rzeczą ciekawą i ważną, że podniecenie psychiczne zwiększa produkcję adrenaliny. Gdy u zwierzęcia przebywającego w spokoju adrenalina we krwi nie może być zupełnie wykazana albo występuje tylko w bardzo drobnych ilościach, ukazuje się ona w większej ilości np. u kota, który wpadł w strach na widok szczekającego psa. Ból, strach, szal i podniecenie wzmagają zawartość adrenaliny we krwi. Wskazuje na to szybkie bicie serca, czerwona od złości barwa twarzy oraz rozszerzenie źrenic, ponieważ adrenalina warunkuje kurczenie się mięśni rozszerzających źre-

nice. Gniew, szal i podniecenie powodują wzmożoną czynność ciała i mięśni, które zdolne są do spełnienia swych zadań w przypadku niebezpieczeństwa i zwiększonej potrzeby sił. Właśnie przy napadzie i przy obronie wymagane są wszystkie siły mięśni, serca i oddechu, gdy jednocześnie przewód pokarmowy, pozbawiony krwi, wstrzymuje swą pracę.

Prócz tych wzmożonych wymagań ze strony rdzenia nadnerczy w okresach niebezpieczeństwa, możemy w ogólności określić rolę adrenaliny jako polegającą na pobudzaniu nerwów układu współczulnego. Wątpliwe jest, czy w ogóle w ciele znajdującym się w stanie spoczynku następuje wydzielanie adrenaliny. Niewątpliwie odbywa się ono jednak przy każdym nadmiarze pracy. Wówczas wystarcza już bardzo niewielka ilość hormonu, około 1:100 miliardów mg, aby wywołać pewny skutek. Praca i czynność, szczególnie wielostronne wymagania czynnościowe mięśni, zdają się jednak również wywierać wpływ na szybkość wydzielania się adrenaliny. Podobnie jak adrenalina udziela ciału stanu pogotowia wobec zwiększonych zadań, tak samo korzystne działanie sportów i ćwiczeń ma polegać na tym, aby zachować i wzmocnić w ciele jego zdolność do stanu takiego pogotowia. Adrenalina byłaby więc „hormonem pracy“, hormonem, który łącznie z systemem nerwów trzewiowych zarządza zmiennymi wymogami ciała. Tym samym jednak uwidacznia się ścisły związek adrenaliny z hormonem tarczycy. Tarczyca bowiem również wzmaga pobudliwość nerwów trzewiowych. Przyspieszone bicie serca, nadwrażliwość nerwowa, a więc drażliwość i zaburzenia sercowe, stanowią objawy zwiększonej działalności tarczycy przy chorobie Basedowa. Z drugiej strony psychiczne stany podniecenia, jak strach i zdenerwowanie, mają wpływ na tarczycę, prowadząc do pogorszenia objawów chorobowych. Wobec tego, że wiemy o ścisłym związku pomiędzy adrenaliną a trzewiowym systemem nerwowym, nasuwa się pytanie, czy działanie hormonu

tarczycy jest pośrednie, czy też polega ono wpierw na wzmożonym wydzielaniu adrenaliny. Niewątpliwie musimy brać tutaj pod uwagę współpracę dwóch działań. Gdy z jednej strony hormon tarczycy, jako przyspieszający procesy utleniania, zwiększa tym samym przekształcanie i szybkość reakcji w sercu, mięśniach i współczulnym układzie nerwowym, to z drugiej strony podrażnienie nerwu współczulnego wzmożoną czynnością mięśniową i podnieceniem duchowym pociąga za sobą zwiększone wydzielanie się adrenaliny. W tym przypadku obydwaj hormony działają niewątpliwie razem, wzmacniając się wzajemnie w swej skuteczności. Prócz tego hormony tarczycy i rdzenia nadnercza zdają się współpracować z sobą wielokrotnie i wzajemnie się podtrzymywać, jak np. przy regulacji i utrzymaniu stałej ciepłoty ciała, na którą wywierają swój wpływ. Jednocześnie oddziałują one wspólnie na przemianę cukrową. O rozkładzie cukru w wątrobie mówiliśmy już przy hormonie tarczycy. Podobne działanie przypada i adrenalinie, której zadanie polega na dostarczaniu pracującym mięśniom większych ilości cukru. I tu więc możemy mówić o wzajemnym działaniu. Zagadnienie jednak regulacji cukrowej omówimy oddzielnie.

Działanie adrenaliny przejawia się i na wyodrębnionym z ciała organie, dzięki czemu możemy wypróbować charakterystyczne własności hormonu rdzeniowego na wyciętym sercu żaby albo na fragmentach jelita. Działanie pozostaje to samo.

Adrenalina jest ważna dla lekarzy ze względu na zdolność zwężania naczyń krwionośnych, wobec czego stosuje się ją jako środek uśmierzający krwotoki oraz przy operacjach z miejscowym znieczuleniem. Zastrzykuje się adrenalinę do tkanek razem ze środkiem znieczulającym, dzięki czemu następuje zwężenie naczyń, które pozwala przez dłuższy czas utrzymywać znieczulenie miejsca operowanego. Cała tkanka staje się przy tym wolna od krwi, dzięki czemu możemy uniknąć przy operacji znaczniejszych krwo-

toków. Z powodu działania pobudzającego czynność serca i ułatwiającego oddech adrenalina może mieć zastosowanie lecznicze przy osłabieniu serca i astmie, oraz jako środek ratunkowy, podniecający serce w groźnych przypadkach zatrzymania jego czynności.

### Kora nadnercza.

W przeciwieństwie do rdzenia nadnercza o korze jego wiemy jeszcze bardzo niewiele. Gdy adrenalina została wykryta już dawno i mogła być otrzymana sztucznie, jesteśmy jeszcze bardzo daleko od tego, aby móc powiedzieć to samo o hormonie czy hormonach kory nadnercza. Tylko powoli zaczyna się rozjaśniać ciemność otaczająca ten zagadkowy narząd. Kora nadnercza wywodzi się z komórek jamy ciała. Komórki korowe tworzą mocne słupki i beleczki, które w różnych częściach kory mogą być rozmaicie ułożone, tak że można wyróżnić strefę zewnętrzną w kształcie pętli, środkową promienistą i wewnętrzną siatkowatą. Wszystkie komórki kory są obficie uposażone w kropelki lipidów, które mogą być wydalone do krwi. Często może istnieć prócz kory właściwego nadnercza jeszcze dodatkowa tkanka korowa. U ptaków kora jest bardziej spleciona z tkanką rdzenną niż u zwierząt ssących. U kręgowców zaś niższych może być częściowo lub nawet całkowicie oddzielona. Na to, że kora jest bezwarunkowo ważna dla życia, wskazuje fakt, iż całkowite jej usunięcie prowadzi bezwzględnie do szybkiej śmierci. Tylko więc te zwierzęta, które prócz nadnerczy posiadają ponadto dostateczną ilość dodatkowej tkanki korowej, jak np. szczury, mogą przeżyć operację. Na psach można wykazać, że pozostawienie resztki kory nadnerczy może zachować zwierzę przy życiu.

W roku 1885 lekarz londyński Tomasz Addison opisał chorobę mającą prawie zawsze przebieg śmiertelny, którą sprowadził do tuberkulicznego schorzenia nadnerczy. Choroba ta (*morbus Addisoni*) odznacza się zarówno

wzrastającym osłabieniem, wychudzeniem i zanikiem masy mięśniowej chorego, jakoteż brązowobrunatnym zabarwieniem skóry (rys. 14). Jak wykazano później, choroba Addisona jest spowodowana niedomogą kory nadnercza, gdyż może występować i przy nienaruszonym rdzeniu nadnercza. Choroba Addisona była dawniej nieuleczalna, gdyż nawet wyciąg z nadnerczy, zastrzykiwany chorem, nie przyczyniał się do wyzdrowienia. Dopiero w nowszych czasach udało się otrzymać z istoty korowej czynne wyciągi hormonu korowego, uzyskując w ten sposób skuteczny środek leczniczy. Najbardziej charakterystyczną cechą obrazu chorobowego stanowi wzmagające się osłabienie mięśni i wzrastające znużenie chorych, które oczywiście jest uwarunkowane nie-

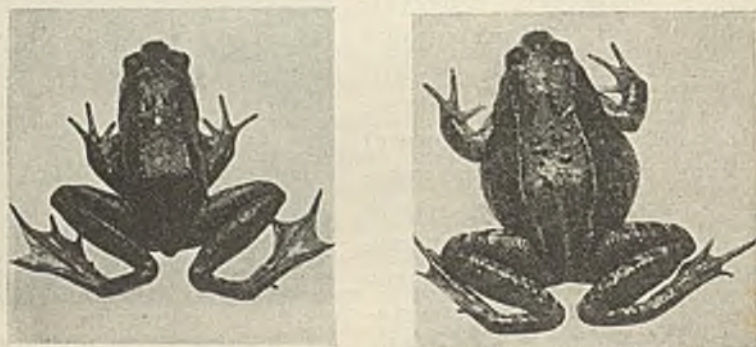


Rys. 14. Charakterystyczna pigmentacja skóry przy chorobie Addisona. 44-letnia kobieta z dwustronną gruźlicą nadnerczy. Ciśnienie krwi u chorej waha się od 64 do 72. Poziom cukru we krwi wynosi 25 mg-%. (Według Bauera.)

doborem hormonu korowego. Chorobowe te objawy można zmusić do ustąpienia zastrzykując *korlynę*, to jest czynny preparat hormonalny. Niedoczynność hormonu korowego dla organizmu wyraźnie potwierdzają także doświadczenia nad zwierzętami. U rekinów kora nadnercza jest oddzielona od rdzenia (rys. 13), można więc ją samą tylko usunąć bez uszkodzenia substancji rdzennej i studiować skutki. Operowane rekiny stają się powolne, pozbawione energii, mięśnie mają tak osłabione, że z trudnością mogą się poruszać. Występują przy tym zaburzenia oddechowe i po kilku dniach zwierzęta giną wskutek ustania oddechu. Te same skutki obserwujemy i u innych zwierząt. Słabość mięśni i szybkie męczenie się jest pierwszym i najłatwiejszym do stwierdzenia objawem usunięcia kory nadnercza.

Substancje przysparzające energii mięśniom zanikają, natomiast po zastrzyknięciu kortyny podnosi się zawartość cukru we krwi i w mięśniach.

Drugim wyraźnym objawem niedoboru hormonu jest schudnięcie. Rezerwy tłuszczowe nikną, krew zgęszcza się, ogólna przemiana materii obniża się a nawet się zmienia, gdyż powstają szkodliwe produkty przemiany, które mogą prowadzić do zatrucia. Nadzwyczaj szybkie następowanie



Rys. 15. Po stronie lewej żaba kontrolna, po prawej żaba po 3-miesięcznym doprowadzaniu hormonu kory nadnercza; wzrost wagi wynosi ok.  $\frac{1}{4}$  pierwotnej wagi ciała. (Według fot. Kleina.)

śmierci przy całkowitej niedomodze kory nadnerczy zdaje się być uwarunkowane pojawieniem się takich właśnie substancji trujących. Należy co prawda stwierdzić, że są to tylko obrazy chorobowe, natomiast o właściwym działaniu hormonu kory nadnercza możemy powiedzieć tylko tyle, że następują tu zaburzenia przemiany materii, które niszczą i zatrują ciało. W nowszych jednak czasach uzyskano z substancją czynną kory nadnercza wyniki doświadczalne, które przyczyniły się do zasadniczego rozszerzenia naszych wiadomości. Przede wszystkim udało się otrzymać z kory hormony różnego typu, studiować ich działanie oraz rozpoznać wpływ kory nadnerczy na przemianę lipoidalną i tłuszczową. Istnieje np. pewien hormon kowowy, który po zastrzyknięciu obniża zawartość cholesteroliny we krwi, wzmacnia zaś zawartość jej w komór-



kach i tkankach. Jeśli przez czas dłuższy zastrzykiwać zabie taki hormon, to staje się ona gruba i dobrze odżywiona, przybiera na wadze i nabiera chęci do jedzenia, oraz nagromadza w swych tkankach duże ilości tłuszczu (rys. 15). Za pośrednictwem tegoż hormonu ptaki otrzymują pięknie ubarwione upierzenie. Inny rodzaj hormonu korowego działa specjalnie na fosfatydy, substancje również zbliżone do tłuszczów, występujące szczególnie obficie w mózgu oraz w żółtku jaja. Możemy więc dziś powiedzieć z zupełną pewnością, że kora nadnerczy panuje nad regulacją przemiany lipoidalnej i tłuszczowej. Zdaje się również być pewne, że może ona wywierać wpływ istotny na przemianę cukrową i ma znaczenie dla energetyki pracy mięśniowej.

Ostateczne wyjaśnienie czynności kory nadnerczy jest zagadnieniem, na które dziś jeszcze nie możemy odpowiedzieć. W każdym razie możemy z posiadanych danych wyciągnąć dwa bardzo interesujące wnioski. Wspomnieliśmy już o tym, że mózg i kora nadnerczy posiadają tkanki obfitujące w lipoidy, mówiliśmy również i o tym, że kora nadnerczy w znacznym stopniu kieruje przemianą lipoidalną. Okazuje się teraz, że istotnie muszą istnieć w rozwoju mózgu i nadnerczy daleko idące związki wzajemne, ponieważ istnieją np. dzieci, które przychodzą na świat bez kory mózgowej i wszystkie te dzieci nie posiadają również kory nadnerczy. Funkcja więc kory nadnerczy zdaje się być konieczna do budowy tkanki mózgowej. Z drugiej strony, możemy wskazać na niewątpliwie istniejący związek pomiędzy korą nadnerczy a równie bogatymi w lipoidy gruczołami rozrodczymi. U zwierząt, które, jak szczury i myszy, przechodzą regularne cykle rui, zmienia się w tym samym rytmie i kora nadnerczy. Usunięcie nadnerczy zmniejsza wymiary gruczołów rozrodczych, przy chorobliwej zaś nadprodukcji hormonu korowego następuje przyspieszony rozwój systemu gruczołów płciowych, który w swych skutkach powoduje chorobę zwaną *puber-*

*las praecox*, czyli przedwczesną dojrzałością płciową.<sup>1</sup> Ciekawe jest przy tym, że działanie kory na gruczoły rozrodcze uzewnętrznia się często przez uwydatnienie cech płciowych płci przeciwnej. Przy guzach korowych, powodujących wzmożone wydzielanie się hormonu, kobieta nabiera zewnętrznie silnych cech męskich, lecz i odwrotnie może występować zniewieścienie męzczyzny. Można więc mówić w danym wypadku o „ochronie mniejszości“, to jest o ochronie hormonu płci przeciwnej, którego ślady krążą w ciele każdego zwierzęcia.

Samo przez się jest zrozumiałe, że kora nadnerczy nie pozostaje odosobniona w układzie gruczołów dokrewnych. Zdaje się, że stoi ona w pewnym przeciwieństwie do udziału dokrewnego trzustki, sama zaś jest uzależniona od wydzielania hormonu przedniego płata przysadki mózgowej, który, jak to już widzieliśmy przy omawianiu tarczycy, gra rolę nadrzędnego gruczołu wydzielania wewnętrznego. Sprawy te jednak możemy wyjaśnić dopiero po omówieniu przysadki mózgowej.

---

<sup>1</sup> *Pubertas praecox* powoduje u dziewczynek, u których jest w ogóle częstsza niż u chłopców, pojawianie się pierwszej menstruacji niekiedy już w 4-tym miesiącu życia. Sześciomiesięczne dziewczynki mogą odbywać period z taką samą czterotygodniową regularnością jak dziewczęta rozwinięte normalnie. Rozwój piersi zapoczątkowuje się niekiedy już w 3-im miesiącu. Półtoraroczne dzieci mają wygląd kobiet zupełnie dojrzałych, posiadają szeroką miednicę, zaokrąglone kształty, dobrze rozwinięte narządy płciowe wewnętrzne i zewnętrzne, oraz owłosienie wżórka łonowego i dołków pachowych. Znane są nawet przypadki ciąży i normalnego porodu u dziewcząt niespełna siedmioletnich. U chłopców objawy przedwczesnej dojrzałości płciowej występują nieco później, lecz już u sześciolatków, a czasem nawet u chłopców trzyletnich, sypią się wąsy i broda, zjawia się owłosienie łonowe i pod pachami, cała postać męźnieje, głos przechodzi mutację, genitalia powiększają się i wreszcie pojawiają się erekcje wraz ze zdolnością do spółkowania i produkcji nasienia, zawierającego normalnie rozwinięte plemniki. Rozwój intelektualny i psychiczny pozostaje jednak u obu płci na poziomie zupełnie dzieciennym. (Przyp. tłum.)

Pozostaje nam powiedzieć coś niecoś o zabarwieniu skóry, które występuje przy chorobie Addisona (rys. 14), oraz o zawartości witaminy C w korze nadnerczy. Kora nadnerczy gromadzi mianowicie wielkie ilości przeciwskorbutowej witaminy C, pobieranej przez ciało wraz z pokarmem roślinnym. Witamina C ma właśnie zdolność zapobiegania powstawaniu brunatnej substancji barwikowej, która się tworzy przy chorobie Addisona. Przy pomocy sztucznego doprowadzenia witaminy C można osiągnąć ustąpienie pigmentacji skóry, która jest ubocznym objawem choroby Addisona. Czy jednak przy niedoborze witaminy C w przypadku zniszczonej kory nadnercza może wystąpić osadzanie się barwika w skórze, jest to sprawa, którą na razie musimy pominąć zaznaczając, że istnieją związki pomiędzy tym barwikiem a adrenaliną.

Bardzo to smutne, że wiemy jeszcze tak mało o hormonach kory nadnercza i że nie mogą one na razie być wytwarzane syntetycznie, gdyż wobec nieznacznej wielkości tego organu i niewielkiej w nim zawartości hormonu trudno pokryć materiałem otrzymywanym z rzeźni zapotrzebowanie hormonów korowych, potrzebnych do zwalczania choroby Addisona i innych schorzeń nadnerczy. W każdym razie możemy się cieszyć, że w ogóle posiadamy czynny wyciąg korowy, który pozwala zwalczać nieuleczalną dawniej chorobę nadnerczy i powodowane przez nią szkody.

Jesteśmy jednak wciąż jeszcze bardzo daleko od prawdziwego poznania znaczenia kory nadnercza.

TRZUSTKA (*PANCREAS*)

Właściwie nie skończyliśmy jeszcze z nadnerczem. Mówiliśmy już o tym, że rdzeń nadnercza może zwalniać cukier z wątroby i wprowadzać go do krwi, a tym samym dostarczać mięśniom paliwa i energii. Lecz w jaki sposób zostaje wydzielana do krwi sama adrenalina?

## Przemiana cukrowa.

Claude Bernard zauważył w pięćdziesiątych latach zeszłego stulecia, że przy uszkodzeniu rdzenia przedłużonego, to znaczy miejsca stanowiącego przejście pomiędzy mózgiem a rdzeniem kręgowym, powstaje tak zwana skaza cukrowa, przy której zjawia się cukier w moczu a ilość jego we krwi się zwiększa. Jak się okazało, na skutek tego zabiegu zostaje w zadziwiający sposób uwolniony glikogen, cukier rezerwowy wątroby, który następnie wydziela się do krwi w postaci cukru gronowego. Jeśli przeciąć włókna *nervus splanchnicus*, jednego z nerwów układu współczulnego, który prowadzi do rdzenia nadnercza, to zastosowane wówczas uklucie pozostaje bez skutków. Uszkodzenie ośrodka cukrowego w rdzeniu przedłużonym oznacza więc podrażnienie ośrodka nerwowego a tym samym — podrażnienie nadnerczy za pośrednictwem ich nerwów. Nadnercze wydziela wówczas adrenalinę, która dostając się do naczyń krwionośnych wątroby powoduje rozkład cukru a tym samym zwiększenie zawartości cukru we krwi i pojawienie się jego w moczu. Sekrecja rdzenia nadnerczy jest więc skutkiem podrażnienia nerwów trzewiowych, które tutaj wyraźnie wykazują swoją rolę nadrzędną przy regulacji wydzielania się hormonu. Jak jednak ogólnie wiadomo, znaczne zwiększenie zawartości

cukru we krwi ponad stan normalny jest powodem choroby nazywanej cukrzycą (*diabetes*). Można by przypuszczać, że przyczyny cukrzycy należy doszukiwać się w nadmiernym wydzielaniu się adrenaliny. Jak się jednak okazało, odpowiedzialną jest w tym przypadku nieuregulowana i niedostateczna praca innego gruczołu dokrewnego, który ma za zadanie regulowanie przemiany cukrowej, jako partner rdzenia nadnercza. Jest to gruczoł dokrewny, który wyjątkowo posiada przewód wyprowadzający, a mianowicie trzustka (*pancreas*). Czynne dokrewnie części trzustki nie mają jednak nic wspólnego z tym przewodem wyprowadzającym, służącym do przewodzenia fermentów do światła jelita, gdyż trzustka jest ponadto ważnym gruczołem trawiennym. Od czasu ukazania się rozprawy doktorskiej Pawła Langerhansa w roku 1869 wiemy, że w trzustce istnieją odrębne, jasno zabarwione, kuliste skupienia komórek, tak zwane wysepki Langerhansa (*insulae Langerhansi*), które są pogrążone w pozostałej tkance, przylegają do naczyń krwionośnych i posiadają unerwienie. Z początku nie miano naturalnie żadnego pojęcia o ich znaczeniu. Długa to była i mozolna droga od czasu stwierdzenia w roku 1889 faktu, że psy pozbawione trzustki dostają cukrzycy, do chwili otrzymania w roku 1922 przez Bantinga i Besta insuliny, czyli hormonu trzustki. Wielu badaczy zbliżało się do rozwiązania tego problemu, aby w końcu jednak od niego odstąpić. Było rzeczą jasną, że po odkryciu, które stwierdzało rolę usunięcia trzustki jako powodu cukrzycy, należało ten gruczoł uważać za regulator spożycia cukru przez organizm; usiłowano więc sporządzić z trzustki wyciąg czynny. Wszystkie jednak wyciągi pozostawały na razie bezskuteczne. Oczywiście dlatego, że fermenty trzustki niszczyły substancję czynną gruczołu, której jeszcze nie umiano wydzielić bez tych fermentów. Pojawiły się dwie możliwości zaradzenia złemu, gdy w roku 1900 poznano, że podwiązanie gruczołu niszczy tylko tkankę fermentotwórczą

a pozostawia wysepki nienaruszone, i gdy odkryto, że u niektórych ryb dwa te składniki gruczołowe dają się łatwiej rozdzielić. Wzięto się więc do przyrządzania wyciągu gruczołowego z wyodrębnionych tkanek wysepkowych u ryb. Dziwnym trafem nawet te wiele obiecujące próby nie doprowadziły do poważniejszych wyników. Zbliżono się do rozwiązania sprawy w Niemczech na krótko przed wojną, ale dopiero w roku 1922 udało się badaczom kanadyjskim F. G. Bantingowi i C. H. Bestowi wyodrębnić insulinę.<sup>1</sup> Przede wszystkim potrafili oni wyłączyć szkodliwy wpływ fermentu trzustki, to jest trawiącej białko trypsyny, bądź podwiązaniem przewodu wyprowadzającego, bądź zastosowaniem gruczołów wyciętych z zarodków zwierzęcych, a wreszcie dzięki użyciu kwasów. Dlatego też udało się im w doświadczeniach nad królikami obniżyć wyraźnie i bez zastrzeżeń zawartość cukru we krwi przy pomocy zastrzykiwanego przez nich wyciągu. W ten sposób zostało dokonane odkrycie insuliny, hormonu trzustki, działającego na przemianę cukrową. Następnie udało się otrzymać chemicznie czysty hormon krystaliczny i stwierdzić jego przybliżony wzór chemiczny.<sup>2</sup> Insulina jest zbliżonym do białka ciałem o złożonej budowie cząsteczkowej, której wzór przedstawia się mniej więcej  $C_{45}H_{69}O_{14}N_{11}S$ , ciałem, którego czynna część składowa stanowi zaledwie ułamek ogólnego ciężaru substancji gruczołowej i które jest niszczone przez fermenty trawiące białko. W ten sposób został potwierdzony dawno już istniejący pogląd, że trudność sporządzenia czynnego wyciągu z trzustki polega na niszczącym działaniu tra-

---

<sup>1</sup> Odkrycia insuliny badacze ci dokonali w uniwersyteckim laboratorium J. J. R. Macleoda w Toronto. Sporządzenia oczyszczonego wyciągu, zdatnego do celów leczniczych, dokonano przy współpracy słynnego biochemika J. B. Collipa z Mc Gill University. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Chemicznie czysta krystaliczna insulina została otrzymana przez J. J. Abela w roku 1927. (Przyp. tłum.)

wiących białko fermentów. Doświadczenie nad królikami, a więc próba obniżenia poziomu cukru we krwi króliczej zastrzykami insuliny, zostało uznane za miarodajny test międzynarodowy dla prób i cechowania czynnego wyciągu insuliny. Zasluguje na uwagę fakt, że Liga Narodów przeprowadziła w roku 1923 przyjęcie istotnie jednolitej reakcji próbnej. Zgodnie z tym, jako „jednostka insuliny“ została uznana taka jej „ilość, która w ciągu trzech godzin obniża poziom cukru we krwi normalnego, ważącego około 2 kg królika, który głodował 24 godziny przed próbą, o 0,045% wartości napięcia pobudzającego kurcze (z 0,1% zawartości wyjściowej, to znaczy prawie o połowę)“. Później został ustalony również międzynarodowy proszek standaryzowany insuliny.

## CUKRZYCA

## Objawy.

Cukrzyca powstaje, jak stwierdziliśmy powyżej, na skutek niedoboru hormonu trzustkowego, insuliny. Przede wszystkim zwiększa się przy tym poziom cukru we krwi tak wysoce, że muszą wkroczyć nerki i wydalić nadmiar cukru do moczu. Glikogen, zawarty w wątrobie i w mięśniach, a więc nagromadzone zapasy węglowodanów wydatnie się zmniejszają, cukier zaś przyjęty wraz z pokarmem zostaje prawie bez reszty wydalony z organizmu w stanie nie zużyтым. Nawet przy diecie pozbawionej węglowodanów utrzymuje się zwiększony poziom cukru we krwi, gdyż tworzy się on wtedy z innych substancji, przede wszystkim z białka. Pojawiają się we krwi kwasy tłuszczowe. Krew ulega przekwaszeniu i wreszcie następuje tak zwane *coma diabetikum*, czyli śpiączka cukrzyczna i śmierć przy objawach zaburzeń krwioobiegu i kurczowych zakłóceń oddechu. Jakaż jest tego przyczyna? Główną przyczyną jest przede wszystkim niedostateczna zdolność zużytkowania węglowodanów. Węglowodany przy cukrzycy nie są już prawidłowo trawione. Nie są one również gromadzone w wątrobie jako substancje zapasowe. Cała przemiana węglowodanowa zostaje zakłócona. We krwi zbierają się nie spalone ilości cukru. Za niedostateczną zdolnością spalania cukrów podąża niedostateczne spalanie tłuszczów i w ogóle zmniejszona zdolność spalania. Powstają więc pośrednie produkty przemiany materii, które normalnie są ostatecznie rozkładane na wodę i dwutlenek węgla, a które teraz nie mogą być dalej spalane. Te pośrednie produkty przemiany materii, tak zwane związki ketonowe, jak np. kwas oksymasłowy lub acetoctowy, pozostają we krwi, prze-



kwaszają ją i przez to zatrują ją ciało. Zwykle u takich chorych daje się wyczuwać zbliżony do jabłkowego zapach acetonu, jako znak tworzenia się takich produktów pośrednich. Na skutek niedostatecznego spalania i zużycowania energii, zaczerpniętej z pokarmów, powstaje ogólne osłabienie. W ciężkich wreszcie przypadkach następuje śmierć.

### Zastrzykiwanie insuliny.

Dawniej w ciężkich przypadkach choroba była nieuleczalna. Obecnie, dzięki insulinie, jest rzeczą możliwą błyskawicznie wyleczyć chorego na cukrzycę z jego przypadłości, co prawda zawsze tylko na krótki okres czasu, gdyż wobec faktu, że w ciele chorego ważny dla życia hormon nie występuje w dostatecznej ilości, objawy chorobowe powracają szybko ponownie. Aby więc chorego na cukrzycę utrzymać przy zdrowiu, należy co pewien czas stosować nowe zastrzyki. Co się wówczas dzieje w organizmie? Przede wszystkim staje się możliwe ponowne spalanie cukru. Cukier zawarty we krwi zostaje zużyty, znowu dostarcza ciału koniecznej energii mięśniowej, przy czym zawartość jego obniża się do poziomu znoszonego przez organizm. Glikogen zostaje ponownie nagromadzany w mięśniach i w wątrobie. Spalanie tłuszczów staje się normalne, kwasy i zatrujące ciało produkty pośrednie, czyli kwasy tłuszczowe, są znowu spalane, tym samym więc zostają usunięte przyczyny objawów chorobowych. W czasie działania iniekcji insulinowej chory czuje się zdrowy. Dokuczliwe są przy tym dwie tylko okoliczności. Po pierwsze, co pewien czas muszą być ponawiane zastrzyki insuliny, które naturalnie nie są zbyt przyjemne. Po drugie, co ważniejsze, ilość zastrzykiwanej insuliny musi być starannie odmierzana, gdyż nadmiar jej jest tak samo szkodliwy jak i doza niedostateczna. Jeśli dać choremu za dużo insuliny, to wówczas poziom cukru we krwi zanadto opada. Przy ilości insuliny wynoszącej około 0,04% pojawiają się ponownie kurcze i stany nieprzytom-

ności. W takim przypadku może w krótkim przeciągu czasu nastąpić śmierć z powodu braku cukru. W okamgnieniu pomaga w takich przypadkach zastrzykiwanie dożylnie cukru gronowego, dzięki któremu ciało znowu rozporządza potrzebną ilością cukru we krwi. Widzimy z tego, jak bardzo ważne dla organizmu jest prawidłowe utrzymanie pewnej określonej ilości cukru krążącego we krwi.

Poznaliśmy więc dwa istotne czynniki, regulujące przemianę cukrową — adrenalinę rdzenia nadnerczy i insulinę trzustki, które mają na celu utrzymanie właściwego poziomu cukru we krwi. Dzięki współdziałaniu dwóch tych czynników zawartość cukru w ciele zdrowym utrzymuje się zawsze na prawidłowej wysokości. Prawdopodobnie główny bodziec do regulacji zawartości cukru we krwi leży w niej samej. Jeśli zawartość cukru we krwi wzrasta zbyt wysoko, wówczas trzustka wydziela insulinę, zbyteczny cukier zostaje częściowo spalony, częściowo przerobiony i nagromadzony w mięśniach i wątrobie jako cukier zapasowy. Jeśli poziom cukru we krwi opadnie zanadto, wówczas zostaje podrażniony rdzeń nadnercza, we krwi pojawia się adrenalina i zmusza wątrobę do mobilizacji nagromadzonego zapasu cukru i do wysłania go do krwi w postaci cukru gronowego. Możemy to ująć w postaci następującego schematu: niska zawartość cukru we krwi: adrenalina — wątroba — rozkład glikogenu = cukier we krwi; wysoka zawartość cukru we krwi: trzustka — insulina — spalanie cukru — budowa glikogenu = wątroba, mięśnie itp. Wszystko to jednak nie wyczerpuje sprawy, gdyż ciało posiada jeszcze inne regulatory przemiany cukrowej, a przede wszystkim samą wątrobę. Ważność jednak insuliny wynika z ciężkich skutków choroby cukrowej; brak insuliny zagraża życiu.

Insulina reguluje więc spalanie cukru a przez to wytwarza energię mięśniową, potrzebną dla ciała. Zdaje się to być słuszne dla całego typu kręgowców, chociaż zwierzęta zimnokrwiste, zwłaszcza ryby i płazy, są w sto-

sunku do insuliny nie tak wrażliwe jak kręgowce wyższe. Insulina wprawia w ruch maszynię spalania w ten sposób, że wszystko, co powinno być spalane, zostaje spalane dobrze i całkowicie, tłuszcze zaś zostają rozłożone aż do wody i dwutlenku węgla, nie pozostawiając przy tym żadnych produktów pośrednich. Dzięki spotęgowaniu możliwości spalania węglowodanów i tłuszczów substancje białkowe, które są przeznaczone raczej do budowy niż do spalania, są ochraniane przed zbytym rozkładem. Przy nadmiernej ilości insuliny działanie jej jest za- nadto wydatne; węglowodany znajdujące się we krwi są wówczas spalane, ilość substancji odżywczej we krwi obniża się i wówczas pojawiają się kurcze, osłabienie i stany omdlenia. Zewnętrznie otrzymujemy często obraz zupełnie podobny do tego, jaki zjawia się w przypadku odwrotnym, a więc w ostatnich stadiach choroby cukrowej. Wydaje się, że w takich razach, jak gdyby z braku materiału palnego we krwi, dochodzi do zatrzymania spalania, poprzednio zwiększonego, podobnie jak płomień musi opaść i zgasnąć wobec braku materiału palnego. Ma się wrażenie, że przy tym zostaje zahamowane spalanie w systemie nerwowym i to właśnie wywołuje kurcze. Podobne działanie trzustki może być jednak użytkowane podczas snu zimowego u niższych kręgowców. Zawartość cukru we krwi u tych zwierząt jest nadzwyczaj silnie obniżona. Przy pomocy nadmiernego doprowadzania insuliny można wywołać u takich ssaków stan snu podobny do zimowego. Byłby to więc przypadek, gdzie zwierzęta ssące są w pewnych okresach i w określonym celu nastawione na nadmierną do pewnego stopnia czynność gruczołu dokrewnego, przypadek, który w innych warunkach prowadziłby bezwarunkowo do śmierci; sprawy jednak związane ze zdolnością zwierząt do zapadania w sen zimowy stanowią same w sobie problemat odrębny. Jakkolwiek jest, to w każdym razie hormon wysepek Langerhansa stanowi konieczną dla życia substancję, trzu-

stka zaś prócz swej czynności narządu trawiennego jest ważnym organem dokrewnym.

Insulina daje medycynie jedyną dotychczas możliwość skutecznego zwalczania cukrzycy. Próby zastąpienia insuliny substancjami chemicznymi, np. *synlaliną*, które mają nie tracić swej skuteczności przedostając się poprzez jelito, a więc mogą być przyjmowane drogą doustną, nie wykazały dotychczas takich wartości, jakich się po nich spodziewano.<sup>1</sup>

Gruczoły dokrewne kręgowców można by podzielić na dwa zespoły. Jeden zespół panuje głównie nad przemianą materii i na tym polega jego działalność najbardziej rzucająca się w oczy. Należą tu takie omówione już gruczoły, jak tarczyca, przytarczyce, nadnercza, a zwłaszcza ich rdzeń, oraz wysepki Langerhansa trzustki. Drugi zespół obejmuje głównie sprawy wykształcania się płci, dotyczy różnic pomiędzy dzieciństwem a wiekiem dojrzałym, różnic pomiędzy mężczyzną a kobietą, samcem a samicą. Do drugiego zespołu należą nie tylko gruczoły płciowe i przysadka mózgowa, lecz i szyszynka oraz grasica, które tworzą przejście pomiędzy tymi dwoma zespołami. Ponieważ pomiędzy nimi istnieją w ogóle związki wzajemne, nie może być mowy o zupełnym ich rozgraniczeniu. Istotnie, „hormony przemiany materii“ wielokrotnie wywierają wpływ na gruczoły płciowe i na sprawy wykształcania się płci, co szczególnie wyraźnie widać w przypadku kory nadnercza, ze swej zaś strony gruczoły płciowe i przysadka mózgowa wywierają wyraźny wpływ na przemianę materii. Zwłaszcza czynność przysadki mózgowej, o której jeszcze pomówimy obszerniej, opanowuje prawie

---

<sup>1</sup> W niektórych ciężkich przypadkach cukrzycy stosuje się obecnie *insulinę protaminową*, której działanie, obniżające zawartość cukru we krwi, trwa prawie dwa razy dłużej niż działanie insuliny zwykłej. Insulina protaminowa została wprowadzona do leczenia w roku 1936 przez badacza duńskiego Hagedorna z Kopenhagi. (Przyp. tłum.)

wszystkie pola w zakresie sekrecji wewnętrznej. Przy próbie więc powyższego podziału natura nie może być wtłoczona w schemat zbyt wąski. Schemat ten stanowi dla nas tylko zestawienie działań najbardziej uderzających.

Szyszynkę i grasicę możemy uważać za narządy pośrednie pomiędzy omówionymi zespołami. Działanie szyszynki i grasicy nie jest jednak tak jaskrawe jak działanie omówionych dotychczas gruczołów dokrewnych albo też gruczołów płciowych i przysadki mózgowej. Niekiedy nawet wahano się z zaliczaniem tych narządów do grupy gruczołów wydzielania wewnętrznego.

SZYSZYŃKA (*EPIPHYSIS CEREBRI LUB CORPUS PINEALE*) I GRASICA (*GLANDULA THYMUS*)

Należy tu być ostrożnym, gdyż ścisły dowód dokrewnego działania szyszynki, jak się zdaje, na razie nie istnieje.

Szyszynka (*epiphysis cerebri*) w postaci, w jakiej występuje u ssaków (rys. 1), jest właściwie organem zmarniałym. U minoga (*Petromyzon*), u wielu ryb, np. u pewnych wymarłych *Dipnoi* i *Ganoidei*, u jaszczurek, a zwłaszcza u przedstawiciela *Rhynchocephalia*, pierwotnej tuatary (*Sphenodon punctatus*) z małych wyseppek w pobliżu Nowej Zelandii, stanowi ona mniej lub więcej wykształcone oko ciemieniowe, jest więc narządem zmysłowym, który pierwotnie był przeznaczony do patrzenia. Wydaje się bardzo wątpliwe, czy jaszczurki mogą dziś jeszcze widzieć przy jego pomocy. Wrażliwość jednak na światło daje się jeszcze wykazać u wielu tych utworów ciemieniowych. Omawiany narząd gruczołowy, który wyrastając na sklepieniu międzymózgowia unosi się na trzonku ku górze, jest u większości zwierząt kręgowych tak uwsteczniiony, że z właściwego narządu zmysłowego nie da się już tutaj nic więcej rozpoznać. Zdaje się tylko, że gruczołowe skupienia komórkowe, znajdujące się w tym drobnym, zmarniałym organie, ważącym u człowieka około 0,16 g, pochodzą z komórek nerwowych. Wspomniane skupienia gruczołowe są umiejscowione w silnie ukrwionej tkance łącznej. Poczynając od 7-ego roku życia gromadzą się u człowieka w tym gruczole węglany i fosforany wapnia i magnezu. Gruczoł ulega zwapnieniu, chociaż pozostaje w nim zawsze nieco tkanki gruczołowej, która zachowuje się aż do starości. Jeśli czasami wygłaszamy pogląd, że sprawy zwapnienia zaczynają się u człowieka bardzo wcześnie, to można wska-

zać przykładowo właśnie na szyszynkę, która już w wieku 7-miu lat wykazuje początek procesu zwapnienia.

Nasuwa się pytanie, czy szyszynka posiada dziś jeszcze jakąkolwiek funkcję. Według Descartes'a, szyszynka jest siedliskiem duszy. Rozpowszechnione zdanie przypisuje jej rolę hamującą i utrudniającą dojrzewanie gruczołów płciowych. Widziano w niej coś w rodzaju „gruczołu niewinności“, czynnego tylko w wieku dziecięcym i utrudniającego wydzielanie hormonów płciowych. Istnieje pewna, dość rzadka, postać przedwczesnej dojrzałości płciowej, przedwczesna dojrzałość psychiczna i cielesna, występująca tylko u chłopców, jako choroba,<sup>1</sup> którą można objaśnić zatrzymaniem czynności szyszynki. Tłumaczy się to w ten sposób, że przy ustaniu hamującego działania szyszynki na gruczoły płciowe mogą one rozwinąć się w sposób przyspieszony. Pogląd ten jednak nie jest jeszcze potwierdzony z całą pewnością.

Dotychczas nie udało się uzyskać zupełnie pewnego dowodu przypuszczalnego związku pomiędzy szyszynką a gruczołami płciowymi ani za pomocą zastrzyków wyciągu z szyszynki, ani drogą jej usunięcia, ani też przy pomocy kastracji. Nie należy tego przyjmować w ten sposób, że pogląd na szyszynkę jako na hamulec rozwoju gruczołów płciowych jest fałszywy, lecz w każdym razie nie jest on dotychczas udowodniony.

Jako bardziej natomiast ugruntowany można uważać pogląd, że szyszynka posiada pewne działanie pobudzające wzrost, gdyż wielokrotnie można było stwierdzić szybkie wzrastanie zwierząt przy długotrwałym podawaniu substancji szyszynki. Jak dalece ten szybki wzrost da się sprowadzić do wpływu szczególnego hormonu szyszynki, muszą nas o tym pouczyć dopiero dalsze badania.

---

<sup>1</sup> Jest to tzw. *macrogenitosomia*; trzeba ją wyraźnie odróżniać od *pubertas praecox* wywoływanej nadmiarem hormonu kory nadnercza i omówionej na str. 49—50. (Przyp. tłum.)

## Grasica.

Nasze więc wiadomości o szyszynce są właściwie jeszcze bardzo skąpe, a zaszeregowanie jej do gruczołów dokrewnych nie jest dotąd całkiem pewne. Nieco lepiej przedstawia się sprawa grasicy. (Grasica cieleca jest w niektórych krajach bardzo ceniona przez smakoszy, jako tak zwane mleczko cielece, odznaczające się przyjemnym smakiem). Byłoby zbyt ostrożne twierdzenie, gdybyśmy nie chcieli zaliczać grasicy do gruczołów wydzielania wewnętrznego. Z całym spokojem możemy mówić o hormonach grasicy, chociaż o działaniu i naturze tych substancji wiemy dziś jeszcze niezbyt wiele. Grasica jest narządem, który daje się stwierdzić już u ryb, i można ją wyprowadzić z komórek ścianek szczelin skrzelowych. U kregowców i u człowieka mieści się ona w okolicy szyjowo-piersiowej, w postaci dwóch mniej więcej oddzielonych płatów po obu bokach tchawicy, pomiędzy krtanią a sercem (rys. 2). Gruczoł pierwotnie podłużnie wałkowany, przekształca się następnie w większą masę komórek łącznotkankowych, dzięki nagromadzeniu się tkanki limfoidalnej. Komórki limfoidalne, występujące również w migdałach, gruczołach limfatycznych i w śledzionie, wykazują bliskie pokrewieństwo z limfocytami, czyli białymi ciałkami krwi, wobec czego grasica należy do limfatycznych narządów ciała, które mają na celu wytwarzanie substancji ochronnych i obronnych oraz produkują białe ciałka krwi. Grasica jest ponadto organem, który wypełnia swe istotne zadanie w organizmie młodocianym i wzrastającym. Z tego więc względu jest ona stosunkowo bardzo duża przy porodzie, dochodząc do 7—14 g wagi, następnie zwolna się zwiększa do lat 13—14, dochodząc do wagi 25 g; w latach późniejszych zaczyna stopniowo zanikać, tak że w starości zachowują się tylko drobne jej resztki.

Odpowiednie doświadczenia laboratoryjne wykazują, że grasica ma także coś wspólnego ze sprawami wzrostu. Ob-



serwowano mianowicie, że karmione grasicą kijanki wykazują olbrzymi wzrost. Jeśli nawet te doświadczenia nie zawsze wydają się przekonywające, to jednak możemy znaleźć inne dowody na to, że grasica może istotnie posiadać pewien wpływ na wzrost. Prócz tego zdaje się istnieć wyraźny jej związek ze sprawą przemiany wapniowej. Tak na przykład po usunięciu grasicy można stwierdzić u młodych psów zahamowanie wzrostu i zmiękczenie kości. Odwrotnie, daje się obserwować u szczurów przyspieszenie rozwoju, jako skutek podawania wyciągu z grasicy. Przyspieszenie to jest szczególnie wyraźne wówczas, gdy szereg następujących po sobie generacji jest traktowany grasicą. Znalezione następnie, że grasica wywiera wpływ na zawartość wapnia w skorupach jaj ptasich oraz na wytwarzanie się osłonek białkowych w jajach, co pozwala nam na wniosek, że grasica prawdopodobnie wydziela substancje, które mają znaczenie przy tworzeniu się osłon jajowych u kręgowców jajonośnych. Z tych prób wynika, w każdym razie, istnienie wpływu grasicy na przemianę wapniową ciała. Wobec tego musimy uznać niewątpliwy wpływ grasicy na wzrost, przemianę wapniową oraz na tworzenie się osłon jajowych u ptaków, a być może i u niższych zwierząt kręgowych. W działaniu swym na przemianę wapniową grasica występuje jako współzawodnik tarczycy.

Ciekawa i wielokrotnie omawiana jest okoliczność, że grasica podlega uwstecznieniu w okresie, gdy hormony gruczołów płciowych zaczynają obficie krążyć w ciele. Tłumaczy się to w ten sposób, że grasica jest gruczołem dokrewnym wieku młodego, gruczołem, który pracuje tylko dopóty, aż gruczoły płciowe zaczną wydzielać swe hormony. Dlatego więc gruczoły płciowe wraz ze swymi hormonami mogą być uważane za współzawodników hamujących czynność grasicy. Istnieje wiele prób potwierdzających ten wniosek. Na przykład kastracja powoduje, że grasica wykonuje swą czynność poza normalny okres

swej działalności, niekiedy nawet rozrasta się jeszcze bardziej. Muszą więc niewątpliwie istnieć jakieś przeciwstawne działania hormonów płciowych, gdy natomiast sama grasica zdaje się działać pobudzająco na rozwój gruczołów płciowych. Jest więc całkiem możliwe, że gruczoły płciowe powodują w momencie swej dojrzałości uwsteczniczenie się grasicy, która dzięki temu posiada charakter organu dokrewnego właściwego ciała młodocianemu i wzrastającemu. Rola grasicy kończy się wraz z osiągnięciem dojrzałości płciowej. Żalostne resztki grasicy, które potem jeszcze pozostają, zdają się nie wywierać w żadnym przypadku jakiegokolwiek wpływu istotnego na sprawy życiowe.

GRUCZOŁY PŁCIOWE (*GLANDULAE SEXUALES*)

Z dawien dawna wiadomo, że gruczoły płciowe wywierają wielki wpływ na budowę ciała, temperament i charakter, gdyż już w dawnych czasach hodowcy zwierząt stosowali kastrację, ażeby zmniejszyć dzikość zwierząt płci męskiej albo uczynić mięso ich smaczniejszym. Każdy zna przekształcający wpływ kastracji na zwierzęta domowe, a więc przeobrażenie gwałtownego byka, trudno poddającego się obłaskawieniu, w chętnego do pracy wołu, który zarówno pod względem temperamentu jak i budowy ciała stanowi coś całkiem innego i nowego, coś neutralnego, stojącego do pewnego stopnia pomiędzy obu płciami. Powszechnie również wiadomo, że kastracja albo nieplodność zwierzęcia płci żeńskiej, w tym więc przypadku krowy, wywołuje zbliżenie się w kształcie i wyglądzie do kastrowanego zwierzęcia męskiego. Typowe różnice zwierzęcia męskiego i żeńskiego znikają. Zostaje wyrównane np. to wszystko, czym mężczyzna i kobieta różnią się od siebie w charakterze i budowie ciała, niezależnie od samych gruczołów płciowych. Wykształcanie się tak zwanych wtórnych cech płciowych jest więc uzależnione od obecności i czynności gruczołów płciowych. Gruczoły płciowe okazują się więc organami o podwójnym zadaniu. Z jednej strony mają one produkować komórki rozrodcze, aby umożliwić zachowanie gatunku, z drugiej zaś mają zadanie wywierania wpływu na swego posiadacza, który rozwija się dzięki temu bądź w kierunku męskim, bądź w żeńskim. Wzmaga się przy tym oczywiście wzajemna siła pociągająca obu płci, które jednocześnie stają się bardziej odpowiednie dla swych szczególnych zadań życiowych, a więc sprzyjają właściwemu zadaniu gruczołów rozrodczych — tworzeniu nowych istot. Gruczoły płciowe są więc gruczo-

łami dokrewnymi o niezwykle ważnym znaczeniu, ponieważ nie służą do podtrzymywania życia indywidualnego, lecz do przedłużania życia gatunku. Każdemu bowiem wiadomo, że kastracja nie jest zabiegiem zagrażającym życiu, lecz z powodu nieplodności taka skastrowana istota jest martwa dla sprawy utrzymania gatunku. Gdy jednak utrzymanie gatunku jest zagrożone, to tym samym sprawa utrzymania życia w ogóle staje pod znakiem zapytania.

Najbardziej znane są naturalnie skutki kastracji zwierząt domowych. Byk staje się wołem, kogut traci grzebień i głos, stając się kapłonem. Lecz i co do człowieka dawno nabrano już doświadczenia, a nawet w swoisty sposób zużytkowano je. Już w średniowieczu, aż do czasów zgoła niedawnej przeszłości, zużytkowano fakt, że kastraci utrzymują wysoki głos, wobec czego tworzone z nich chóry śpiewacze, nawet bardzo znane,<sup>1</sup> na Wschodzie zaś eunuchowie byli powoływani do ochrony haremów.

Z tego powodu nie zadziwia nas fakt, że właśnie na tych tajemniczo działających gruczołach płciowych Berthold dokonał w roku 1849 pierwszych przekonywających doświadczeń nad istotą gruczołów wydzielania wewnętrznego, zapoczątkowując wiedzę o hormonach. W każdym razie wiele czasu upłynęło, zanim otrzymano wyraźny obraz właściwości hormonów gruczołów płciowych. Chociaż doświadczenia Bertholda były dokonane na męskich gruczołach płciowych, badanie zaś gruczołów żeńskich zaczęło o wiele później, to jednak dziś jesteśmy znacznie lepiej poinformowani o hormonach płciowych żeńskich niż o hormonach gruczołów męskich.

### Kastracja.

Ponieważ hormony gruczołów rozrodczych warunkują wytwarzanie się drugorzędnych cech płciowych, a więc

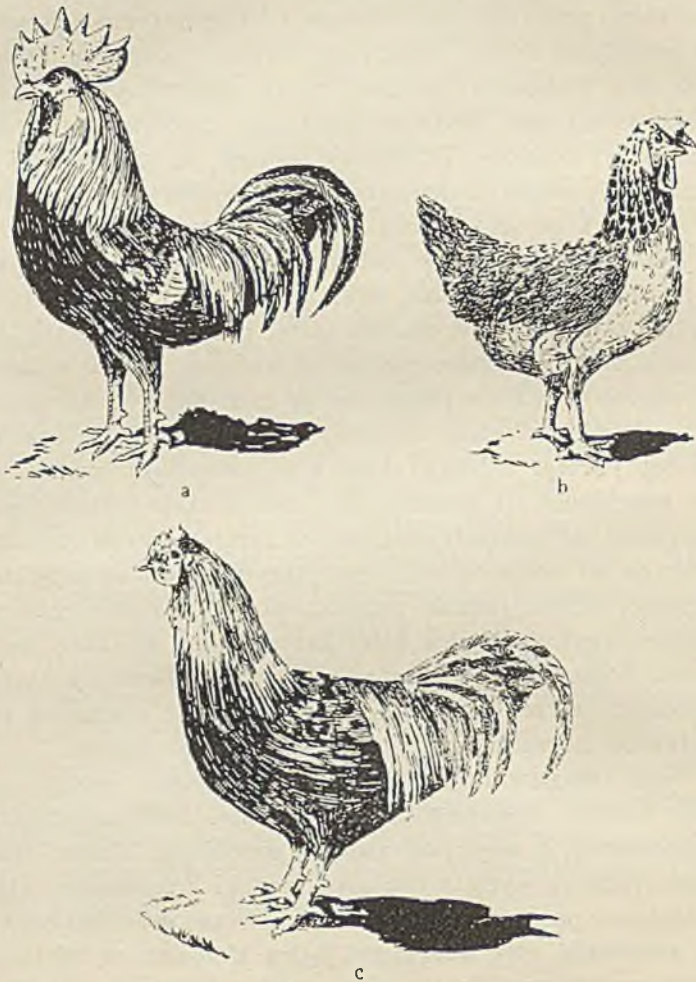
---

<sup>1</sup> Kastrację stosowano np. u śpiewaków na dworze dawnych cesarzy chińskich, a w średniowieczu (do wieku XIX) u chłopców wchodzących w skład chóru Kapeli Sykstyńskiej w Watykanie. (Przyp. U.)

tych cech, które obok gruczołów rozrodczych stanowią różnicę pomiędzy płcią męską a żeńską, to zrozumiałe jest samo przez się, że usunięcie tych gruczołów prowadzi do powstania istoty zajmującej miejsce pośrednie pomiędzy obu płciami i będącej czymś neutralnym. Rozwój takiej istoty jest skutkiem kastracji, zarówno u płci męskiej jak i żeńskiej. Zdarza się jednak, że kastrat jest do złudzenia podobny zewnętrznie do osobnika płci odmiennej. U zwierząt po dokonaniu kastracji zwykle nie dochodzi do rozwoju tak zwanej szaty godowej. Już u ryb występuje taka szata godowa, uzależniona od gruczołów płciowych i powstająca w okresie tarła, przy czym szczególnie samiec zyskuje bardzo piękne ubarwienie, jak to widzimy u naszych cierników (*Gasterosteus aculeatus* i *G. pungilius*) i u różanek (*Rhodeus amarus*). U samca traszki grzebieniastej (*Molge cristata*) kastracja powoduje uwsteczniczenie grzebienia, u samców zaś żab zostaje zahamowane tworzenie się modzeli oraz mięśni ramieniowych, przeznaczonych do obejmowania i przytrzymywania samicy przy kopulacji. Jeśli jednak przeszczepimy taki uwsteczniczony modzel wielkiego palca żaby kastrowanej na skórę samca normalnego, np. chociażby na głowie, to wówczas w okresie składania skrzeku modzel osiąga wielkość normalną pod wpływem hormonów nie wykastrowanego samca.

Nad traszkami *Molge cristata* dokonano jeszcze jednego bardzo ciekawego doświadczenia. Jeśli zaszczepimy kastrowanej, a więc pozbawionej grzebienia traszce *Molge* jądra (*testes*) wycięte samcowi traszki *Pleurodeles*, która w ogóle nie posiada grzebienia, to wówczas grzebień rozwija się ponownie, gdy natomiast jądra *Molge* nie są zdolne do wytworzenia grzebienia u *Pleurodeles*. Działanie więc hormonów wszczepionych jąder może się rozciągać na ciało obcej rodzajowo traszki, chociaż działanie to może wywołać rozwój tylko tych cech, które już w swym związku są właściwe danemu zwierzęciu. U koguta znika grzebień i kolczyki, głos chrypnie, chęć do walki wygasa, dziwnym

jednak trafem zachowuje się kogucie upierzenie. Jest to jeden z przypadków, kiedy kastrat czysto zewnętrznie



Rys. 16. *a* Normalny kogut rasy Leghorna; *b* kura tej samej rasy; *c* ptak kastrowany (kogut lub kura) z całkowitym upierzeniem koguta (kapon w przypadku kastracji koguta, pularda — po kastracji kury). (Według Pézarda.)

jest bardzo podobny do dojrzałego płciowo samca. Pióra kapłona są tak samo wspaniałe, a nawet czasem mogą stać się jeszcze wspanialsze niż pióra koguta i silnie się odbijają

od skromnego upierzenia samicy (rys. 16). Gdy więc kastruje się koguty, to zasadniczo zostaje zachowane upierzenie męskie. Przy kastracji kur otrzymują one wygląd zupełnie samczy i wspaniałe, barwne upierzenie kapłona albo koguta. U ptaków kurowatych i u kaczek występuje ciekawe zjawisko, że upierzenie płci męskiej rozwija się całkiem niezależnie od hormonów gonad, gdyż zachowuje się ono i po kastracji, albo powstaje u samic dopiero na skutek kastracji, gdy natomiast skromne upierzenie samicy jest uwarunkowane hamującym działaniem żeńskiego hormonu płciowego. Gdy więc szata męska jest neutralna, ponieważ występuje i u kastratów, niezależnie od tego, czy kastrat był pierwotnie płci męskiej czy żeńskiej, to szata samicza jest uwarunkowana przez samą płć i rozwija się w zależności od hormonów jajnika. Wtórne cechy płciowe, dotyczące wykształcenia upierzenia, są więc tutaj powodowane wpływem hormonu żeńskiego, gdy natomiast grzebień, kolczyki, głos, bojowość, a naturalnie i popęd płciowy są uzależnione od obecności i działania męskiego hormonu płciowego.

U zwierząt ssących powoduje kastracja po większej części powstanie istoty, która pod względem swego wyglądu stoi mniej więcej po środku pomiędzy obu płciami. Samica otrzymuje cechy męskie, a samiec żeńskie, przy czym wtórne cechy płciowe, jak np. gruczoły mleczne lub jeszcze istniejące części aparatu płciowego ulegają uwstecznieniu i skarleniu. Budowa kości staje się zwykle lżejsza i smuklejsza. Wół nie posiada potężnej czaszki buhaja, u jelenia i sarny nie dochodzi do wyrośnięcia rogów, co również często zdarza się także u kozłów i baranów. Przeciwnie, woły i kastrowane krowy posiadają dłuższe rogi niż zwierzęta płciowo dojrzałe. U jelenia i sarny może dojść do wytworzenia się swoistej postaci rogów, tak zwanych parostków perukowych (rys. 17), o ile kastracja samców była dokonana nie we wczesnej młodości, lecz dopiero w wieku późniejszym. Sierść często przybiera charakter

sierści samczej, popęd płciowy znika i temperament samców tępieje. Wół staje się spokojnym zwierzęciem roboczym w przeciwieństwie do nieposkromionego zwykle buhaja. Kastracja ogiera i buhaja służy więc do oswojenia i użytkowania siły roboczej. W innych przypadkach pod wpływem kastracji zmienia się musku-



Rys. 17. Parostki perukowe u kozła sarny. (Według Dürken a.)

latura, podkład tłuszczowy, właściwości krwi, dzięki czemu np. kapłon staje się smaczniejszy od koguta, a indyk kastrowany od indyka normalnego.

Zmiany, jakie powoduje kastracja u mężczyzny, są znane od dawna i wielokrotnie były wywoływane rozmyślnie.<sup>1</sup> W dawnych czasach kastracja mężczyzny bywała przeprowadzana albo ze względów religijnych, jak np. u sekty skopców<sup>2</sup>, obyczajowych np. u strażników haremowych, albo u śpiewaków, którzy mieli zachować wysoki głos. Jeśli chłop-

cy zostaną pozbawieni męskości we wczesnej młodości, to budowa ich ciała staje się smukła i wydłużona, głos pozostaje wysoki, krtań rozwija się nieprawidłowo, mięśnie pozostają słabe a uwłosienie rzadkie, z wyjątkiem włosów na głowie. U powstałych w ten sposób eunuchów ciało

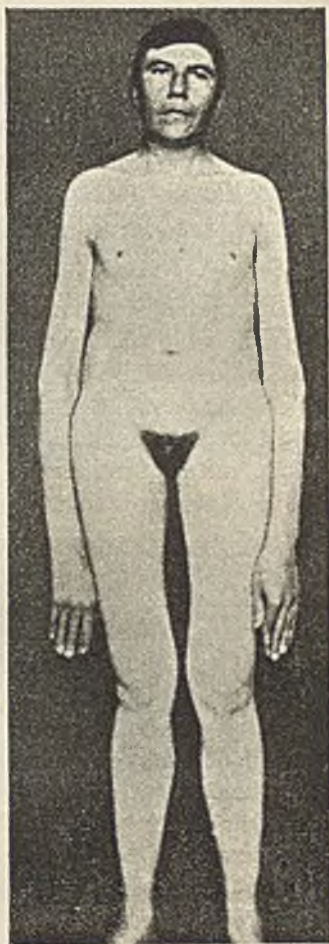
<sup>1</sup> Na przykład jako zemsta na wrogach i jeńcach wojennych, albo jako kara za czyny niemoralne. Stąd też, prawdopodobnie, wyprowadza się stare przysłowie polskie z XVIII wieku: „Nie pożądaj cudzych białek, bo pozbędziesz swoich gałek“. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Sekta prawosławna w Rosji (przedrewolucyjnej) i w Rumunii, uprawiająca kastrację mężczyzny, a nawet amputację członka męskiego, oraz zniekształcanie zewnętrznych narządów płciowych u kobiet. W oryginale podano pomyłkowo: „bei der Sekte der Kopten“. (Przyp. tłum.)



często jest bardzo wysokie, o szczególnie długich ramionach i nogach a jednocześnie tłuste, chociaż istnieje również typ eunuchów chudych. Zwykle są oni flegmatyczni, nieczuli, zimni i egoiści. U kobiet kastracja w młodym wieku była niewątpliwie rzadko podejmowana rozmyślnie; a jednak kastracja operacyjna przy schorzeniach wykazuje, że kastrat kobiecy rozwija się w kierunku podobnym do męskiego, a więc przetwarza się w istotę pośrednią pomiędzy obu płciami. Kastracja dorosłego mężczyzny naturalnie nie może już powodować zmian tak daleko idących (rys. 18), chociaż i w takim przypadku istnieje wpływ na ciało w postaci obniżenia przemiany materii, wpływ który uzewnętrznia się w obfitym nagromadzeniu podkładu tłuszczowego oraz w psychicznych zmianach temperamentu.

Również u dojrzałej kobiety wywiera kastracja wpływ bardzo niekorzystny. Lekarz musi czasem zawahać się, czy należy usunąć schorzone gruczoły płciowe, gdyż w zależności od wieku chorej zależy, w jakim stopniu będą oddziaływać skutki operacji. Naturalnie miesiączkowanie wówczas ustaje, sutki uwstecniają się, może powstać nagromadzenie się podkładu tłuszczowego na biodrach oraz nastąpić pewna maskulinizacja w budowie ciała i w wy-



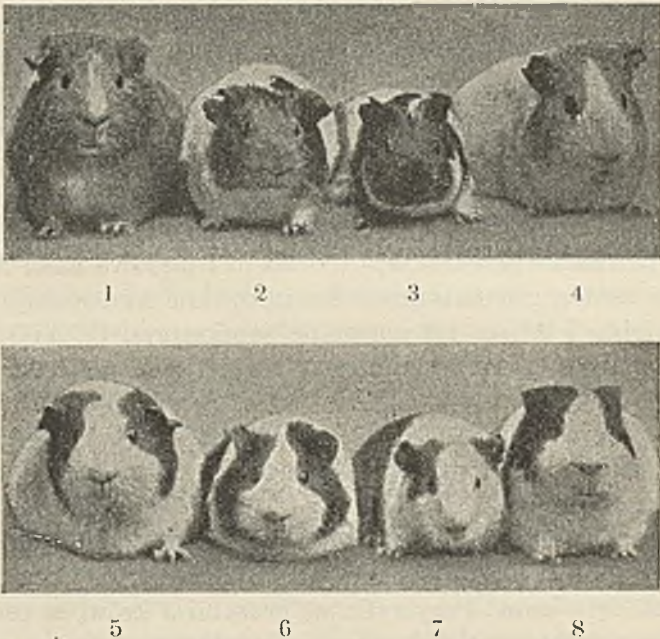
Rys. 18. Eunuch. Wzrost 184 cm.  
obwód 204 cm. (Według Tandlera  
i Grossa.)

gładzie twarzy. Sztucznie dokonany brak hormonów gruczołów płciowych może prócz tego spowodować psychiczne stany pobudzenia, kapryśność, niezadowolenie z siebie i z całego świata. Im starsze są chore, im bardziej zbliżają się do wieku przejściowego, tym mniej zostają zakłócone zjawiska naturalne w ciele kobiecym, ponieważ fizjologiczny okres klimakteryczny w życiu kobiety charakteryzuje stopniowe zahamowanie czynności płciowej, przy której gruczoły rozrodcze wstrzymują produkcję hormonów, a więc ciało w naturalnym przebiegu życia musi być przestrojone i wystawione na brak hormonów płciowych. Wiemy jednak również, że nawet i w tym przekształceniu ciała kobiecego w latach przejściowych, uwarunkowanym przez naturę, mamy do czynienia z krytycznym dla kobiety okresem, w którym mogą nastąpić zmiany cielesne i duchowe. W czasie menopauzy daje się szczególnie odczuć silna drażliwość systemu nerwów trzewiowych oraz raptowne zmiany w ciśnieniu krwi, czyli tak zwane nawały krwi.

#### Transplantacja gruczołów płciowych.

Jeśli powstałe skutkiem kastracji istoty bezpłciowe są do siebie podobne tym, że wtórne ich cechy płciowe znikają, to można wykazać jeszcze wyraźniej i przejrzystej znaczenie hormonów płciowych na budowę ciała i temperament przez doświadczenia nad zwierzętami, u których stosujemy wymianę gonad w ten sposób, że zwierzę męskie pozbawia się gruczołów męskich i zamiast nich wszczepia się żeńskie i odwrotnie. Skutki operacji są naturalnie o wiele bardziej daleko idące, ponieważ odpada tu nie tylko wpływ hormonów ciała własnego, lecz teraz zaczyna działać wpływ hormonów płci przeciwnej, który może wykonywać swą czynność w organizmie płci odmiernej dopóty, dopóki pozostaje przy życiu zaszczepiony gruczoł płciowy, czyli aż do czasu gdy zostanie on zupełnie odkształcony lub wessany. W większości przypadków musi to

nastąpić wcześniej lub później, ale do tego czasu organizm pozostaje pod wpływem przeszczepionych gruczolów. Najbardziej słynne stały się pod tym względem doświadczenia Steinacha z roku 1912, dokonane na świnkach morskich i szczurach (rys. 19). „Feminizowane“ samce, czyli samce



Rys. 19. Feminizacja (u góry) i maskulinizacja (u dołu) świnek morskich. (Według Steinacha.)  
 1) Brat kastrowany. 2) Siostra normalna. 3) Brat feminizowany. 4) Brat normalny.  
 5) Siostra maskulinizowana. 6) Siostra kastrowana. 7) Siostra normalna. 8) Brat normalny.

kastrowane, którym zaszczepiono jajniki, otrzymywały wygląd samiczy w kształcie ciała, w budowie kości, w wadze i uwłosieniu. Rozwijały się u nich sutki wydzielające mleko. Przekształcone w ten sposób samce feminizowane zachowywały się wobec samców normalnych podobnie jak samice i również były w ten sposób traktowane. Pojawiały się także instynkty macierzyńskie i karmicielskie, wskutek czego stawały się one zdolne do chowania i karmienia młodych. Budowa ich ciała i stan psychiczny podpada

więc zupełnie pod wpływ żeńskiego hormonu płciowego. Rozumie się, że takie zwierzęta pozostają bezpłodne, ponieważ drogi wyprowadzające narządów płciowych nie ulegają przekształceniu. U ropuch jednak, które lepiej nadają się do tych eksperymentów, udawało się niekiedy przerobić zwierzęta płci męskiej na zupełne samice. Podobnie jak przy pomocy kastracji i zaszczepienia jajników dokonywano feminizacji, czyli przekształcania samców gryzoni w osobniki żeńskie, udawała się również maskulinizacja kastratów żeńskich za pośrednictwem wszczepiania jąder. Przy tego rodzaju przeróbce, a więc sztucznej zamianie płci, można w skrajnych przypadkach dojść nawet do przekształcenia ponad normę, przy którym maskulinizowane samice przekraczają wzrostem i budową ciała normalne samce, gdy natomiast feminizowane samce stają się smuklejsze i lżejsze niż normalne samice (rys. 19, 3 i 5).

Opierając się na wyniku tych doświadczeń stwierdzamy ponad wszelką wątpliwość, że wykształcanie się wtórnych różnic płciowych u ssaków i innych zwierząt kręgowych jest uzależnione od specyficznego działania męskich i żeńskich hormonów płciowych.

W związku z tymi doświadczeniami hodowcy zwierząt mogą powołać się na eksperyment natury, który czasami zdarza się u krów. Przytrafia się czasami u krów, że rodzą bliźnięta, z których jedno jest normalnym cielęciem płci męskiej, drugie zaś jest cielęciem nienormalnym, rzekomo płci żeńskiej, z męskimi cechami. Możemy to wyjaśnić w ten sposób, że u zarodków bliźniaczych krążenie embrionalne pozostaje we wzajemnym związku i że hormony wytwarzane przez wcześniej rozwijające się jądra zostają doprowadzone do zarodka żeńskiego powodując wspomniane przekształcenie.

### Interseksualizm.

Jest rzeczą interesującą, że u licznych gatunków zwierząt przestrojenie płci, które można uzyskać sztucznie

przez wymianę gruczołów płciowych, stanowi zjawisko zupełnie naturalne, a u innych może być osiągnięte sztucznie w sposób stosunkowo bardzo prosty.

Na przykład u ropuch można przy pomocy prostej kastracji i odżywiania pokarmem obfitującym w tłuszcze przekształcić osobniki męskie w samice nawet bez zaszczepienia jajników. U ryb mieczyków z rodzaju *Xiphophorus* niektóre osobniki w młodości są płci żeńskiej, a w wieku dojrzałym stają się samcami.<sup>1</sup> Zdarza się niekiedy również, że kastrowane kury otrzymują raptownie obok obojętnego pod względem płciowym upierzenia męskiego grzebień, kolczyki, męski instynkt płciowy i próbują pisać, gdy znowuż kastrowane koguty wbrew regule otrzymują nagle wygląd samiczy. We wszystkich takich przypadkach znajdziemy przy badaniu histologicznym w ciele tych zwierząt tkankę gruczołów rozrodczych i to tkankę gruczołu płci przeciwnej, a więc substancję jądrową u kastrowanej kury a u kapłona tkankę jajnika. Wskazuje to oczywiście na okoliczność, że u tych zwierząt muszą drzemać w ukryciu zaczątki płci innej, które następnie pod pewnym szczególnym wpływem albo też przy naturalnym przebiegu rozwoju, jak u *Xiphophorus*, występują na światło dzienne i mogą osiągnąć przewagę. Znane jest, jak wiemy obecnie, nader bliskie pokrewieństwo męskich i żeńskich hormonów płciowych, przede wszystkim zaś wiemy o tym, że obojnactwo, czyli hermafrodytyzm, tj. jednoczesne wykształcenie cech męskich i żeńskich, występuje u wielu zwierząt zupełnie naturalnie, gdy u innych, jak i u człowieka, znane jest jako zjawisko chorobowe. Z tego wszystkiego wynika, że zupełnie powszechnie zdają się istnieć w ciele każdego zwierzęcia męskie i żeńskie hormony płciowe i że być może zależy od ilości specyficznego hormonu płciowego, krążącego w każdym ciele, czy

---

<sup>1</sup> W oryginale podano przez pomyłkę o rybkach *Xiphophorus*: „die in der Jugend männlich sind, im Alter zu Weibchen werden“. (Przyp. tłum.)

powstanie istota męska, żeńska, czy też obojnacza. Można by powiedzieć, że nie istnieje 100%-wa męskość i 100%-owa żeńskość, i że w każdym ciele krążą w ilości mniejszej lub większej także hormony płci przeciwnej, i tylko wtedy, gdy występują one ponad normę, dochodzi do tak uderzających zjawisk, jak virago — mężyca, czyli zmężczyźniała kobieta, albo zniewieściały (effeminizowany) mężczyzna, aż wreszcie może powstać hermafrodytyzm, przy którym płeć nie da się ściśle oznaczyć, gdyż obok męskiej rozwija się także tkanka gonady żeńskiej. Zdarza się czasami i tak, że podobnie chorobliwe przeobrażenia rozwijają się dopiero z biegiem życia z powodu nowotworów jajników lub jąder. U kobiety występuje wówczas zmężczyźnienie kształtu ciała, porost brody i niski głos męski a jednocześnie zmiany duchowe i męskie cechy psychiczne, które mogą przekształcić zdrową przedtem osobę w karykaturę ludzką — hermafrodytę. Jeśli uda się usunąć operacyjnie chorobliwe zmiany gruczołów płciowych, to w wielu przypadkach można osiągnąć zupełne wyzdrowienie, zupełny powrót do pierwotnych cielesnych i duchowych właściwości kobiecych. Takie obrazy chorobowe wskazują również na fakt, że w ciele człowieka i zwierzęcia istnieją niewątpliwie przeciwstawne hormony płciowe i to w stosunku ilościowym wzajemnie odmierzoną, który musi być zachowany, jeśli ciało i duch mają pozostać zdrowe i naturalne. Przy zakłóceniu tych stosunków organizm może być przytłoczony w sposób mniej lub więcej nieharmonijny cechami istoty płci odmiennej. U kręgowców stosunek ten jest tak uregulowany, że jeden z hormonów bezwarunkowo przeważa, wobec czego istnieją osobniki męskie i żeńskie, gdy natomiast u bezkręgowców często spotyka się zwierzęta hermafrodytyczne z jednoczesnym rozwojem jąder i jajników. Różnica polega tylko na tym, że u takich zwierząt obydwie hormony istnieją w mniej więcej jednakowym nasileniu. Nie jest to więc różnica zasadnicza, lecz ilościowa, różnica stosunków liczbowych,

wobec czego wśród bezkręgowców można często znaleźć obojnactwo i rozdzielнопłciowość u gatunków blisko spokrewnionych. Takie same stosunki znamy i u roślin.

### Dziedziczenie płci.

Fakt, że w każdej istocie krąży również hormon płci odmiennej, że nie egzystują 100%-owe organizmy żeńskie i męskie, zdaje się stanowić prawo ogólne, które będzie jeszcze bardziej oczywiste, jeśli weźmiemy pod uwagę sposób dziedziczenia płci, wykazany u człowieka oraz u wielu zwierząt i roślin. Dziedziczenie płci odbywa się za pośrednictwem tak zwanych chromozomów płciowych, zawartych w plemnikach i w jądrze (*nucleus*) jaja. Nie wkraczając w szczegóły, sprawy mają się w ten sposób, że jedna z płci, a mianowicie przeważnie żeńska, posiada dwa chromozomy płciowe, męska zaś tylko jeden. Po podziale dojrzwania, w którym następuje redukcja zespołu chromozomów, wszystkie komórki jajowe otrzymują jeden chromozom płciowy. Połowa plemników otrzymuje jeden chromozom płciowy, druga połowa nie posiada tego chromozomu zupełnie. W chwili zapłodnienia, przy połączeniu się jaja z plemnikiem, posiadającym chromozom płciowy, zapłodniona komórka jajowa zostaje wyposażona w dwa chromozomy płciowe, powodując tym samym wytworzenie się płci żeńskiej. Połączenie się komórki jajowej z plemnikiem pozbawionym chromozomu płciowego wywołuje powstanie zapłodnionego jaja z jednym tylko chromozomem płciowym, a więc rozwój istoty męskiej. Przy dziedziczeniu płci chodzi więc o regulację ilościową, która odbywa się według reguł Mendla. Dwa chromozomy płciowe zawarte w zapłodnionym jaju warunkują rozwój płci żeńskiej, jeden chromozom — płci męskiej. Czynniki dziedziczne określające płeć jest w swym działaniu ugruntowany ilościowo. Można to sobie przedstawić w ten sposób, że chromozom płciowy wywiera wpływ feminizujący i walczy z maskulinizującym czynnikiem dziedzicznym,

który tylko w przypadku obecności dwóch chromozomów płciowych może być mniej więcej zupełnie zagłuszony, gdy natomiast przy istnieniu tylko jednego chromozomu płciowego zostaje pokonany. Tym samym jednak stwierdzamy, że zjawisko dziedziczenia płci już samo w sobie stanowi fakt, iż w każdej istocie powstającej przez rozród płciowy istnieją siły męskie i żeńskie, które wzajemnie walczą o pierwszeństwo. W większości przypadków walka jest przy tym z góry przesądzona i zwycięstwo jednej z tych sił jest niezawodne. Jest rzeczą bardzo pociągającą uzyskać powiązanie istoty tych sił, walczących wewnątrz komórki o pierwszeństwo, oraz zestawić ich działanie w jakimkolwiek stosunku z istotą hormonów i sprawą wydzielania wewnętrznego. W każdym razie fakt dziedziczenia płci wykazuje, że w każdej istocie istnieją potencje męskie i żeńskie i możliwość ich rozwoju, jak również możliwość zakłócenia na skutek dysharmonii ilościowej albo przez procesy chorobowe czy rozwojowe, albo też przez spotkanie się jaja i plemnika, pochodzących z ras danego zwierzęcia nie dostosowanych do siebie.

#### Odmladzanie.

Leży to już w samej istocie gruczołów płciowych, jako narządów dokrewnych, że chorobliwe obojnactwo, a więc przesunięcie w zachowaniu się stosunków ilościowych przeciwstawnych hormonów płciowych, może być wyleczone przywróceniem normalnej gradacji po usunięciu tkanek i nowotworów, które powodują wytwarzanie nadmiaru hormonów płci odmiernej. Objawy występujące po kastracji mogą być usuwane również zastrzykiwaniem hormonów płciowych albo zaszczepianiem gruczołów rozrodczych.

Jest całkiem zrozumiałe, wobec olbrzymiego znaczenia hormonów gruczołów płciowych dla ciała i ducha człowieka, że medycyna wyzyskuje istniejące możliwości leczenia niedowładu gruczołów płciowych, stosując zastrzyki



hormonów płciowych albo przeszczepianie gonad lub ich cząstek, które mogą być względnie długo utrzymane w stanie żywotnym w chłodni. W celu dokonania transplantacji u człowieka posługiwano się w niektórych przypadkach gruczołami płciowymi małp. Czyniono tak częściowo po to, aby zniweczyć bezpośrednie skutki przyrodzonego braku hormonów, częściowo zaś opierano się na pewnych przesłankach, jakie można było uzyskać w doświadczeniach nad zwierzętami. Istotnie, gruczoły płciowe wysuwają się na plan pierwszy w różnych fazach rozwoju ludzkiego i zwierzęcego, a więc przy zmianach w okresach pokwitania, dojrzałości płciowej i wieku starczego. Naturalnie powstała myśl, że zjawiska niewydolności fizycznej i psychicznej oraz procesy starzenia się, które towarzyszą ustaniu czynności gruczołów płciowych w starszym wieku mogą być usunięte, jeśli dostarczyć starzejącemu się organizmowi świeżego hormonu płciowego. W doświadczeniach nad psami i szczurami, gdzie stosowano albo przeszczepianie gruczołów rozrodczych zwierząt młodocianych osobnikom starym, albo podwiązywanie nasieniowodu, co wywołuje podrażnienie jąder i pobudzenie do rozwoju tkanki śródmiąższowej jąder (Steinach), istotnie zostały osiągnięte zupełnie pokaźne wyniki odmładzające. Zwierzęta opanowane niemocą starczą stawały się znowu zdolne do życia, odświeżone w wyglądzie, żywotności i potencji płciowej (rys. 20). Osobniki takie chwilowo sprawiały wrażenie zwierząt znacznie młodszych, niż były istotnie. Odświeżenie takich zwierząt, wzmocnienie zgrzybiałego i zmęczonego organizmu, a niekiedy nawet przedłużenie życia ponad normalny zakres było wynikiem tych doświadczeń, które przez dłuższy okres czasu wywoływały duże zainteresowanie i budziły wielorakie nadzieje.

U człowieka, niestety, wynik takich operacji jest jak dotąd bardzo problematyczny. Stosując zabieg podwiązania nasieniowodu (*vas deferens*) albo transplantację młodocianych jąder czy jajników, niewątpliwie można

było osiągnąć w licznych przypadkach wzmocnienie zdolności czynnościowej cielesnej i duchowej, wstrzymując w ten sposób zjawisko starzenia się. Nie wszystkie jednak takie operacje zostały uwieńczone powodzeniem. W przypadkach zaś dodatnich należy się liczyć z rozpadem zaszczepionych



a



b

Rys. 20. Szczury z jednego miotu. *a* Zwierzę zgrzybiałe; *b* odmłodzony operacyjnie brat poprzedniego w 31/2 miesiąca po dokonaniu zabiegu. Przed operacją zwierzę było jeszcze bardziej zgrzybiałe i słabowite niż jego brat. (Według Steinacha.)

gruczołów, czyli z dowolnym zanikaniem działania odmładzającego, pomimo że skutek może jeszcze trwać czas pewien wobec pobudzenia gruczołów własnych. W jakim stopniu uda się w przyszłości sztuce lekarskiej osiągnąć niezawodne i trwałe wyniki na tym polu, jest to pytanie, na które trudno dziś znaleźć odpowiedź. Niewątpliwie zasługują jednak na uwagę wyniki osiągnięte przez Voronoffa, dotyczące udanych transplan-

tacji jąder małpich mężczyznom. Czasowe ożywienie własnych gruczołów płciowych, dokonane przez zaszczepienie młodocianych gonad cennym zwierzętom hodowlanym, może posiadać dużą wartość i dawać dobre wyniki w praktyce hodowlanej. Czy takie odświeżenie jest odmłodzeniem we właściwym tego słowa znaczeniu, to znaczy czy istotnie tworzą się młodociane komórki i tkanki a stare gruczoły płciowe mogą ponownie osiągnąć stan młodości, czy też pod wpływem sztucznego bodźca ciało wyteża wszelkie swe siły, aby wyłowić wszystko ze swych sta-

rych tkanek — jest to zagadnienie, które bardziej interesuje naukę niż praktykę.

### Hormony gruczołów płciowych.

Jesteśmy dziś dość dobrze poinformowani o hormonach płciowych. Szczególnie dobrze znamy hormony płciowe żeńskie, co się zaś tyczy męskich, to o tych hormonach dopiero w ostatnich czasach uzyskano podstawowe wiadomości.



Rys. 21. 1. Przekrój przez jajnik nowonarodzonej jałwki. (Według Waldeyera.) *a* nabłonek płciowy; *b* proliferacja komórek nabłonkowych; *c* jaja w nabłonku; *d*, *e*, *f* tworzenie się pęcherzyka Graafa. 2. Pęcherzyk Graafa kotki. *Dp* wznórek jajonośny; *FE* nabłonek pęcherzyka Graafa; *L* ciecz pęcherzyka (*liquor folliculi*). (Według Grobbera.)

Leży już w samej naturze rzeczy, że w wykształceniu i w budowie gruczołów płciowych istnieją zasadnicze różnice u płci męskiej i żeńskiej. Z tego więc względu musimy omówić je oddzielnie i zajmiemy się przede wszystkim żeńskimi gruczołami rozrodczymi i ich hormonami.

Gonady u kręgowców powstają z komórek nabłonkowych ścianki jamy ciała, które zaczynają proliferować i u płci żeńskiej zostają porozdzielane w jajniku tkanką łączną na kuliste skupienia komórkowe (rys. 21), z których każde zawiera jedną komórkę jajową. U zwierząt ssących te pęcherzyki (*folliculi*) przekształcają się, wzrastają i powstaje w nich jama, wypełniona cieczą (*liquor folliculi*). Najwewnętrzniejsza warstwa nabłonka pęcherzyka, tak zwana *membrana granulosa*, zawiera jajo (*ovum*), otoczone komór-

kami ziarnistymi tej warstwy i spoczywające na wypukłości, zwanej wzgórkami jajonośnym (*cumulus oophorus*). Dookoła takiego pęcherzyka, który w embriologii nazywa się pęcherzykiem Graafa (rys. 21), tworzą się dwie warstwy nabłonka, z których wewnętrzna, *theca interna*, jest bogato ukrwiona i zawiera liczne kropelki tłuszczowe. Dojrzewa-



Rys. 22. Schemat zmian periodycznych w śluzówce macicy, w pęcherzykach Graafa i w ciele żółtym podczas cyklu menstruacyjnego. I) Krwawienie i złuszczenie śluzówki; II) odbudowa: działanie hormonu pęcherzykowego; u góry: dojrzewanie pęcherzyka Graafa: wydalenie jaja; III) odbudowa: działanie hormonu ciała żółtego: przekształcenie gruczołowe śluzówki. Szereg najwyższy: tworzenie się ciała żółtego (zakresowane); barwa czarna oznacza degenerację menstruacyjnego ciała żółtego przed nastąpieniem kolejnej menstruacji. (Według Schrödera.)

jący pęcherzyk Graafa wędruje ku powierzchni jajnika, pęka, komórka jajowa zostaje wyrzucona do jamy ciała i przejęta przez jajowód.

Jeśli jajo zostanie zapłodnione, to z resztek pęcherzyka Graafa tworzy się ciało żółte (*corpus luteum*), rozwijające się głównie z wybujałych komórek strefy ziarnistej, które przekształcają się w żółto zabarwione komórki luteinowe, obfitujące w tłuszcz (rys. 23). Jeśli jajo zostanie nie zapłodnione, to chociaż również następuje wytworzenie się ciała żółtego, jednak będzie ono drobne i szybko zanika (rys. 22). Jest to tak zwane ciało żółte menstruacyjne (*c. l. menstrualionis*), w odróżnieniu od ciała żółtego ciążowego (*c. l. graviditatis*). Prócz tego występują w jajniku tak zwane komórki śródmiąższowe, *cellulae interstiliales* — rozrzucone skupienia komórek, które częściowo pochodzą z komórek *thecae internae*.

Pierwszym zadaniem jajnika jest produkcja dojrzałych, zdolnych do zapłodnienia jaj, drugim zaś — wydzielanie hormonów, które będą wpływały na dalsze losy zapłodnionej komórki jajowej.

U zwierząt ssących sprawa nie kończy się na tym, że dojrzałe jajo zostaje zapłodnione przez plemnik i następnie



Rys. 23. Schemat zmian w śluzówce macicy, pęcherzyku Graafa i w ciele żółtym w przebiegu ciąży. U dołu: śluzówka macicy i implantacja jaja; nad tym: 1. Pęcherzyk Graafa i ciężowe ciało żółte implantującego się jaja. 2. Początek rozwoju jaja. 3. Ostatnie przejściowe ciało żółte menstruacyjne. (Według Schrödera.)

rozwijają się dalej samo przez się, jak to zdarza się u większości bezkręgowców, a także i u większości ryb, płazów i gadów, u których zapłodnione jajo, opatrzone najwyżej w skorupkę, zostaje po złożeniu pozostawione samo sobie na czas rozwoju. U ssaków jajo i rozwijający się zarodek zostają, aż do porodu, w ciele macierzystym. Zapłodnione jajo musi przy tym przytwierdzić się do macicy, gdy natomiast ciało matki przyjmuje na siebie sprawy odżywiania i dostarczania tlenu rozwijającemu się zarodkowi, dzięki wytworzeniu łożyska, przekształceniu ścianek macicy i wytworzeniu systemu naczyń krwionośnych. Do tej czynności jest jednak ciało macierzyste zdolne nie w każdym czasie. Musi ono być dla każdego dojrzałego, zdolnego do zapłodnienia jaja odpowiednio przygotowane w okresach, które u niższych ssaków nazywamy okresami rui (*oestrus*)

a u wyższych i u człowieka cyklem menstruacyjnym. Dla przyjęcia każdego dojrzałego jaja odbywa się daleko idąca przebudowa śluzówki macicy, która umożliwia zagnieżdżenie się zapłodnionego jaja (rys. 22). Jeśli jajo nie zostanie zapłodnione, to zostają złuszczone niepotrzebnie wytworzone komórki błony śluzowej macicy i wraz z krwią z pękniętych naczyń krwionośnych wyrzucone na zewnątrz — są to wówczas krwawienia miesięczne. Gdy jednak jajo zostaje zapłodnione, to macica przekształca się w dalszym ciągu (rys. 23), przygotowując się do odżywiania powstającego zarodka.

Można więc wyróżnić: 1) przygotowanie macicy do zagnieżdżenia się zapłodnionego jaja, co oznacza przebudowę śluzówki macicy, 2) odrzucanie komórek śluzówki, jeśli zapłodnienie nie następuje, 3) przekształcanie się macicy w celu odżywiania i rozwoju zapłodnionego jaja.

To trzecie przekształcanie prowadzi początkowo do dalszej rozbudowy błony śluzowej macicy, następnie do wytworzenia się łożyska (*placenta*), które wstępuje w ścisły związek z naczyniami krwionośnymi zarodka i bierze na siebie jego odżywianie. U wszystkich wyższych ssaków dochodzi przy tym do tak ścisłego zespolenia się tkanek zarodka z przekształconą częścią macicy, zwaną doczesną (*decidua*), że podczas porodu oddziela się całe łożysko wraz z częściami, które pochodzą od zarodka, i jest wydalane na zewnątrz jako popiół (*secundinae*).

Powyższe zjawiska pozostają pod wpływem hormonów jajnika, na początku hormonu rui (oestrogenicznego) albo pęcherzykowego, później zaś pod wpływem hormonu ciała żółtego.

#### Przygotowanie. Hormon follikularny.

Stadium przygotowawcze macicy, a więc przebudowa błony śluzowej w cyklach rui u ssaków niższych albo w cyklach menstruacyjnych u wyższych, które to cykle co prawda przebiegają w szczegółach nieco odmiennie, jest za-

rządzane przez pierwszy z hormonów jajnika a mianowicie przez *follikulinę* — hormon pęcherzykowy (*follikularny*) albo hormon rui, zwany inaczej oestryną lub oestradiolem. Hormon pęcherzykowy ma również za zadanie umożliwienie procesu przebudowy jajowodów w okresie, gdy młodociane zwierzę osiąga dojrzałość płciową. Obie czynności są bardzo charakterystyczne i z tego względu nadają się jako testy do wypróbowania skuteczności ekstraktów hormonalnych. Dwa te specyficzne działania są istotnie wyzyskane w praktyce do takich metod probierczych. Gdy mianowicie przekształcanie się młodocianych jajowodów w narządy dojrzałe wraz z jednoczesnym przekształcaniem się jajników może być zużytkowane do badania zawitych związków pomiędzy przysadką mózgową a jajnikiem, to do wypróbowania hormonu pęcherzykowego służy jego działanie przy przebudowie śluzówki macicy w cyklach rui u gryzoni. Nie zapłodnione samice myszy i szczurów przechodzą stany rui, które co pewien czas są przerywane okresami spoczynku. Zmieniają się przy tym periodycznie jajniki, w których pęcherzyki Graafa dojrzewają i pękają, umożliwiając wydostanie się jaj, po czym tworzą się drobne ciała żółte, aż do czasu gdy w nowym cyklu rui dojrzeją nowe pęcherzyki Graafa. Również zmieniają się macice, które wykazują wszystkie stany rozbudowy i przebudowy. Jednocześnie z tym — a jest to dla metody próbnej decydujące — śluzówka pochwy przechodzi prawidłowe zmiany, które mogą być łatwo rozpoznane przy pomocy badania mikroskopowego wydzieliny pochwowej i które tak samo ściśle wykazują różne stadia cyklu rui (por. rys. 24) jak i zmiany zachodzące w jajnikach i macicach. Można wyróżnić cztery takie stadia: spoczynek (*di-oestrus*), przygotowanie (*prooestrus*), ruja (*oestrus*) i odbudowa (*metaoestrus*). Podczas okresu spoczynku pęcherzyki Graafa i macice są małe, wydzielina pochwowa śluzowata, wypełniona komórkami nabłonkowymi i białymi ciałkami krwi. W okresie przygotowawczym zwiększają się pęcherzyki Graafa i macice; wydzielina pochwy zawiera wiele komórek



nabłonkowych. Okres rui cechuje wielkość pęcherzyków, wydalenie jaj i dobrze wykształcone macice. W wydzielinie pochwy znajdują się wówczas charakterystycznie zrogowaciałe komórki, tak zwane bryłki. Po zakończonym okresie rui, w czasie przebudowy ukazują się ciała żółte, macice stają się znowu mniejsze, a wydzielina pochwy śluzowata i tak samo wypełniona komórkami nabłonkowymi i białymi ciałkami krwi jak na początku cyklu (rys. 24).

Przyczyną tych wszystkich zmian jest hormon, o którym już wspominaliśmy, follikulina, oestryna albo oestradiol, czyli hormon rui, produkowany przez jajnik.

Jeśli chcemy użyć myszy do reakcji próbnej, to należy zapobiec produkcji follikuliny w

Rys. 24. Wydzielina pochwowa myszy. 1. Okres spoczynku. Wydzielina śluzowata, zawierająca komórki nabłonkowe i białe ciała krwi. 2. Okres poprzedzający ruię. W wydzielinie dużo komórek nabłonkowych. 3. Ruija. Bryłki w wydzielinie, składające się ze zrogowaciałych komórek bezjądrowych.

(Według Zondeka.)



ich ciele, trzeba więc je wykastrować, gdyż wówczas wraz z wyciętym jajnikiem znika możność tworzenia się hormonu. Kastrowana mysz nie przechodzi cyklów rui i dzięki temu staje się odpowiednim obiektem probierczym. Przy pomocy zastrzyków roztworu hormonu pęcherzykowego, przeznaczonego do wypróbowania; daje się u niej wywołać w każdym czasie biologiczne objawy rui, które wówczas z łatwością można wykazać i sprawdzić przy pomocy mikroskopowego preparatu mazanego z wydzieliny pochwy.

Omówiona metoda probiercza, dokonywana na gryzoniach, wykazuje wystarczająco właściwą istotę działania hormonu pęcherzykowego. Hormon follikularny jest hormonem rui, powstaje w jajniku, pobudza macicę do rozrostu i odpowiedniego przygotowania błony śluzowej oraz wywołuje u samic chęć do kopulacji. Jest on zawarty głównie w płynie dojrzewającego pęcherzyka Graafa — od którego otrzymał swoją nazwę — i prawdopodobnie jest produktem wydzielanym przez komórki tworzące *theca interna*, a więc przez warstwy komórek najściślej otaczające pęcherzyk. Follikulina wytwarzana w jajniku jest ważnym biologicznie hormonem przysposabiającym do spółkowania i dojrzewania komórek jajowych, a tym samym stanowi czynnik władający macicą i wzbudzający duchową gotowość zwierzęcia do aktu płciowego. Nie wywiera ona żadnego wpływu na sam jajnik, który jest zarządzany przez inną, wyższą instancję, o której jeszcze będziemy mówili.

Z tego, co powiedzieliśmy, uwidoczni się jasno różnica pomiędzy cyklami rui a menstruacją (por. rys. 26). Ruja jest okresem przygotowania i spółkowania, menstruacja zaś jest pewnym stanem pomiędzy dwoma okresami dojrzewania jaj, w którym nabłonek macicy, niezdolny już do dalszego oczekiwania na zapłodnienie wydalonego jaja, zostaje złuszczone, aby poprzez ponowną przebudowę stworzyć miejsce dla następnego z kolei jaja.

Z początku próbowano uzyskać hormon pęcherzykowy z soku dojrziałych pęcherzyków Graafa, później z łożyska,

a wreszcie z moczu ciężarnych klaczy i kobiet. Zasluguje na uwagę, że hormon ten znajduje się w bardzo dużej ilości również w moczu u ogierów. Mocz koński jest wskutek tego obecnie najbardziej stosowanym produktem wyjściowym dla przemysłowego wytwarzania follikuliny, której budowa chemiczna jest dziś znana, a której produkcja syntetyczna jest niecelowa, gdyż mamy zawsze do rozporządzenia wystarczający i tani zwierzęcy materiał wyjściowy. Trzeba tu jeszcze wspomnieć, że w przypadku hormonu pęcherzykowego mamy do czynienia z licznymi, pod względem chemicznym spokrewnionymi z sobą substancjami, o wzorze ogólnym  $C_{18}H_{22}O_2$ , albo  $C_{18}H_{24}O_2$  w przypadku oestradiolu. Istnieją ponadto inne bardzo podobne substancje o zbliżonym działaniu, które możemy nazwać *grupą oestrynową*.<sup>1</sup>

Hormon pęcherzykowy prócz swego wpływu na przebudowę macicy i jej śluzówki oraz wpływu na wzrost i doj-

---

<sup>1</sup> Ponieważ hormon pęcherzykowy występuje w jajniku oraz w kosmówce łożyska w wielu postaciach izomerycznych, albo pochodnych, o różnych wartościach potencjalnych, to z chwilą otrzymania tego hormonu w zupełnie czystym stanie krystalicznym postanowiono na międzynarodowej konferencji standaryzacyjnej Komitetu Higieny Ligi Narodów, która odbyła się w r. 1935 w Londynie, aby najpospolitszą formę follikuliny, czyli tzw.  $\alpha$  hormon pęcherzykowy nazwać: *oestron*. 0,1  $\gamma$ , czyli 0,0001 mg, krystalicznego hormonu pęcherzykowego stanowi międzynarodową jednostkę oestronu. Nazwa *oestradiol* natomiast oznacza szczególnie silnie działający benzoat dihydro-hormonu pęcherzykowego. 0,1  $\gamma$  benzoatu dihydro-hormonu pęcherzykowego tworzy międzynarodową jednostkę oestradiolu. Biologiczne mianowanie hormonu pęcherzykowego odbywa się według metody Allena i Doisy'ego w jednostkach mysich (J. M.). Jednostka mysia stanowi tę najmniejszą ilość hormonu, która jest zdolna wywołać w ciągu 48—96 godzin u co najmniej 60% kastrowanych myszy doświadczalnych charakterystyczne dla rui stadium proliferacji śluzówki pochwy, przy którym wydzielina pochwowa zawiera bryłki zrogowiałych komórek nabłonkowych. W 1 litrze moczu płciowo dojrziałych kobiet znajduje się przeciętnie 100 jednostek mysich hormonu pęcherzykowego, przy końcu zaś ciąży ilość hormonu wzrasta do 10.000—20.000 jednostek. (Przyp. tłum.)

rzewanie młodzieńczych jajowodów powoduje powiększenie się gruczołów mlecznych. Ponieważ działa on jednocześnie na cielesną i duchową gotowość samicy do aktu płciowego, to krótko mówiąc jest hormonem przygotowującym rozród. Hormon follikularny występuje jednak nie tylko u kobiety i u samic zwierząt kręgowych. Pomijając fakt wyjątkowy, że ogier wytwarza więcej tego hormonu niż ciężarna klacz, follikulina występuje w drobnych, co prawda, ilościach u mężczyzn<sup>1</sup> oraz u samców kręgowców, a prócz tego u zwierząt bezkręgowych, a nawet daje się wykazać u roślin.

#### Ciało żółte (Corpus luteum).

Wróćmy raz jeszcze do sprawy zapłodnienia jaja, wzrostu macicy i przebudowy jej ścianek. Aby nastąpiło zagnieżdżenie się jaja i zapoczątkowało odżywianie rozwijającego się zarodka, musi nastąpić przekształcenie gruczołowe macicy. Błona śluzowa macicy zostaje rozluźniona i staje się soczysta, gruczoły śluzówki narastają i są pobudzane do wytwarzania cieczy odżywczej (rys. 22, III). Ścianka macicy staje się dzięki temu gotowa do przyjęcia jaja i do żywienia powstającego zarodka. U niższych ssaków, tj. u torbaczy (*Marsupialia*), zwierząt przeważnie australijskich, odżywianie płodu ogranicza się prawie całkowicie do wydzielania tych gruczołów macicznych. U ssaków zaś wyższych do wydzieliny wspomnianych gruczołów dołączają się bardzo szybko substancje krwi matczynej, które przedostają się do zarodka; powstaje wreszcie łożysko, przez które naczynia krwionośne matki i zarodka wchodzą w najściślejszy ze sobą związek.

Wykształcanie się gruczołów macicznych, przebudowa macicy w celu przygotowania do ciąży oraz wytwarzanie łożyska są dziełem drugiego hormonu jajnikowego: *progesteryny*, *progesteronu*, *luteohormonu* albo *hormonu ciała żółtego*, który wytwarza się obficie w ciele żółtym jajnika po

<sup>1</sup> Około 10 jednostek mysich w 1 litrze moczu. (Przyp. tłum.)

zapłodnieniu jaja. Ciało żółte ciążowe (*corpus luteum graviditatis*), rozwijające się po zapłodnieniu, jest utworem znacznie większym i trwalszym niż przemijające, drobne ciała żółte menstruacyjne (*corpora lutei menstruationis*), powstające z resztek pęcherzyków Graafa jaj nie zapłodnionych i mające na celu dokonanie pierwszego przekształcenia gruczołowego macicy. W ten sposób wytwarzają one warunek konieczny dla osiedlenia się jaja, po jego zaś wydaleniu i po menstruacji rola ich jest skończona, tym samym więc czynność ich jest ograniczona tylko do krótkiego okresu czasu (rys. 22, III). Ciało żółte, powstające przy zapłodnieniu, ma jednak za zadanie zapoczątkowanie właściwej ciąży i wytworzenie łożyska, oraz dopilnowanie dalszego losu zapłodnionego jaja. Do jego wreszcie zadań należy uniemożliwienie pojawiania się dalszych jaj dojrzałych, aby zapobiec ponownemu zapłodnieniu podczas ciąży. Dopóki czynne jest ciało żółte, dopóty niemożliwe jest ponowne zapłodnienie. Takie zabezpieczenie przed zapłodnieniem jest podczas ciąży konieczne, ponieważ wszystkie siły organizmu macierzyńskiego muszą być oddane dla dobra rozwijającego się zarodka, ciało zaś matki nie jest w stanie przystosowywać się jednocześnie do zarodków w różnych stadiach rozwojowych. Gdy jednak, jak to się niekiedy obserwuje, ciało żółte utrzyma się po przebytej ciąży, to wówczas taki osobnik staje się nieplodny. Tak np. zdarza się niekiedy u krów, że z powodu zatrzymania się w jajniku ciała żółtego następuje czasowa bezpłodność. Weterynarz stosuje wówczas względnie prostą operację, przy której ciało żółte zostaje zniszczone przez zgniecenie.

Progesteron jest hormonem, który zaczyna działać wówczas, gdy rola follikuliny jest prawie ukończona. Hormon pęcherzykowy zarządza przygotowaniem i przebudową macicy, hormon zaś ciała żółtego wywołuje przekształcenie gruczołowe macicy, będące warunkiem wstępnym dla zagnieżdżenia się zapłodnionego jaja i dla dalszego odżywiania rozwijającego się płodu, jak również

ma na celu zahamowanie dojrzewania jaj w jajniku. Jest rzeczą charakterystyczną, że hormon ciała żółtego wykonuje swoją czynność dopiero wówczas, gdy macica zostanie przebudowana przy udziale hormonu pęcherzykowego. Hormon ciała żółtego, poprzedzony przygotowawczym działaniem hormonu rui, jest hormonem przysabiającym do ciąży. Obydwa hormony pracują harmonijnie, jak dwaj robotnicy w warsztacie, którzy uzupełniają swe czynności i z których drugi doprowadza do końca pracę wykonaną w połowie przez pierwszego.

Charakterystyczne przekształcenia macicy, przygotowujące ciążę i wywołane działaniem hormonu ciała żółtego w normalnym przebiegu rozwoju jaja dają się zużytkować w doświadczeniach ze zwierzętami jako próbna metoda badawcza, gdyż działanie progesteronu jest identyczne, niezależnie od tego, czy tworzy się on w ciele i służy naturalnym zjawiskom rozwojowym, czy też jest wprowadzony sztucznie. W ostatnim przypadku również dochodzi do tych wszystkich przekształceń, jakim normalnie podlega macica w czasie przygotowania do ciąży. Powstaje więc obraz ciąży rzekomej, czyli sztucznie narzucone organizmowi przekształcenie ciążowe macicy, pomimo że w organizmie w rzeczywistości nie ma zapłodnionego jaja, dla którego macica tak się przygotowuje. Zwykle używamy w tym celu dojrzałych płciowo, kastrowanych królików albo też zwierząt bardzo młodych, których macica jest wprawdzie poddana działaniu follikuliny i zmuszona do przebudowy.

Hormon ciała żółtego, chociaż jest wytwarzany przez to właśnie ciało żółte, znajduje się jednak w nim tylko w tak drobnych ilościach (niewątpliwie zostaje on szybko oddawany do krwi), że wykazanie go na drodze chemicznej przedstawia duże trudności. Również w moczu ciężarnych kobiet i samic ssaków oraz w łożysku występuje on, w przeciwstawieniu do follikuliny, w nadzwyczaj słabej koncentracji. Pomimo to udało się wyjaśnić jego budowę. Jest to luteosteron o formule ogólnej  $C_{21}H_{30}O_2$ . I w tym

przypadku występują niewątpliwie różne, zupełnie podobne substancje o odmiennym stopniu działania, tworzące grupę hormonów progesteronowych albo luteosteronowych. Czynność hormonu jest uwarunkowana współpracą dwóch substancji izomerycznych o prawie jednakowym składzie, progesteronu C i D (inaczej progesteronu  $\alpha$  i  $\beta$ ).

Obydwa więc hormony jajnika uzupełniają się wzajemnie. Hormon pierwszy — follikulina — pozostaje na usługach rui, czyli cielesnego i duchowego przygotowania do kopulacji, hormon drugi — progesteron — stwarza ochronę zapłodnionego jaja oraz działa jako czynnik przygotowujący ciążę i przekształcający macicę do ochrony i odżywiania tworzącego się zarodka.

Hormon ciała żółtego jest hormonem, który w leczeniu gra ważną rolę przy zaburzeniach miesiączkowania, chorobliwych zakłóceniach przebiegu ciąży, w krwawieniach i przy skłonności do nawykowych poronień.

### Androsteron i testosteron.

Męskie gruczoły płciowe, jądra (*testes*), powstają, podobnie jak gruczoły żeńskie, przez proliferację komórek ściany jamy ciała i z początku jeszcze się od tych ostatnich nie odróżniają. Później jednak tworzą się z proliferujących pasem komórkowych skupienia komórek, tworzące otwarte kanaliki — kanaliki nasienne (*tubuli seminiferi*), w których ściankach z prakomórek płciowych rozwijają się plemniki (*spermia*). Jądra wykształcone stanowią gruczoły złożone z woreczkowatych, rozgałęzionych kanalików nasiennych i z tkanki łącznej. W tkance łącznej jąder występują komórki śródmiąższowe (*cellulae interstiliales*), podobnie jak w jajnikach. Do dodatkowych gruczołów płciowych męskich należy u ssaków przede wszystkim gruczoł krokowy albo sterczowy (*prostatea*), składający się z surowiczego materiału gruczołowego,

mięśni i tkanki łącznej i wysyłający przewody wyprowadzające do cewki moczowej.<sup>1</sup>

Chociaż czynność hormonalną gruczołów płciowych męskich rozpoznano najwcześniej spośród czynności wszystkich innych narządów wydzielania wewnętrznego, bo już przed 90-ciu laty, to jednak izolowanie i sztuczne uzyskanie hormonów tych gruczołów osiągnięto dopiero w ostatnich czasach. Z wyciągami substancji czynnej jąder otrzymywano z początku niewiele wyników dodatnich, aż do czasu wyodrębnienia z moczu mężczyzn hormonu zwanego *androsteronem*,<sup>2</sup> który wykazuje niezwykle bliskie podobieństwo chemiczne do hormonu pęcherzykowego jajnika i który niewątpliwie stanowi jeden z hormonów płciowych męskich. Następnie udało się otrzymać androsteron sztucznie<sup>3</sup> przez rozkład steryn, czyli skomplikowanych substancji, podobnych do alkoholów, spośród których najbardziej jest znana cholesteryna, występująca szczególnie obficie w żółci i w mózgu.

Również i progestyna, czyli hormon ciała żółtego, daje się otrzymać z rozkładu steryn. Przejawia się w tym podobieństwo i pokrewieństwo hormonów płciowych, co ostatecznie nie powinno tak bardzo dziwić. Szczególnie zasługuje na uwagę bliska zgodność chemiczna pomiędzy follikuliną i androsteronem, albo między oestradiolem a testosteronem. Dla ilustracji przytaczamy poniżej wzory strukturalne trzech hormonów, z których nawet dla niechemika wynika jasno ich pokrewieństwo.

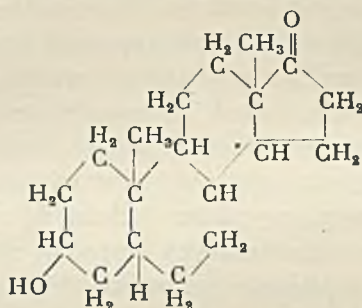
---

<sup>1</sup> Pomimo istnienia w handlu preparatów otrzymywanych z tkanek gruczołu krokowego i stosowanych przeciw chorobliwemu przerostowi tego narządu, dziś jeszcze nie wiemy, czy gruczoł krokowy posiada jakąkolwiek czynność dokrewną. (Przyp. tłum.)

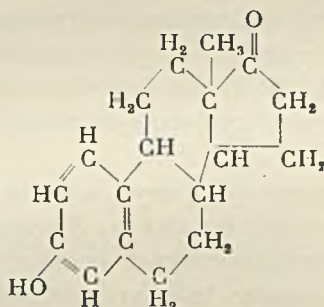
<sup>2</sup> Dokonał tego badacz niemiecki Butenandt w roku 1931, otrzymując hormon w stanie krystalicznym. W roku 1934 Butenandt podał wzór androsteronu:  $C_{19}H_{30}O_2$ . (Przyp. tłum.)

<sup>3</sup> Rużička. (Przyp. tłum.)

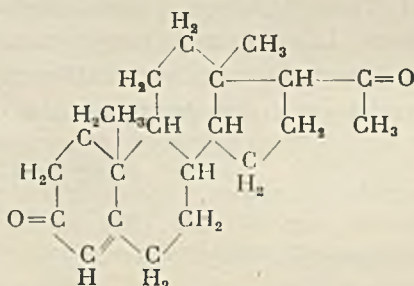
Co się tyczy androsteronu, to właściwie nie było całkiem pewne, czy stanowi on jeden jedyny hormon męski, czy też



Androsteron  $C_{19}H_{30}O_2$



Hormon pęcherzykowy  $C_{18}H_{22}O_2$



Hormon ciała żółtego  $C_{21}H_{30}O_2$

przeszedł on w moczu, z którego pierwotnie był otrzymywany, pewne nieznaczne przekształcenie. Okazało się przy tym, że sam androsteron nie może jednak zastąpić hormo-



nalnego działania męskich gruczołów płciowych. Niedawno zdołano otrzymać z jąder bydłych jeszcze inne bardzo ściśle spokrewnione pod względem chemicznym substancje czynne, a zwłaszcza *testosteron*,<sup>1</sup> o wzorze  $C_{19}H_{28}O_2$ , który najprawdopodobniej stanowi właściwy hormon płciowy męski.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Otrzymany w roku 1935 przez F. Laquera i współpracowników. Syntezy testosteronu z *transdehydrosteronu* dokonał Rużička. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Mianowanie preparatów hormonu męskiego odbywa się zwykle w jednostkach kogucich, przy czym działanie preparatu ocenia się na podstawie rozrostu grzebienia koguciego, którego wielkość mierzy się na początku, w środku i pod koniec badania zwierzęcia doświadczalnego. Jednostkę kogucią hormonu stanowi ta najmniejsza ilość codziennie wstrzykiwanego hormonu, która po pięciokrotnym wstrzyknięciu kastrowanemu kogutowi wywoła w siódmym dniu po rozpoczęciu próby wzrost powierzchni grzebienia o 30%. Istnieją różne modyfikacje tej próby. (Przyp. tłum.)

ZWIĄZEK POMIĘDZY GRUCZOŁAMI PŁCIOWYMI  
A PRZYSADKĄ MÓZGOWĄ

Z tego wszystkiego, co dotąd dowiedzieliśmy się o gruczołach płciowych, widzimy, że zadanie tych ważnych organów jest bardzo wielostronne. Produkują one komórki rozrodcze, a zarazem wytwarzają hormony, które warunkują rozwój zarodka, przyczyniają się do wytwarzania drugorzędnych cech płciowych, współdziałają w rozwoju cielesnym i duchowym i jako pobudziciele całego systemu dokrewnego utrzymują w równowadze zdolność czynnościową całego organizmu. Pomimo to byłoby błędem, gdybyśmy zanadto wysuwali gruczoły płciowe na szczyt czynności dokrewnych, gdyż one same podlegają wpływom wydzielania wewnętrznego i są zarządzane przez ważny gruczoł dokrewny — przysadkę mózgową.

Przysadka mózgową, mieszcząca się na dnie między-mózgowia, stanowi właściwy ośrodek dokrewny, będący naczelną instancją współpracy narządów endokrynowych. O tym organie pomówimy szczegółowo w przyszłości, na razie interesuje nas wpływ jego na wzrost i pracę gruczołów płciowych. Płat przedni przysadki mózgowej należy uznać za motor funkcji seksualnych, gdyż jeśli zostanie zniszczony, to wtedy gruczoły płciowe uwsteczniają się, jeśli zaś płat ten wszczepić młodemu, niedojrzalemu płciowo zwierzęciu, to wówczas gruczoły i cały aparat płciowy rozwijają się w sposób przyspieszony. Najistotniejszy jest przy tym rozwój gruczołów płciowych żeńskich, wywołany przez hormon przedniego płata przysadki, ponieważ wpływ na inne części aparatu płciowego żeńskiego jest funkcją hormonu pęcherzykowego, a więc jest tylko skutkiem pośrednim działania hor-

monu przysadkowego. Różnica pomiędzy działaniem hormonu gonadotropowego przedniego płata przysadki a hormonem samego gruczołu płciowego polega więc na tym, że przysadka mózgowa pobudza gruczoły rozrodcze, które ze swej strony wpływają na pozostałe części aparatu płciowego. W odróżnieniu od omówionego przez nas działania follikuliny hormon przysadki nie posiada zdolności wywierania wpływu na kastrowane zwierzęta. Hormon przysadki jest więc hormonem nadrzędnym, który powoduje dojrzewanie jajników i wprawia w ruch produkcję hormonów przez jajnik. Można przy tym stwierdzić dwie różne fazy działania przysadki, które pozostają pod wpływem dwóch odrębnych hormonów przysadkowych — *prolanu* A i B. Okresem działania prolanu A jest faza pierwsza, czyli faza przygotowawcza, podczas której jajnik wzrasta, pęcherzyki Graafa dojrzewają i zostaje wydzielony hormon pęcherzykowy. Jest to faza rozrostu macicy i jajowodów, rui i działania hormonu pęcherzykowego, a więc okres przygotowania organizmu macierzystego do poczęcia.

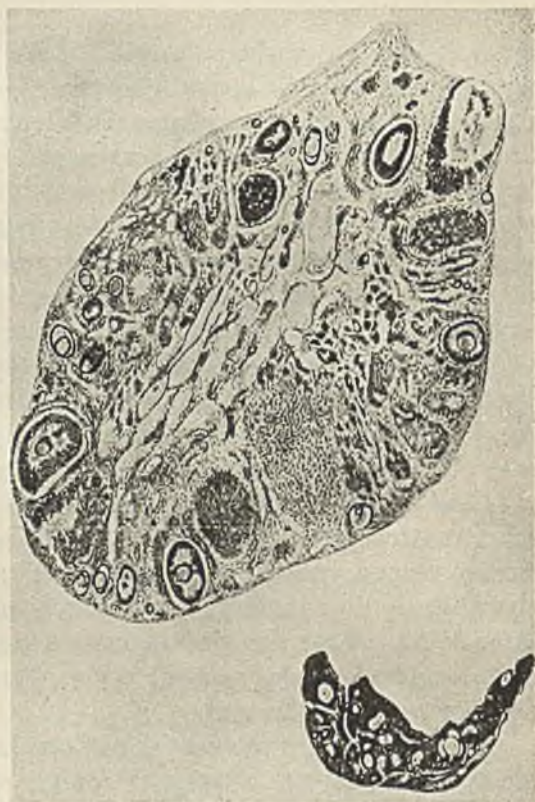
Faza druga przypada na czas opieki ze strony ciała macierzystego nad wzrastającym zarodkiem. Gruzoły maciczne rozpoczynają wydzielanie, wewnątrz macicy przysposabia się do zagnieżdżenia i odżywiania zapłodnionego jaja. Jest to okres działania hormonu ciała żółtego i przekształcania się macicy przed ciążą. Okres ten pozostaje pod wpływem prolanu B.

Przysadka mózgowa jest więc pobudzicielką gruczołów płciowych, motorem czynności rozrodczej, gdyż i u płci męskiej, a także i u niższych kręgowców, wykształcanie się i czynność gruczołów rozrodczych zależy od produkcji i wydzielania hormonów gonadotropowych, wytwarzanych przez płat przedni tego gruczołu. Płat przedni przysadki jest organem nadrzędnym, od którego czynności zależy los gruczołów płciowych, gdyż nie te gruczoły, lecz właśnie przysadka mózgowa wywołują cykl płciowy i jego rytmikę. Trzeba jednak zaznaczyć, że gruczoły płciowe

posiadają ze swej strony możność oddziaływania na przysadkę i to w ten mianowicie sposób, że obficie wydzielony hormon płciowy działa hamująco na wydzielanie się hormonu gonadotropowego przysadki. Jeśli, jak na przykład przy usunięciu gonad, zdarzy się brak działania hamującego hormonów płciowych, to wówczas powstaje stan zadziwiający: przysadka wydziela znacznie więcej hormonu gonadotropowego u kastratów niż u zwierząt normalnych.

W pozbawionym gonad ciele zwierzęcym hormony te nie mogą co prawda wykazać swego działania. Można jednak stwierdzić wzmoczoną ich działalność u kastratów, bądź

to przez badanie histologiczne, bądź też stosując przeszczepianie przysadki do ciała zwierzęcia niedorozwiniętego, przy czym okazuje się, że przysadka kastratów wywiera wpływ znacznie silniejszy niż przysadka zwierzęcia normalnego. Wzajemne działanie przysadki i gruczołów rozrodczych



Rys. 25. U dołu: prawy jajnik starej myszy; u góry; lewy jajnik tej samej myszy poddany działaniu prolaktinu. (Według Zondeka.)

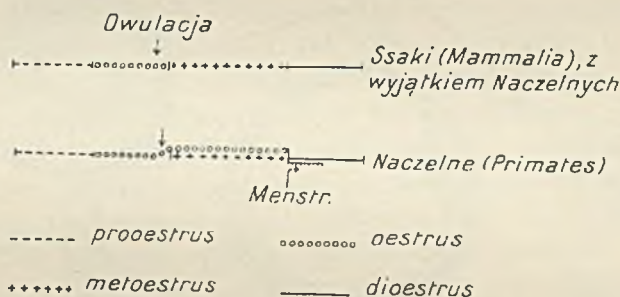
możemy wyobrazić sobie w ten sposób, że wpierw zaczyna funkcjonować przysadka mózgowa, wydzielając hormon gonadotropowy i w ten sposób pobudzając gonady do czynności, następnie zaś są wydzielane hormony płciowe, które ze swej strony działają hamująco na przysadkę, aż do czasu, gdy ich ilość ponownie się zmniejszy i przysadka znowu rozpocznie swą czynność. Funkcja więc gruczołów rozrodczych jest niemożliwa bez udziału hormonu przysadki — prolanu. Jeśli tak jest istotnie, to stosując transplantację przysadki mózgowej zwierząt młodocianych na zwierzęta stare, z wygasłą czynnością gruczołów płciowych, należy oczekiwać możliwości osiągnięcia skutków odmładzających. Istotnie, przy takich doświadczeniach daje się doprowadzić zwierzęta stare ponownie do stanu świeżości płciowej (rys. 25), a więc wywołać ożywienie organizmu w tym samym sensie, jak to opisywaliśmy mówiąc o hormonach gruczołów płciowych. Wyników dodatnich możemy przy tym oczekiwać dopóty, dopóki pod wpływem wydzielania się prolanu gonady starego zwierzęcia mogą być jeszcze pobudzone do czynności. W ten sposób dochodzimy wreszcie do spraw, które odbywają się podczas cyklu płciowego w przebiegu rui i menstruacji.

## RYTM CZYNNOSCIOWY GRUCZOŁÓW PŁCIOWYCH

## Rozród i ciąża. Cykle rui i menstruacji.

U większości zwierząt ssących w czasie rui następuje owulacja czyli pęknięcie pęcherzyka Graafa, występowanie z jajnika dojrzałego jaja i wnikanie jego do jajowodu. Wszystko to odbywa się w pierwszej głównej fazie rui, przebiegającej pod wpływem hormonu jajnika — follikuliny. Odbywa się to u większości zwierząt bez udziału jakichkolwiek szczególnych wpływów zewnętrznych, u niektórych jednak, np. u królików i kotów, bezpośrednio po spółkowaniu. Te właśnie zwierzęta wykazują w sposób szczególnie wyraźny skutki pęknięcia pęcherzyka Graafa. Jeśli bowiem usunąć przysadkę mózgową królikowi, to pęknięcie pęcherzyka nie następuje. Gdy dokonać wyjęcia przysadki mózgowej w godzinę lub dwie po spółkowaniu, to skutek jest taki sam; jeśli jednak wycięcie przysadki nastąpi dopiero w 10—12 godzin po akcie płciowym, wówczas pęcherzyk pęka i to niewątpliwie dlatego, że w ciągu wspomnianego okresu czasu przysadka mózgową miała możność wydzielania dostatecznej ilości hormonu gonadotropowego. Odwrotnie, ponieważ u dojrzałej płciowo królicy można przez zastosowanie zastrzyków prolanu wywołać w każdym czasie pęknięcie pęcherzyka Graafa, to rzecz jasna, że proces przechodzenia jaja z jajnika do jajowodu pozostaje pod wpływem raptownie wzmożonego wydzielania hormonu gonadotropowego przedniego płata przysadki. Właściwie więc proces ten przebiega w ten sposób, że spółkowanie działa jako bodziec na przysadkę, po czym zostaje wydzielony we wzmożonej ilości hormon gonadotropowy, który wraz z krwią dostaje się do jajnika i powoduje pęknięcie pęche-

rzyka Graafa. Dzięki sprzęgnięciu się aktu płciowego z procesem przechodzenia do jajowodu jaja zdolnego do zapłodnienia jest niewątpliwie ułatwiona możliwość zapłodnienia. U innych zwierząt ssących (Naczelne, *Primates*) oraz u kobiety takie sprzężenie kopulacji z owulacją nie istnieje, a jednak przez zwiększony dopływ prolanu można za każdym razem wywołać pęknięcie pęcherzyka, chociaż

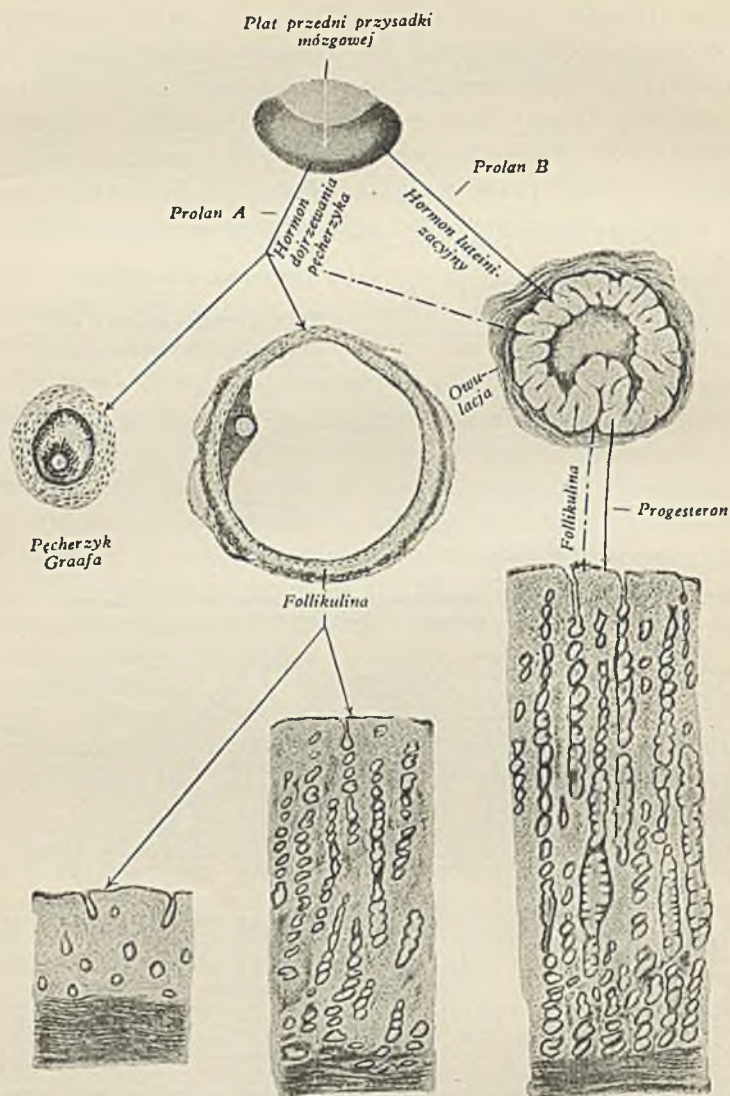


Rys. 26. Schemat różnych faz cyklu rui u niższych zwierząt ssących i menstruacji u Naczelných. (Według Genella.)

dopiero w czasie nieco późniejszym. I tu więc pęknięcie pęcherzyka Graafa jest uzależnione od przedniego płata przysadki mózgowej. Potrzebna jest przy tym zwiększona doza wydzielania prolanu, tak zwana doza pęknięcia, która musi być co najmniej dwukrotnie większa od dozy dojrzewania, warunkującej dojrzewanie pęcherzyka Graafa.

#### Faza I.

W ten sposób stwierdziliśmy podczas rui, w jej pierwszej fazie przygotowawczej, stosunki następujące: wydzielanie się hormonu gonadotropowego przedniego płata przysadki mózgowej, dojrzewanie jajników i pęcherzyków Graafa, wydzielanie się hormonu pęcherzykowego — follikuliny i warunkowane przez nią rozrost i przebudowa przygotowawcza macicy i jej śluzówki, pojawianie się objawów rui oraz cielesna i duchowa gotowość do aktu płciowego, następnie — wzmożone wydzielanie prolanu przez przysadkę, pęknięcie dojrzałych pęcherzyków Graafa, odbywa-



Rys. 27. Przedni płat przysadki mózgowej wydziela przede wszystkim prolan A, hormon pobudzający dojrzewanie pęcherzyka Graafa oraz produkcję hormonu pęcherzykowego. Hormon pęcherzykowy powoduje pierwsze zmiany w szluzówce macicy. Tuż przed pęknięciem pęcherzyka Graafa wydziela płat przedni przysadki mózgowej prolan B, hormon powodujący pęknięcie pęcherzyka Graafa (owulację) i tworzenie się ciała żółtego. Wytworzony przez ciało żółte progesteron (hormon ciała żółtego) wywołuje przekształcenie gruczolowe szluzówki macicy. (Według Zondeka.)



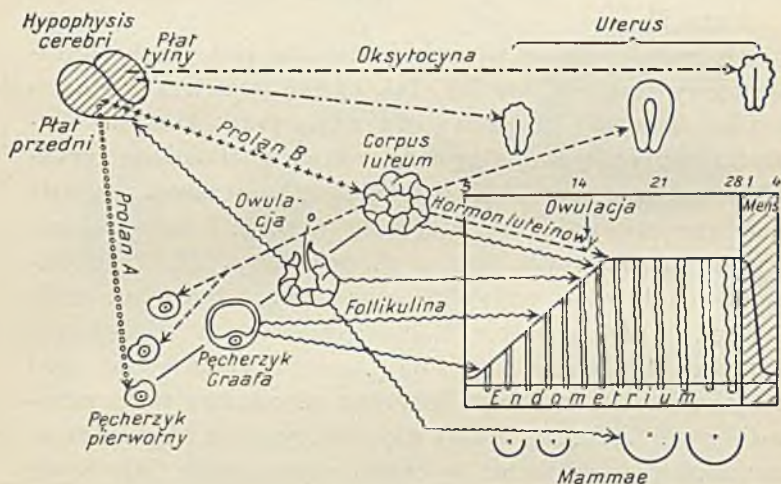
jące się samo przez się, albo pod wpływem bodźca, jakim jest spółkowanie, oraz wędrówkę dojrzalego jaja z jajnika do jajowodu (rys. 27). Na tym kończy się faza pierwsza. Tylko podczas rui (*oestrus*) zwierzęta są zdolne do rozmnażania i tylko podczas jej trwania wykazują popęd do spółkowania. Okresy rui są jednak zależne od organizacji zwierzęcia, trybu życia i klimatu.

#### Faza II.

Do zagnieżdżenia się jaja konieczne jest przekształcenie błony śluzowej macicy, tak zwane przekształcenie przedciążowe (pregrawidualne), przy którym śluzówka jest silniej zaopatrywana w krew, rozluźniona i przygotowana do wytworzenia łożyska, gdy tymczasem gruczoły maciczne rozwijają się, stają się większe i szersze i zaczynają produkować śluz i glikogen (rys. 22, III). Odbywa się to pod wpływem *progesteronu*, hormonu ciała żółtego, które powstaje z przekształconych resztek pęcherzyka Graafa. Ciało żółte zostaje wytworzone pod wpływem luteinizującego hormonu przedniego płata przysadki (rys. 27, 28, 29). Mamy więc do czynienia z tym samym zasadniczo zjawiskiem: w chwili wystąpienia jaja z pęcherzyka zaczyna działać płąt przedni przysadki, który wydziela prolaktynę B i warunkuje tworzenie się ciała żółtego. Ciało żółte wydzielają progesteron i przygotowują przekształcenie macicy, czyli jej fazę przedciążową. U wielu zwierząt ssących, jak np. u myszy i szczurów, przekształcenie przedciążowe zależne jest od zapłodnienia jaja. Jeśli jajo pozostanie niezapłodnione, to wpływ ciała żółtego jest zbyt nieznaczny, aby wywołać wyraźny skutek. Jednak u większości ssaków i u kobiety faza przekształceniowa zostaje przeprowadzona w każdym przypadku. Jeśli jajo pozostaje niezapłodnione, to niepotrzebnie rozbudowana śluzówka musi być odrzucona albo uwsteczniowana (rys. 22, I). Tylko u ssaków najwyższych, to jest u małp i człowieka, dochodzi przy tym do krwawień menstruacyjnych.

Widzimy z powyższego, że cykle płciowe w życiu kobiety

i samic zwierząt ssących pozostają pod wpływem nadzwyczaj skomplikowanego współdziałania gruczołów płciowych i przedniego płata przysadki mózgowej, przy czym hormony tego płata regulują wytwarzanie i wydzielanie hormonów płciowych, które ze swej strony wywołują przekształcanie macicy i żeńskich dróg wyprowadzających. O istnieniu



Rys. 28. Regulacja hormonalna cyklu menstruacyjnego. (Według Genella.)

podobnych zjawisk u mężczyzny nie wiemy nic pewnego, chociaż istnieją niektóre dane, że i u niego można się doszukać pewnych cykli płciowych. U samców ssaków spotykamy natomiast te same zasadniczo stosunki zależności od okresów rui co i u samic, z tą jednak różnicą, że nie jest tu potrzebna tak powikłana współpraca dwóch różnych hormonów płciowych, a co najmniej nic jeszcze o niej nie wiemy.

### Ciąża.

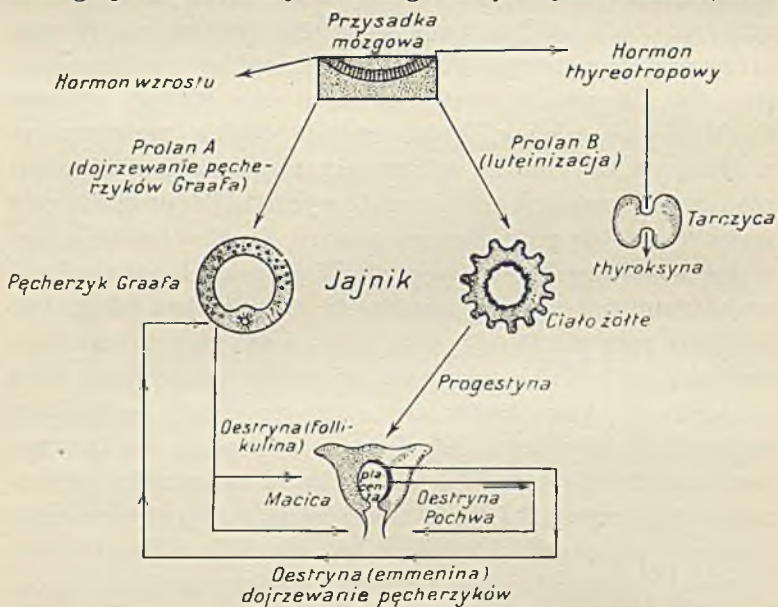
Pomijając już kwestię zapłodnienia i rozwoju zarodka, sprawy seksualne u płci żeńskiej, dotyczące rytmiki działania hormonów przysadki mózgowej i gruczo-

łów płciowych, są o wiele bardziej skomplikowane niż u płci męskiej. Gdy natura dąży w tych sprawach do celu ostatecznego — zapłodnienia i ciąży, hormony zachowują się w sposób o wiele bardziej skomplikowany. W momencie kiedy zapłodnione jajo zagnieżdża się w śluzówce macicy, rozwija się ciało żółte, tworząc duży gruczoł dokrewny, który w innym przypadku zostałby szybko uwsteczniiony (rys. 23). Wyprodukowany hormon ciała żółtego wpływa na śluzówkę macicy, która zostaje obficie zaopatrzona w naczynia krwionośne w tym celu, aby łącznie z błonami płodowymi rozwinąć kosmkowate wyrostki i doprowadzić do wytworzenia się powikłanego utworu, bardzo obfitującego w krew — łożyska (*placenta*). W łożysku krążenie krwi organizmu matczynego zespala się z krążeniem płodu tak ściśle, że substancje odżywcze i tlen krwi matczynej mogą przedostawać się i odżywiać zarodek. Odwrotnie, płód wydziela do krwi matki zbyteczne produkty przemiany materii.<sup>1</sup> W przebiegu ciąży łożysko powiększa się tworząc duże ciało, wagi około 1½ kg, które teraz samodzielnie wykonuje swoje czynności, przy czym może zastąpić ciało żółte a nawet cały jajnik. Usunięcie bowiem ciała żółtego na początku ciąży nieodzownie prowadzi do poronienia, co się nie zdarza już po pewnym czasie. Z początku musi ciało żółte dokonać budowy łożyska, oczywiście za pośrednictwem swych hormonów. Dopiero więc później może łożysko przejąć i pełnić swe zadania samodzielnie. Począwszy od tego momentu należy uważać łożysko również za narząd dokrewny. Istotnie, można w tym czasie usunąć jajnik, a jednak ciąża nie zostanie przerwana, jak również nie znika we krwi follikulina ciążowa. Podczas ciąży u kobiety wydzielanie hormonu pęcherzykowego i prolanu przysadki zwiększa się w ciele matki tak znacznie, że zarówno we krwi jak i w mo-

---

<sup>1</sup> Pomimo tak ścisłej łączności pomiędzy krwiobiegiem matki i płodu, łożysko nie dozwala na bezpośrednie mieszanie się ich krwi. Pod względem serologicznym surowica krwi matki nie jest identyczna z surowicą dziecka. (Przyp. tłum.)

czu ciężarnych istnieją i mogą być łatwo wykazane duże ilości tych hormonów (rys. 30). Ilość follikuliny wzrasta się przy tym w miarę postępu ciąży, gdy natomiast prolan tworzy się i wydziela w dużych ilościach, poczynając już od samego początku ciąży. Dlaczego dzieje się tak właśnie, tru-



Rys. 29. Schemat wpływu wywieranego przez hormon gonadotropowy na dojrzewanie pęcherzyków Graafa i wytwarzanie ciała żółtego. (Według S a v i č a.)

dno znaleźć odpowiedź, tym bardziej, że stosunki u zwierząt są często zupełnie odmienne od ludzkich i nie zawsze daje się stwierdzić u nich w okresie ciąży zwiększenie ilości tych hormonów.

Szczególne stosunki, występujące podczas ciąży polihormonalnej, jaka egzystuje u człowieka i wielu zwierząt, np. u małp wyższych i u ciężarnych klaczy, mają przede wszystkim tę dobrą stronę dla badań nad hormonami, że mocz kobiet ciężarnych albo brzemiennych klaczy stanowi tani i obfity materiał wyjściowy dla fabrykacji follikuliny. Wyłącznie tylko podczas ciąży u kobiety zawar-

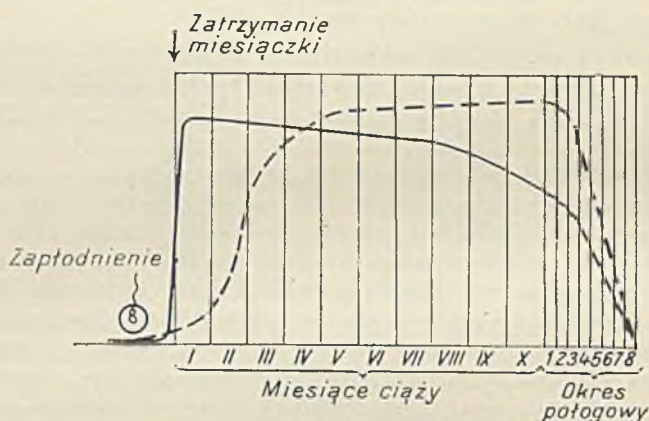
łość prolanu w moczu znacznie wzrasta (rys. 30). Na wzmożonej zawartości prolanu w moczu kobiet ciężarnych oparta jest najlepsza dziś reakcja na ciążę A-Z, czyli reakcja Aschheima i Zondeka. Przy tej reakcji drobna ilość moczu kobiecego zostaje wypróbowana na niedojrzałych płciowo samicach gryzoni. Sztucznie osiągnięta dojrzałość aparatu płciowego u takich zwierząt, wywołana obecnością prolanu w zastrzykniętym moczu kobiecym, zostaje zużytkowana jako wczesne rozpoznanie ciąży.<sup>1</sup>

Wraz z wzrostem zawartości follikuliny i prolanu we krwi wzrasta również zawartość tych hormonów w łożysku. Faktem jest, że można dziś przypisywać łożysku

---

<sup>1</sup> Początek ciąży u kobiety jest bardzo trudny do rozpoznania. Ustanie menstruacji może być zawodne, gdyż często jest powodowane chorobliwymi zaburzeniami w organizmie, które nie mają żadnego bezpośredniego związku z ciążą. Wszystkie inne oznaki mogą okazać się również zawodne, zwykle zaś badanie ginekologiczne wykazuje ciążę z całą pewnością dopiero wówczas, gdy dadzą się uchwycić rytmiczne ruchy serca płodu, a więc zbyt późno. Wczesne rozpoznanie ciąży ma duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza wówczas gdy ciąża może zagrażać życiu kobiety, jak np. ciąża pozamaciczna, wymagająca natychmiastowej interwencji chirurgicznej, albo w przypadkach sądowo-lekarskich (np. ciąża na skutek zgwałcenia). Z różnych metod wczesnego wykrywania ciąży, biologicznych i chemicznych, wymaganiami klinicznym odpowiadają najbardziej metody czysto biologiczne, jako najpewniejsze. Prócz prawie niezawodnej (99,5% trafnej diagnozy), lecz trudnej technicznie i długotrwałej (około 100 godzin) próby Aschheima i Zondeka oraz jej różnych modyfikacji, przy których zamiast myszy używa się królików, żab, ryb itp., zasługuje na uwagę metoda chemiczna Visschera i Bowmana, szczególnie w modyfikacji Friedricha, polegająca na wykazaniu w moczu kobiecym wzmożonej podczas ciąży zawartości prolanu. Jeśli ciąży nie ma, to po dodaniu odpowiednich odczynników mocz barwi się na żółto, przy czym wytrąca się nieznaczna ilość proszkowatego osadu. W przypadku zajścia w ciążę mocz barwi się na kolor czerwonobrunatny i w próbówce tworzy się płatkowaty osad. Próba ta, nie wymagająca żadnych zwierząt doświadczalnych i badań mikroskopowych, wykrywa ciążę w ciągu najwyższej pół godziny z pewnością prawie 93%. (Przyp. tłum.)

nie tylko rolę spichlerza tych hormonów, lecz i zdolność do produkcji samego prolanu, ponadto — jak to wynika z przytoczonych skutków kastracji — łożysko może wytwarzać follikulinę, a więc dopełniać funkcję jajnika. Również płat przedni przysadki mózgowej wykazuje pod mikroskopem wyraźne oznaki czynności wzmożonej podczas ciąży. Czynność tego płata prawdopodobnie nie wyczerpuje się tylko we wzmożonej produkcji prolanu, lecz



Rys. 30. Wydzielanie prolanu — i wydzielanie hormonu pęcherzykowego ---- w moczu kobiecym podczas ciąży i porodu. Szczyt krzywych odpowiada przeciętnie mniej więcej około 10.000 jednostek mysich każdego hormonu. (Według Z o n d e k a.)

płat przedni wytwarza ponadto hormon wzrostu i inne hormony potrzebne do rozwoju płodu.

Reasumując możemy powiedzieć, że zapłodnione jajo po swym zagnieżdżeniu warunkuje wzmożone wydzielanie hormonu gonadotropowego przedniego płata przysadki mózgowej, szczególnie zaś prolanu B. Dzięki temu zostaje pobudzony rozwój ciała żółtego i wywołane zwiększone wydzielanie progestyny, która służy do przebudowy macicy i umożliwia powstawanie łożyska. Podczas ciąży u kobiet wydatnie wzmagają się produkcja follikuliny i prolanu, przy czym łożysko samo staje się narządem dokrewnym, wytwarzającym follikulinę. Wyprodukowane w nadmiarze hormony — follikulina i prolan zostają oczy-

wiście możliwie szybko usunięte z ciała wraz z moczem (rys. 30). Stąd też jest możliwa wczesna diagnoza ciąży, dzięki wpływowi wywieranemu na aparat płciowy młodocianych myszy i szczurów przez prolan zawarty w moczu kobiecym. Prolan znajdujący się w moczu u licznych zwierząt doświadczalnych, szczególnie u kręgowców zimnokrwistych, nie jest jednak zupełnie równoważnościowy z hormonem gonadotropowym przysadki mózgowej. Brak mu mianowicie pewnej substancji dodatkowej — *synprolanu*, wskutek czego nie wywiera on takiego działania fizjologicznego, jak otrzymany z przysadki. Natomiast u ludzi i u wyższych zwierząt ssących jest on przeważnie równoważnościowy pod względem biologicznym z wyciągami gruczołowymi.

Rzecz zrozumiała, że przy tak głębokich przekształceniach, jakie sprowadza ze sobą ciąża, również i inne gruczoły dokrewne zostają powołane do współdziałania. W szczególności zaznacza się wzmożona czynność tarczycy i kory nadnerczy, ale i przytarczycy zdają się pracować ponad normę.

Rola gruczołów przytarczycowych tkwi w sprawach przemiany wapniowej. Podczas ciąży, jak wiemy, zarówno wapń jak i fosfor muszą być dostarczane w zwiększonej ilości tworzącemu się układowi kostnemu płodu, przytarczycy muszą więc teraz pracować intensywniej niż zwykle. Stąd też jest zrozumiałe, że w czasie ciąży, na skutek wzmożonego zapotrzebowania wapnia ze strony ciała zarodka, mogą czasami pojawiać się pewne niedomagania, jak skłonność do tężyczki lub do obniżenia zawartości wapnia w kościach i zębach matki. Stąd też pochodzi znane powiedzenie, że jednym zębem matka opłaca każde swe dziecko. W większości przypadków działa tutaj ochronnie i uzdrawiająco pokarm obfitujący w wapń albo stosowanie witaminy D, która podobnie jak przytarczycy reguluje przemianę wapniową.

Laktacja czyli wydzielanie się mleka.

Do skutków wzmożonej produkcji hormonów podczas ciąży należy również rozwój sutków piersiowych (*mam-*

mae) i tworzenie się mleka potrzebnego do odżywiania potomstwa po porodzie (cf. rys. 28). Pierwszą pobudkę w tym kierunku daje hormon pęcherzykowy, dostarczany przez jajnik i łożysko, później zaś zaczyna współdziałać hormon ciała żółtego. Na zakończenie rozpoczyna się czynność swoistego hormonu przysadki mózgowej, *prolaktyny*, która umożliwia tworzenie się mleka.<sup>1</sup> Za pomocą prolaktyny można sztucznie uzyskać wydzielanie się mleka u świnek morskich, a nawet u wykastrowanych samców królików, jeśli te zwierzęta poddać przedtem działaniu hormonu pęcherzykowego i ciała żółtego. Prolaktyna wywiera wpływ również na wole (*ingluvies*) u gołębi, które produkuje wydzielinę mleczną, u kur zaś wpływa na nośność. Jest ona ważna pod względem klinicznym dla kobiet, gdyż w przypadkach niedostatecznego wydzielania pokarmu można osiągnąć za pomocą prolaktyny znaczny wzrost produkcji mleka.

#### Przekwitanie albo klimakterium.

Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że ciało kobiece zmuszone podczas dojrzałości płciowej do wyczerpanej współpracy hormonów przysadki i jajników, podlegające ciągłym wpływom rozmaitych hormonów i przebudowie pęcherzyków Graafa oraz ścianek macicy, musi wykazać po ustąpieniu czynności płciowej w latach przekwitania objawy niedomogi i zakłócenia czynnościowego w znacznie większym stopniu niż ciało męczyzny, u którego stosunki fizjologiczne są o wiele prostsze, niedobór zaś hormonów płciowych występuje o wiele później a i wówczas daje się wykazać tylko w bardzo powolnym zaniku sił cielesnych i duchowych.

Ustanie normalnego rytmu płciowego powoduje u kobiety tak daleko idący spadek czynności hormonalnej i warunkuje

---

<sup>1</sup> Prolaktynę odkrył w roku 1932 badacz amerykański O. Riddle z Carnegie Institution w Cold Spring Harbor. Trzeba tu jeszcze dodać, że wydzielanie mleka staje się możliwe dopiero z chwilą odrzucenia łożyska. (Przyp. tłum.)



tak znaczne przemiany, że tylko nieliczne kobiety przechodzą ten okres krytyczny bez zaburzeń cielesnych i duchowych. Przeważnie występuje wówczas zwiększona pobudliwość, brak zdolności do koncentracji uwagi i przynębiony nastrój. Co się tyczy objawów cielesnych, to pojawiają się wahania ciśnienia krwi, które mogą łączyć się z poczuciem przelotnego gorąca i stanów bojaźni, przy których następują raptowne wzmożenia się ciśnienia krwi w skórze i w kończynach, gdy tymczasem narządy wewnętrzne i mózg wykazują ukrwienie niedostateczne. Takie uderzenia i zmiany ciśnienia krwi są przeważnie skutkiem zaburzeń nerwów naczyniowych, które wywołują zwężanie się wewnętrznych naczyń krwionośnych i przez to wzmożony dopływ krwi do peryferii ciała. Rzecz jasna, że zjawiska te są uwarunkowane zaburzeniami równowagi hormonalnej, na skutek zanikania czynności jajników. Miesiączkowanie staje się nieregularne i wreszcie zupełnie ustaje (menopauza). Z wpływem hormonów stoją w związku różne stadia klimakterium. Widzimy więc, że stadium pierwsze jest uwarunkowane wzmożonym wydzielaniem hormonu pęcherzykowego, po czym, jako drugie, następuje raptowny zanik tego wydzielania, z którym przeważnie jest związane uwstecznienie jajników, macicy i jajowodów, krótko mówiąc — uwstecznienie całego aparatu płciowego. Jest rzeczą ciekawą, że po zaprzestaniu inkrecji hormonu pęcherzykowego przysadka mózgowa zaczyna wzmożoną produkcję prolanu A, podobnie jak przy kastracji. Prawdopodobnie i tutaj, wobec niedostatecznego działania hamulcowego hormonów płciowych na przysadkę, produkuje ona i wydziela swój hormon w zwiększonej ilości. Kobiety w tym wieku często wykazują te same objawy, jakie stwierdzamy przy kastracji. Stają się one często w swym wyglądzie zmęczyźniałe, postać staje się niekształtna, pojawiają się włosy na brodzie i wzrastająca tendencja do otyłości. Wszystko to są zjawiska, które można obserwować i przy kastracji dokonanej w wieku młodocianym.

Jest to łatwo zrozumiałe, gdyż zanik hormonów płciowych stanowi w klimakterium objaw naturalny, fizjologiczny, lecz w swych skutkach porównywalny do sztucznej kastracji, jakkolwiek w organizmie starszym nigdy nie dochodzi do takiego stopnia maskulinizacji i uwstecznienia psychicznego i cielesnego kobiecych wtórnych cech płciowych, jaki występuje przy usunięciu gruczołów płciowych z młodocianego ciała.

### Wpływy cielesne i psychiczne.

Widzimy więc, że ciało kobiety jest w nader skomplikowany sposób wystawione na zmienną grę hormonów płciowych. Już w okresie wczesnego dzieciństwa następuje dojrzewanie pęcherzyków Graafa, z których jednak nie wychodzą jaja<sup>1</sup>. Cały ten proces oczywiście ma za zadanie dostarczenie dziecku drobnej tylko ilości hormonu pęcherzykowego.<sup>2</sup> Wraz z okresem dojrzałości płciowej następuje po raz pierwszy pęknięcie pęcherzyka Graafa (pierwsza owulacja) i dojrzałe jajo poprzez jajowód dostaje się do macicy, która jest przebudowana i przygotowana do jego przyjęcia dzięki hor-

---

<sup>1</sup> Dojrzewanie tych pęcherzyków, zwanych pęcherzykami pierwotnymi (*folliculi primordiales*), nie jest więc zupełne i wkrótce przechodzą one zmiany wsteczne, pozostawiając w jajniku blizny, zwane *corpora fibrosa atrellica*. Zanik pęcherzyków pierwotnych odbywa się przez cały okres poprzedzający dojrzałość płciową, dlatego więc ilość pęcherzyków, a zarazem komórek jajowych w jajniku kobiety i samicy zwierząt ssących, zmniejsza się stale z wiekiem. Dla przykładu można przytoczyć, że jajnik dziewczynki dwuletniej zawiera około 46.000 pęcherzyków, z których u dziewczyny w wieku lat 17 lub 18 pozostaje od siedmiu do pięciu tysięcy. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Ze względu jednak na to, że proces ten trwa aż do chwili osiągnięcia dojrzałości płciowej, jest on bardzo ważny pod względem biologicznym, gdyż stały dopływ hormonu pęcherzykowego wywiera wpływ decydujący na wzrost i dojrzewanie kobiecych narządów płciowych, a zwłaszcza macicy. (Przyp. tłum.)

monom jajnika. W ten sposób ciało kobiece jest gotowe do rozrodu.<sup>1</sup> Jeśli dojdzie do zapłodnienia, to następuje ciąża, a wraz z nią dojrzewanie ciała żółtego i tworzenie się łożyska. Jeśli zaś jajo nie zostaje zapłodnione, to wpływ tworzenia się ciała żółtego i działania progestyny na macicę jest bardzo nieznaczny, błona śluzowa macicy, rozbudowana przez hormony pęcherzyka i ciała żółtego, zostaje odrzucona wraz z jajem, przy czym dochodzi do krwawienia menstruacyjnego, powodowanego pęknięciem naczyń krwionośnych błony śluzowej. Zaczynając od wieku pokwitania całe ciało kobiece pozostaje pod większym lub mniejszym wpływem hormonów płciowych. Rozwijają się wtórne cechy płciowe i wraz z cielesnym następuje rozwój psychiczny. Jak wielkie są te wpływy, wykazują skutki chorobliwych zaburzeń po operacyjnym usunięciu jajników. Jeśli kastracja kobiety następuje we wczesnej młodości, to powstaje istota obojętna pod względem płciowym, przy kastracji późniejszej zmiany cielesne są mniejsze, lecz często pojawiają się daleko idące przemiany psychiczne. Egoizm, drażliwość i niezadowolenie są skutkiem zakłóceń równowagi hormonalnej. Mniejsze, lecz całkiem podobne skutki wynikają przy naturalnym zmniejszeniu się inkrecji hormonów płciowych w wieku przejściowym. I tutaj powstają zakłócenia cielesne i duchowe, które zanikają dopiero wówczas, gdy produkcja żeńskich hormonów płciowych zostaje zakończona i w organizmie wytwarza się ponownie stan równowagi biochemicznej.

Działanie hormonów płciowych na mężczyznę wcale nie jest mniejsze, jakkolwiek nie posiada cech tak powikłanych. Męskie gruczoły płciowe powodują przy dojrzewaniu zjawiska pokwitania, to jest przeobrażenie cielesne i psychiczne chłopca w młodzieńca i mężczyznę, kastracja zaś

---

<sup>1</sup> Przez cały okres czynności płciowej, który u kobiety, zależnie od rasy, trwa przeciętnie 30—35 lat, osiąga całkowitą dojrzałość zaledwie 360—420 pęcherzyków Graafa, czyli 12 pęcherzyków rocznie. (Przyp. tłum.)

warunkuje rozwój eunuchów, u których zmiany cielesne i duchowe są tym znaczniejsze, im wcześniej dokonany był zabieg usunięcia jąder. Przedwczesny niedowład jąder prowadzi do przedwczesnej niemocy starczej, gdy natomiast naturalne zanikanie męskich hormonów płciowych następuje dopiero w późnym wieku. Wiąże się z tym prawie zawsze upadek ogólnych zdolności czynnościowych. Stąd też możemy określić hormony płciowe jako czynniki o potężnym znaczeniu dla rozwoju cielesnego i duchowego, opanowujące wszystkie okresy życia ludzkiego.

### Zastosowanie kliniczne.

Każdy lekarz posiada dziś w ręce ważny środek pomocniczy w postaci preparatów hormonalnych, które może zastosować w przypadkach zakłóceń rozwoju gonad albo w ogóle zaburzeń inkrecji hormonów płciowych. Follikulina i progestyna są otrzymywane w stanie chemicznie czystym, prolan zaś — ten nadrzędny hormon przedniego płata przysadki mózgowej — dotychczas może być otrzymywany tylko w postaci czynnego wyciągu z gruczołów i z moczu. Follikulinę możemy stosować przeciw zaburzeniom klimakterycznym, zakłóceniom miesiączkowania i rozwoju oraz przeciw przypadłościom nerwowym. Progestynę stosujemy do zwalczania swoistych skłonności do poronień i w przypadkach zaburzeń menstruacyjnych. Prolan i testosteron są używane przeciw objawom umysłowego i fizycznego wyczerpania, starzenia się i przedwczesnej niemocy płciowej u mężczyzn. Można mieć nadzieję, że w przyszłości da się osiągnąć jeszcze poważniejsze wyniki lecznicze, oparte na dokładniejszej znajomości działania hormonów. Należy również oczekiwać, że odpowiednie zastosowanie hormonów da możliwość zwalczania i tych zaburzeń, które dziś jeszcze nie poddają się leczeniu.

PRZYSADKA MÓZGOWA (*HYPOPHYSIS CEREBRI*)

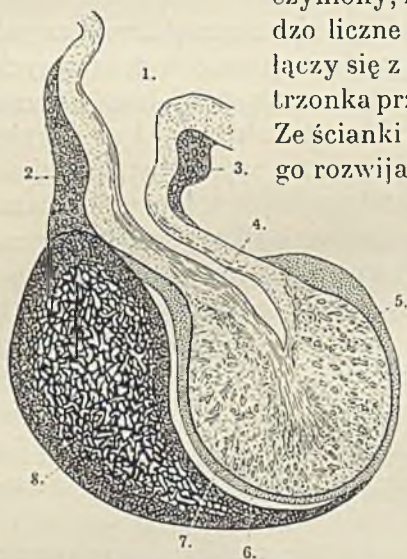
Omówienie przysadki mózgowej przesunęliśmy rozmyślnie na koniec właściwego przeglądu gruczołów dokrewnych. Uczyniliśmy tak nie tylko dlatego, że działalność hormonalna przysadki jest niezwykle wielostronna, lecz również i z tego względu, że przypada jej rola szczególna, jakiej nie spotykamy u żadnego z pozostałych gruczołów wydzielania wewnętrznego. Co prawda wspominaliśmy już o tej roli przykwestiach dotyczących wpływu hormonu gonadotropowego przysadki na zachowanie się gruczołów płciowych, o samej jednak przysadce mózgowej i jej hormonach dopiero teraz pomówimy obszerniej. Przysadka mózgowa występuje już u najniższych ryb. Nawet u niższych krewniaków zwierząt kręgowych, a mianowicie u osłonnic (*Tunicata*), spotykamy utwór, w którym możemy uznać zwiastuna tego organu.

Przysadka mózgowa mieści się na dnie międzymózgowia i dziwnym trafem powstaje z dwóch zupełnie różnych części (rys. 31). Jedna z nich, tzw. płat przedni, tworzy się z uwypuklenia i wyciowania części sklepienia jamy ustnej zarodka. Przez odłączenie się i skierowanie do dna mózgu, płat ten przylega następnie do części wyrastającej z międzymózgowia, czyli tylnego płata przysadki, i łączy się z nim, tworząc gruczoł dokrewny, przy czym dwie te części organu zachowują swe odrębne właściwości tkankowe. Płat przedni tworzy silnie ukrwioną siatkę, złożoną z pasemek i skupień komórkowych, w której można rozróżnić trzy typy komórek. Komórki te, w zależności od różnej zdolności barwienia się barwnikami, są następujące: komórki kwasochłonne lub eozynofilne, komórki zasadochłonne

(bazofilne) i wreszcie komórki główne, dość ubogie w plazmę i słabo się barwiące. Płat tylny składa się z masy wrzecionowatych, rozgałęzionych komórek, przypominających komórki wzmacniające systemu nerwowego.

Płat tylny jest przy tym słabiej unaczyniony, lecz za to uposażony w bardzo liczne włókna nerwowe. Płat ten łączy się z mózgiem za pośrednictwem trzonka przysadki, czyli *infundibulum*. Ze ścianki grzbietowej płata przedniego rozwija się jeszcze tkanka nabłonkowa, nie zawsze dająca się łatwo wykazać, stanowiąca płat pośredni przysadki, który przylega do płata tylnego i mniej lub więcej płat ten obrasta.

Zrozumiałe jest, że różne części przysadki, tak odmiennie pochodzeniem i wyglądem, muszą pełnić zupełnie różne czynności, muszą więc być omówione oddzielnie.



Rys. 31. Przysadka mózgowa (*Hypophysis cerebri*) kota. 1. = Śródmózgowie. 8. = płat przedni. 7. = płat pośredni. 5. = płat tylny. 4. = trzonek przysadki. (Według Kühna.)

### Płat przedni przysadki.

#### Hormon wzrostu.

Chociaż wzrost zwierząt jest niewątpliwie zjawiskiem bardzo skomplikowanym, uzależnionym od różnorodnego zespołu przyczyn i wpływów, to jednak jest również pewne, że w przednim płacie przysadki mieści się czynnik, który zarządza zjawiskami wzrostu, czynnik o zupełnie szczególnym znaczeniu.

Istnieje swoiste schorzenie człowieka, tak zwana akromegalia (*akros* = ostry, *megas* = wielki), które pozostaje w związku z przednim płatem przysadki (rys. 32). Końce

kości, szczególnie palców, nosa i podbródka powiększają się, twarz staje się szeroka i niekształtna, nos zwiększa się, język i wargi grubieją, podbródek staje się wystający, cały zaś wyraz twarzy głupkowaty i ociężały. Im wcześniej pojawia się choroba, tym bardziej wiąże się z nią wzmoczenie wielkości ciała. Wielu spośród olbrzymów pokazywanych na jarmarkach wykazuje obraz takiego właśnie nie zharmonizowanego wzrostu olbrzymiego, spowodowanego wczesnym zaburzeniem czynności przysadki mózgowej. Przy sekcji takich ludzi przysadka mózgowa wykazuje przerost płata przedniego i prawie zawsze zwiększenie ilości komórek kwasochłonnych. Jako uzupełnienie tego obrazu służy ponadto fakt, że usunięcie lub niedomoga płata przedniego, spowodowana chorobą, prowadzi u ludzi i zwierząt do przedwczesnego wstrzymania wzrostu. W przednim więc płacie przysadki musi odbywać się produkcja hormonu wzrostu, którego nadmiar powoduje wzrost olbrzymi, przedwczesny zaś brak jego prowadzi do karłowatości.

Przypuszczenie to zostało potwierdzone niezaprzeczalnie, gdy udało się uzyskać wzrost olbrzymi u meksykańskiego aksolotla, odżywianego przednim płatem przysadki (rys. 33). Przede wszystkim jednak zdołano wywołać znaczne zwiększenie wzrostu i przybór na wadze u szczurów, stosując iniekcje oczyszczonych wyciągów płata przedniego, a więc wyciągów zawierających hormon wzrostu. Również u psów można było otrzymać wyniki dość przekonujące.



Rys. 32. Akromegalia. (Według Zondeka.)

Hormon wzrostu, wytwarzany przez przedni płat przysadki,<sup>1</sup> musi być uważany za ważny regulator procesów wzrostu, który w ilościach dużych powoduje wzrost olbrzymi, w przypadkach zaś przedwczesnego niedoboru wywołuje karłowatość. Jest rzeczą pocieszającą, że i u człowieka



Rys. 33. Działanie żywienia przednim płatem przysadki na wzrost aksolotla. Pośrodku dla porównania zwierzę kontrolne.

w przypadkach karłowatości, powstałej na skutek niedowładu przysadki, można uzyskać rezultaty wyraźnie korzystne przez stosowanie zastrzyków hormonu. Istnieją na przykład dane o pewnej dziewięcioletniej dziewczynce, która zaczynając od piątego roku życia nie mogła się dalej rozwijać, po zastosowaniu zaś preparatu hormonu wzrostu osiągnęła w ciągu dziewięciu miesięcy 7 cm przyrostu. Osiemnastoletnia karliczka również przybrała znacznie na wielkości po takiej kuracji. Doszliśmy więc do tego, że dziś można wzrost człowieka powiększyć o łokieć i stosować zabieg, który, o ile się uda, pobudza do wzrostu w przypadkach niedomogi przysadki, łagodzi cielesne objawy chorobowe a nawet w korzystnych przypadkach zupełnie je usuwa. Jedno jest przy tym ciekawe, a mianowicie, że istnieje pewne przeciwieństwo pomiędzy hormonem wzrostu a hormonami gonadotropowymi przysadki mózgowej, przeci-

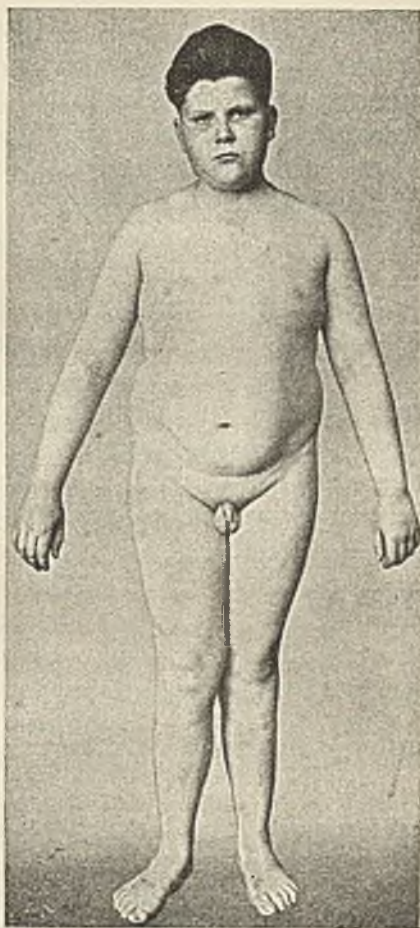
<sup>1</sup> Odkryty w roku 1921 przez badacza kalifornijskiego H. M. Evansa. (Przyp. tłum.)



wieństwo polegające na tym, że hormony płciowe przeciwdziałają hormonowi wzrostu i zdają się wywierać wpływ hamujący. Na tym więc niewątpliwie polega fakt, że wzrost ciała zasadniczo ustaje po nastąpieniu dojrzałości płciowej, jak również to, że kastraci częstokroć wykazują tak zwany eunuchoidalny wzrost wysoki.

#### Hormon przemiany tłuszczowej.

Mówiliśmy już obszernie o hormonie gonadotropowym przedniego płata przysadki i o jego wpływie na działalność gruczołów płciowych. Niezupełnie pewne natomiast są sprawy dotyczące hormonu przedniego płata przysadki, który możemy



Rys. 34. Otyłość przysadkowa w chorobie Fröhlicha.

określić jako *hormon przemiany tłuszczowej*.<sup>1</sup> Pewne jest tylko to, że po usunięciu lub przy zwyrodnieniu przedniego płata przysadki u zwierząt i ludzi rozpoczyna się chorobliwa otyłość (rys.34), tak zwana otyłość przysadkowa (choroba Fröhlicha). Jest więc oczywiste, że przedni płat przysadki

<sup>1</sup> Odkryty przez Anselmino i Hofmanna. (Przyp. tłum.)

posiada istotne znaczenie w procesie spalania tłuszczów w organizmie. Jedna tylko okoliczność jest niezbyt jasna, a mianowicie, czy istotnie chodzi tu o specyficzny hormon płata przedniego, który sam przez się pobudza spalanie tłuszczów, co jest prawdopodobne, czy też wchodzi tu w grę bardziej pośrednie działanie przysadki, a więc działanie tak bardzo charakterystyczne dla tego gruczołu, które poznaliśmy już przy omawianiu hormonu gonadotropowego płata przedniego. Płat przedni przysadki mózgowej uznano za czynnik pobudzający i panujący nad gruczołami dokrewnymi. Zupełnie pewne jest przy tym, że przeważająca część funkcji tego organu nie jest bezpośrednia, lecz odbywa się przez wywieranie wpływu i panowanie nad innymi organami dokrewnymi, w pewnym stopniu podporządkowanymi przysadce. Bardzo wyraźne było to w przypadku gruczołów płciowych. Istnieje jednak wiele innych gruczołów dokrewnych, co do których mamy zupełną pewność, że zależą one od przedniego płata przysadki mózgowej. Najbardziej znany związek tego rodzaju istnieje pomiędzy płatem przednim przysadki i tarczycą.

#### Hormon thyreotropowy przedniego płata przysadki.

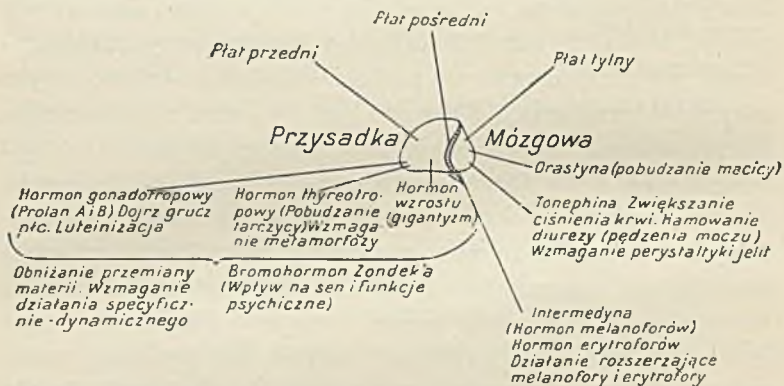
Wiadomo już od dawna, że usunięcie przysadki mózgowej powoduje uwstecznienie tarczycy. U kijanek płazów tarczycę staje się drobna i oczywiście niezdolna do funkcji, wobec czego metamorfoza nie dochodzi do skutku. Odwrotnie, stosując wyciągi z przedniego płata przysadki, można znowu wprowadzić w ruch metamorfozę. Niewątpliwie dzieje się to pod wpływem hormonu tarczycy, który rozpoczął wydzielanie się ponownie dzięki zastosowaniu ekstraktu z płata przedniego. Okazuje się przy tym, że po zaszczerpieniu przedniego płata przysadki, albo po zastosowaniu zastrzyków wyciągu z tego gruczołu, tarczycę zawsze zmienia się w sposób uderzający. Staje się ona większa, silniej wypełniona krwią, jej komórki gruczołowe produkują wydzielinę,

zawartość zaś koloidu w tarczycy zmniejsza się, niewątpliwie z powodu wydzielania go do krwi. Takie wydzielanie można nawet wykazać bezpośrednio na podstawie zmian zawartości jodu we krwi. Gruczoł tarczowy zostaje więc pobudzany do sekrecji za pośrednictwem przedniego płata przysadki, po jej zaś usunięciu przechodzi w stan spoczynku. Ta zależność funkcjonalna tarczycy od płata przedniego uwarunkowana jest wpływem szczególnego hormonu tego płata, hormonu thyreotropowego. Dziś wiemy nawet, że jest to zupełnie odrębny hormon przysadki i możemy go otrzymywać w postaci substancji w znacznym stopniu oczyszczonej.<sup>1</sup> Obecnie jest to jeden z preparatów hormonalnych, za pośrednictwem którego można łatwo wywierać wpływ na tarczycę zwierząt od ssaków aż do ryb. Działa on nawet na wycinki tkanek tarczycy badane przyżyciowo, w których można rozpoznać takie same charakterystyczne zmiany w tkankach tego gruczołu. Dzięki swemu panowaniu nad pracą tarczycy przysadka mózgowa zyskuje nadzwyczajny wpływ na przebieg przemiany materii. Jest więc zrozumiałe, że dla stwierdzenia specyficznych hormonów przemiany materii, produkowanych przez przysadkę, należy dostarczyć zupełnie pewnych dowodów, z których wynikałoby, że chodzi tu o wpływy bezpośrednie a nie o wpływ podporządkowanych organów dokrewnych, które by dopiero ze swej strony warunkowały zmiany w procesie przemiany materii. W sposób zupełnie podobny do współpracy hormonu gonadotropowego przysadki z gruczołami rozrodczymi, w której płat przedni przysadki pobudza inkrecję hormonów płciowych, a te ze swej strony działają jako hamulec inkrecji przysadki uniemożliwiając w ten sposób nadmierne gromadzenie się hormonów płciowych, działa tarczyca jako ha-

---

<sup>1</sup> Czynny wyciąg hormonu thyreotropowego, odkrytego w roku 1929 niezależnie od siebie przez L. Loeba i Arona, był uzyskany po raz pierwszy w roku 1933 przez J. B. Collip a i jego współpracowników. (Przyp. tłum.)

mulec produkcji hormonu thyreotropowego. Zdaje się, że prawie zawsze hormon nadrzędny pobudza inkrecję hormonu podrzędnego w ten sposób, iż ilość tego drugiego we krwi wzrasta, inkrecja zaś i wydzielanie się ponad normę zostają utrudnione, gdyż tego rodzaju zwiększenie ilości hormonu działa jako hamulec na hormon nadrzędny.



Schemat czynności hormonalnej trzech płatów przysadki mózgowej.  
Rys. 35.

Wpływ hamujący na hormon thyreotropowy przysadki zdaje się pochodzić i ze strony gruczołów płciowych. Tym np. tłumaczy się zjawisko, że w wieku przejściowym, przy zanikaniu czynności jajników kobiecych, można często obserwować oznaki nadmiernie zwiększonej pracy gruczołu tarczowego. Związek ten ma prawdopodobnie znaczenie i w skomplikowanym zagadnieniu hormonalnego podłoża przelotu ptaków. U ptaków można w pewnych warunkach wzbudzić popęd do przelotu, stosując iniekcje hormonów płciowych. Ten sam hormon płciowy działa w innym czasie w kierunku przeciwnym, osłabiając popęd do przelotu. W popędzie ptaków w okresie przelotów chodzi więc o sprawy uwarunkowane przez hormony. Zjawisko to jest niewątpliwie wywoływane jakąś celową, dziś jeszcze

nie dającą się wyjaśnić, współpracą najrozmaitszych organów i różnych wpływających na siebie hormonów.<sup>1</sup>

### Hormon adrenotropowy i pankreatropowy.

Na działaniu przysadki na gonady i tarczycę sprawy się nie kończą. Mamy jeszcze do omówienia zmiany istotne, wywoływane przez przysadkę mózgową w przemianie cukrowej i tłuszczowej, które odbywają się pod wpływem nadnerczy i trzustki.

W rdzeniu nadnercza i w trzustce, a raczej w adrenalinie i w insulynie, poznaliśmy czynniki wpływające na przemianę cukrową. Zadaniem adrenaliny było, jak wiemy, zwalnianie cukru z wątroby i przekazywanie jego do krwi w postaci cukru gromowego; insulina zaś grała rolę przy regulacji spalania cukru we krwi a jednocześnie w przebudowie cukru w wątrobie na glikogen. Usunięcie trzustki, a tym samym produkcji insuliny, wywołuje zwiększenie zawartości cukru we krwi, zmniejszone wykorzystywanie węglowodanów i chorobę cukrową. Jeśli u ropuch zostanie jednocześnie z usunięciem trzustki wycięty przedni płat przysadki mózgowej, to zaburzenia przemiany cukrowej są wówczas o wiele mniejsze, wzrastają zaś szybko, jeśli zwierzętom zostanie zastrzyknięty wyciąg z przedniego płata przysadki. Zdaje się więc, że przedni płat przysadki wywiera jak gdyby wpływ na wydzielanie adrenaliny przez rdzeń nadnerczy, przy którym, naturalnie, daje się odczuć w ciele brak insuliny. W każdym razie zostaje wydzielona substancja, która przeciwdziała funkcji insuliny. W przed-

---

<sup>1</sup> W podobny sposób tłumaczy się również zjawisko ciągów tarlowych u ryb wędrownych, np. łososi, które wędrują z morza do wód słodkich albo wysłodzonych i tam odbywają tarło. Zjawisko to i jego przyczyny są bardzo skomplikowane, lecz jedną z głównych pobudek do tych wędrówek stanowi wpływ hormonów płciowych, które w swoisty sposób działają na ryby, zmuszając je do poszukiwania wód o mniejszym ciśnieniu osmotycznym, odpowiednich do składania, zapłodnienia i rozwoju ikry. (Przyp. tłum.)

nim płacie przysadki stwierdzono również hormon, który ze swej strony działa pobudzająco na rozwój wysepek Langerhansa w trzustce, a więc musi wpływać na produkcję insuliny. Można było nawet uzyskać z przysadki dość czyste wyciągi pankreatropowe. Istnienie hormonu przedniego płata przysadki, nastawionego w swym działaniu wyłącznie na trzustkę, nie da się zaprzeczyć. Wydaje się przy tym, że przysadka może działać regulująco. na współdziałanie adrenaliny i insuliny, a więc wkraczać w sprawy warunkujące utrzymanie normalnego poziomu cukru we krwi.

### Hormon kortikotropowy.

Nieco lepiej jesteśmy poinformowani o działaniu przedniego płata przysadki na korę nadnercza, której rozwój jest w wysokim stopniu uzależniony od tej części przysadki. Usunięcie płata przedniego powoduje zanik kory nadnercza. Wyciągi z płata przedniego, które dziś można otrzymywać w stanie o tyle czystym, że możemy z pewnością wnioskować o istnieniu odrębnej substancji czynnej, wywołują wyraźną rozbudowę i pomnażanie się ilości komórek kory nadnercza. Istnieje więc niewątpliwie specjalny *hormon kortikotropowy* przedniego płata przysadki, aktywujący czynność kory nadnercza.<sup>1</sup> Kora nadnercza jest, jak wiemy, regulatorem przemiany tłuszczowej. Kwestią właściwie jeszcze nie wyjaśnioną jest jednak zagadnienie, czy zakłócenia przemiany tłuszczowej przyschorzeniach płata przedniego przysadki opierają się na niedoborze hormonu kortikotropowego, czy też zależą od odrębnego *hormonu przemiany tłuszczowej*.<sup>2</sup> Nieskończenie powikłany stosunek przysadki mózgowej do wszystkich możliwych gruczołów dokrewnych utrudnia rozwiązanie tych problemów.

---

<sup>1</sup> *Hormon kortikotropowy* podobnie jak i hormon pankreatropowy został wykryty przez Anselmino i Hofmanna. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Zwanego *lipotryną* i wykrytego przez Raaba w przednim i tylnym płacie przysadki. (Przyp. tłum.)

Lecz na tym jeszcze nie koniec. Jest rzeczą pewną, że istnieje związek pomiędzy płatem przednim a przytarczycami.<sup>1</sup> Płat przedni przysadki wywiera prawdopodobnie wpływ i na sen, gdyż jest narządem niezwykle oblitującym w brom. W czasie snu zawartość bromu w przysadce obniża się, gdy tymczasem mózg, a zwłaszcza zamózgowie, stają się bogatsze w brom. Tłumaczy się to w ten sposób, że do zamózgowia podąża z przysadki *hormon zawierający brom*, który wywiera wpływ na regulację snu.<sup>2</sup> Wreszcie płat przedni ma znaczenie i dla sekrecji mleka. Wpływ tej szczególnej substancji mlekotwórczej, zwanej *prolaktyną*,<sup>3</sup> da się wykazać zarówno na gruczołach wola u gołębi, które wydzielają tłuszczowo-mleczną wydzielinę, służącą do karmienia młodych, jak też na gruczołach mlecznych u zwierząt ssących. Stosując prolaktynę w praktyce klinicznej można znacznie zwiększyć produkcję mleka u kobiet po rozwiązaniu. Jest to więc hormon, który wraz z hormonem gonadotropowym płata przedniego zarządza sprawami odżywiania i pierwszego okresu egzystencji noworodków.

### Streszczenie.

Stwierdzając, nasamprzód, znaczną ilość najrozmaitszych hormonów przedniego płata przysadki, następnie zaś fakt, że w płacie przednim istnieją pod względem histologicznym tylko trzy typy komórek a mianowicie: komórki główne, zasadochłonne i kwasochłonne, mimo woli dochodzimy do przekonania, że przy pomocy ekstrakcji i badań chemicznych udaje się wyodrębnić znacznie więcej substancji różniących się od siebie, niż ich może wy-

---

<sup>1</sup> Autorowi chodzi tu o tak zwany *hormon parathyreotropowy*, wykryty przez Anselmino i Hofmanna w przednim płacie przysadki. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Istnienie takiej regulacji snu przyjmują Zondek i Bier. Sprawa ta nie jest jeszcze ostatecznie wyjaśniona. (Przyp. tłum.)

<sup>3</sup> Albo *hormonem laktogenicznym*. (Przyp. tłum.)

produkować sama przysadka. Daje się to wyjaśnić w ten sposób, że właściwe hormony przysadki stanowią substancje wysoce złożone (dotychczas żadna z nich nie została otrzymana na drodze syntezy chemicznej) i że przy zastosowaniu fizjologicznych i chemicznych metod badawczych hormony te zostają częściowo rozłożone, skutkiem czego powstają substancje wykazujące tylko część funkcji hormonu wyjściowego. Chociaż okoliczność ta ma dla nas duże znaczenie kliniczne, to jednak musimy przyjąć, że właściwe hormony przysadki stanowią wysoce skomplikowane substancje o wielostronnych zadaniach.

Wynika z tego, że opracowanie kwestji dotyczących hormonów przedniego płata przysadki stanowi problemat niezwykle obszerny i trudny, o którego opanowaniu dziś jeszcze nie ma mowy. Pomimo to zdobyliśmy już znaczne i podstawowe wiadomości, które pozwalają wyobrazić sobie ogólny charakter czynności przedniego płata przysadki. Widzimy przede wszystkim, że przedni płat przysadki zostaje wciągnięty właściwie we wszystkie czynności dokrewne, działając kierująco i regulująco na pracę innych gruczołów wydzielania wewnętrznego. Możemy więc przyjąć, że przedni płat przysadki stanowi istotnie gruczoł nadrzędny, który wkracza jako czynnik regulujący w całokształt pracy systemu dokrewnego, a tym samym może być uważany za ośrodek tego systemu (por. rys. 35),

### Choroby.

Z wielostronną czynnością przedniego płata przysadki łączy się to, że zakłócenie czynności hormonalnej tego gruczołu musi wywoływać najrozmaitsze objawy chorobowe. Szczególnie ważnymi chorobami, powstającymi na skutek schorzeń przedniego płata przysadki, są zaburzenia wzrostu, akromegalia i wzrost olbrzymi, które powstają przy wzmożonej produkcji hormonu wzrostu, karłowatość, powstająca przez niedobór i zaburzenia przemiany materii, oraz oty-



łość, która jest często związana z zanikiem gruczołów rozrodczych, jak w przypadku choroby Fröhlicha (*dy-strophia adiposo-genitalis*; rys. 34). Rozumie się, że choroby spowodowane niedoborem hormonów przedniego płata przysadki dadzą się dziś leczyć lub mogą być złagodzone przy pomocy wyciągów z płata przedniego, albo otrzymanych z niego hormonów. Trudniej natomiast leczą się takie choroby, przy których, jak np. przy akromegalii, w ciele krąży nadmiar hormonu przysadki, spowodowany przerostem tego organu.

Istnieją wreszcie choroby powstające na skutek uszkodzenia albo niedomogi przysadki, które nie dadzą się spro-wadzić do zaburzeń płata przedniego, lecz mają swoją przyczynę w innych częściach przysadki.

#### Płat tylny przysadki mózgowej.

Do takich chorób należy np. tak zwana moczówka prosta (*diabetes insipidus*), przy której chorzy wydalają niezwykle wielkie ilości nader rozrzedzonego moczu (do 20 litrów dziennie). Jeśli nie mogą oni przyjmować dostatecznej ilości wody, to wówczas cierpią na silne pragnienie, wydalanie zaś jest u nich niedostateczne, gdyż nerki nie mogą wytwarzać moczu skoncentrowanego. *Diabetes insipidus* polega więc na zakłóceniu przemiany wodnej organizmu. Chociaż podobne zaburzenia mogą powstać czasami przy uszkodzeniach międzymózgowia, przy których przysadka jest nie naruszona, to jednak moczówka prosta powstaje przeważnie na skutek bezpośrednich uszkodzeń lub zmian w tylnym płacie przysadki. Można to stwierdzić szczególnie wyraźnie wtedy, gdy się udaje zahamować nadmierne wydalanie moczu przy pomocy wyciągów z płata tylnego. Nie jest również dziwne, że uszkodzenia dna międzymózgowia wykazują czasami skutki podobne, gdyż wobec pochodzenia tylnego płata przysadki z tej właśnie części mózgu, nawet po zupełnym wykształceniu się

tylnego płata przysadki istnieją w dalszym ciągu bardzo bliskie związki z ośrodkami przemiany materii w międzymózgowiu. Bardziej zadziwiające jest to, że tak zupełnie różny pod względem pochodzenia płat tylny, czyli *pars neuralis*, zlewa się za pośrednictwem płata pośredniego z płatem przednim w jeden łączny gruczoł dokrewny, przy czym płat pośredni, czyli *pars intermedia*, jest wytwarzany przez ściankę grzbietową płata przedniego.

Funkcją substancji czynnej płata tylnego jest hamujące działanie na diurezę czyli wydalanie wody z organizmu. Znamy jednak dwie jeszcze inne funkcje płata tylnego, bardzo ważne dla lekarzy. Jedna z nich jest to działanie na mięśnie gładkie jelita i naczyń krwionośnych, oraz w ogóle na gładkie włókna mięśniowe, które są pobudzane do skurczu. Dzięki skurczom naczyń krwionośnych zwiększa się ciśnienie krwi, przy skurczu zaś mięśni jelitowych zostaje pobudzona perystaltyka, czyli ruch robaczkowy mięśni przewodu pokarmowego, który może mieć duże znaczenie w porażeniach jelit, jakie się obserwuje przy wielu operacjach brzusznych. Ważniejsze jednak dla lekarza jest inne działanie, polegające na tym, że wyciągi z płata tylnego działają w sposób szczególnie pobudzający na skurcze macicy. Zyskujemy w ten sposób możliwość pobudzania macicy środkiem naturalnym; możemy wzmacniać „ból porodowy“ lub ponownie wprowadzić w ruch skurcze macicy, krótko mówiąc ułatwiać i wspierać akt porodu doprowadzeniem hormonu, właściwego ciału kobiecemu. Pomimo że działanie na mięśnie naczyń krwionośnych i jelita da się porównać z działaniem na macicę, to jednak udało się wyodrębnić z płata tylnego dwie różne substancje czynne, z których jedna wywiera wpływ na ciśnienie krwi i ruch jelit, a druga zawiera czynnik pobudzający macicę. Pierwszą, działającą na naczynia krwionośne, nazywamy *vasopressyną* albo *lonaphiną*, drugą zaś, czynną przy bólach porodowych, zwiemy *oxylocyną* albo *orasthiną*. Z tego też przede wszystkim względu musimy przyjąć istnienie

dwóch odrębnych hormonów płata tylnego, z których jeden wpływa na ciśnienie krwi i na mięśnie jelita, a drugi działa na macicę. Czy i w jakim stopniu przy hamowaniu przemiany wodnej wchodzi w grę jakiś inny jeszcze hormon, jest na razie pod znakiem zapytania. Prawdopodobnie vasopressyna prócz wpływu na ciśnienie krwi wywiera również wpływ i na przemianę wodną. Rzecz szczególna, że vasopressyna zdaje się u różnych kręgowców wywierać wpływ niejednakowy.

### Płat pośredni przysadki.

Nie ulega dziś wątpliwości, że takie działanie wyciągów płata tylnego przysadki, jak wpływ na komórki barwikowe u niższych kręgowców, przypisywane przez pewien czas vasopressynie, przypada szczególnemu hormonowi, wytwarzanemu przez płat pośredni przysadki mózgowej. Wiele zwierząt zimnokrwistych spośród kręgowców, a więc większość ryb i płazów, oraz liczne gady mają istotnie zdolność do szybkiej zmiany swego ubarwienia pod wpływem określonych bodźców, zdolne są np. do przystosowania go do barwy podłoża itp. Do znanych przykładów należą flądry wśród ryb, rzekotki wśród płazów i kameleony wśród gadów. Hormon płata pośredniego występuje więc tutaj w roli typowego hormonu zmiany ubarwienia, to znaczy że we wszystkich w ogóle przypadkach, gdzie zmiana ubarwienia podlega regulacji hormonalnej, hormon ten ma za zadanie wywoływanie rozprzestrzeniania się czarnego albo barwnego pigmentu w komórkach barwikowych. To właśnie zadanie spełnia hormon płata pośredniego przysadki, szczególnie u kręgowców niższych, gdyż ptaki i zwierzęta ssące nie posiadają, jak wiadomo, zdolności zmieniania swej barwy, tak jak czyni to np. żabka drzewna. Pomimo to płat pośredni przysadki istnieje i u kręgowców wyższych, a hormon tego płata wytwarzany jest w dość znacznej ilości nawet u najwyższych zwierząt ssących. Musi on więc, niewątpliwie, wywierać wpływ jakiś i u tych zwie-

rząt, chociaż na razie nie udało się uzyskać w tym względzie dowodów pewnych. Zdołano tylko dowieść, że hormon płata pośredniego bierze udział przy tworzeniu się czerwieni siatkówki ocznej, która ułatwia dostosowanie się oczu do widzenia w ciemności. Jak się zdaje, hormon ten może posiadać znaczenie dla przemiany wodnej komórek i tkanek. Jeśli się to potwierdzi, to będzie dla nas zrozumiałą i charakter wpływu tego hormonu na komórki barwikowe u niższych kręgowców. Ponieważ jednak jest to sprawa, która nie dotyczy kręgowców wyższych i człowieka, to lepiej będzie omówić ją w rozdziale specjalnym.

Pomimo intensywnej pracy badawczej i wielu obiecujących wyników wiemy dziś ostatecznie o przysadce mózgowej niewiele; jednak z tego wszystkiego, cośmy już o tym gruczole powiedzieli, wynika z dostateczną wyrazistością, że organ ten jest niewątpliwie najbardziej wielostronny ze wszystkich znanych nam gruczołów dokrewnych (rys. 35). Pomimo swej nieznacznej wielkości, gdyż waży on u człowieka poniżej jednego grama, kieruje on bądź bezpośrednio, bądź za pośrednictwem wszystkich innych gruczołów dokrewnych, całym systemem wydzielania wewnętrznego w takim stopniu, że możemy go słusznie uznać za ośrodek tego systemu, ośrodek działający jako motor zawilej maszynerii wydzielania wewnętrznego. Z tego względu staje się zrozumiałe, że przysadce mózgowej musimy przypisać potężny wpływ na charakter i rodzaj osobowości u człowieka. W stanach takich, jak np. *dystrophia adiposo-genitalis*, pacjent jest śpiący i niechętny do jakiegokolwiek pracy. Literackim przykładem tego rodzaju jest ospały gruby młodzian z „Klubu Pickwicka“ Dickensa. Zaburzenia psychiczne, zbliżone do otępienia wczesnego (*dementia praecox*), mogą również zależeć od przysadki. Przy licznych wreszcie chorobach mogą, na skutek ustania działalności przysadki, powstawać daleko idące zmiany charakteru, jak opryskliwość, niedowiarstwo, kłamliwość itd. Nie powinniśmy co prawda wpadać w błąd, próbując

uzależnić wszystkie właściwości charakteru od funkcji pewnych organów dokrewnych albo nawet od wpływu samych hormonów. Musimy jednak liczyć się z możliwością oddziaływania ze strony gruczołów dokrewnych na ośrodkowy układ nerwowy, aby zrozumieć mechanizm, za pomocą którego system dokrewny może wywołać nie tylko fizyczne zmiany ciała, ale i zmiany w strukturze psychicznej człowieka.

## SUBSTANCJE ZBLIŻONE DO HORMONÓW

## Układ trawienny.

Omówiona przez nas przysadka mózgowa była ostatnim „klasycznym“ gruczołem wydzielania wewnętrznego. Istnieją jednak u kręgowców substancje bardzo zbliżone w działaniu do hormonów, chociaż są produkowane nie przez gruczoły dokrewne, lecz inne narządy ciała. Ponieważ definicja „hormon“ sama przez się nie jest zbyt wyraźna, możemy i te substancje zaliczyć do hormonów, już choćby dlatego, że właśnie dla jednej z nich, sekretyny, po raz pierwszy utworzony został sam termin — hormon.

Dwie z tych substancji, zbliżonych do hormonów, służą do hormonalnej regulacji trawienia. Wprawdzie właściwe kierownictwo procesów trawienia należy do trzewiowego układu nerwowego, jednak i układ hormonalny dochodzi w różnych miejscach do głosu, działając wspierająco i wyzwalająco. Spotykamy się z tym w żołądku, gdy po wstępnej produkcji soku żołądkowego, uzależnionej od nerwów i powodowanej przez substancje wyciągowe mięsa spożytego z pokarmem, zostaje wydzielona *gastryna*,<sup>1</sup> substancja pobudzająca, zawarta w śluzówce żołądka, która teraz ze swej strony działa pobudzająco na gruczoły trawienne, dostosowując ilość soków trawiennych do ilości mięsa mającego ulec strawieniu. Inny przypadek, jak to już przedstawialiśmy w rozdziale wstępnym, zachodzi wówczas, gdy pożywienie dostaje się z żołądka do jelita cienkiego. Jak wiadomo, zawartość żołądka jest kwaśna, nadmierna zaś ilość kwasu uniemożliwiałaby trawienie w jelicie cienkim. Stąd też pokarm normalnie przechodzi do jelita tylko w niewielkich ilościach, co odbywa się dzięki temu, że za każdym razem po przejściu nieznacznej ilości miazgi pokarmowej zamyka

<sup>1</sup> Odkryta w roku 1906 przez J. S. Edkinsa w Londynie. (Przyp. tłum.)

się odźwiernik (*pylorus*) żołądka, tworzący przejście do dwunastnicy. Następnie konieczne jest, aby pokarm był możliwie szybko poddany działaniu soków trawiennych. Dzieje się to w ten sposób, że kwas solny, wprowadzany wraz z miazgą pokarmową, pobudza śluzówkę dwunastnicy do wydzielania do krwi substancji pobudzającej — *sekretyny*. Sekretyna dostaje się drogą naczyń krwionośnych do trzustki i pobudza ją do sekrecji fermentów, dzięki czemu zostają wprawione w ruch procesy trawienne w jelicie cienkim. Sekretyna, w charakterze substancji hormonalnej, włącza się w sposób rozstrzygający w regulację nerwową gruczołów trawiennych.

Ruchy jelit również podlegają wpływom hormonalnym. Są to albo wpływy vasopressyny, a więc specyficznego hormonu tylnego płata przysadki mózgowej, działającego na jelito, który pobudza ruchy rytmiczne ścianek przewodu pokarmowego, albo też wpływy adrenaliny, która te ruchy hamuje. Również *cholina*, substancja zbliżona do hormonów, zawarta w ścianach samego jelita, wyraźnie wzmacnia ruch perystaltyczny jelit, podobnie jak to czyni vasopressyna.

Z innych gruczołów aparatu trawiennego podejrzewana o produkcję hormonów była jeszcze wątroba. Jest w niej bowiem zawarta tajemnicza substancja, być może zbliżona do fermentów, która nie dopuszcza do powstawania złośliwej anemii (*anaemia perniciosa*), czyli postępującej złośliwej niedokrwistości. Dlatego więc przy zwalczaniu tej zjadliwej, dawniej nieuleczalnej, choroby krwi stosuje się z dobrym skutkiem dietę wątrobową. Zdaje się jednak, że ta substancja ochronna tworzy się właściwie w błonie śluzowej żołądka, w wątrobie zaś zostaje tylko nagromadzana.

### Serce.

Obok układu trawiennego należy omówić układ krwionośny wraz z sercem, gdyż układ naczyniowy pod-

lega nie tylko kierownictwu nerwów trzewiowych, ale i wielu wpływom hormonalnym. Z jednej strony są to wpływy pochodzące od powszechnie uznanych hormonów, jak np. adrenalina nadnerczy albo vasopressyna przysadki mózgowej, które zwiększają ciśnienie krwi, czy też *kallikreina*, jeszcze mało poznana substancja czynna trzustki, obniżająca ciśnienie,<sup>1</sup> gdy z drugiej strony istnieje jeszcze wiele innych substancji, wywierających wpływ na bicie serca i ciśnienie krwi. Spośród nich ważne są substancje pobudzające, powstające bezpośrednio w samym sercu albo mogące w nim powstawać dopiero na skutek podrażnienia pewnych nerwów i brać udział w naturalnym przebiegu zjawisk życiowych, regulując pracę serca. Należy tu przede wszystkim wspomnieć o tak zwanym *hormonie serca* — *automatynie*, wytwarzanej w samym sercu i posiadającej znaczenie dla automatyzmu uderzeń serca i dla normalnego pobudzania mięśnia sercowego. Serce niższych zwierząt kręgowych uderza, jak wiadomo, długi czas jeszcze po wyjęciu z ciała, jeśli tylko umieścimy je w fizjologicznym roztworze chlorku sodu albo w płynie Ringera, to jest w środowisku izotonicznym zawierającym taką samą ilość soli jak krew.

Przyczyna pobudzająca serce do uderzeń musi więc tkwić w samym sercu. Serce żaby pozostające dłuższy czas w płynie Ringera wydziela do płynu powstałą w nim podczas uderzeń substancję pobudzającą. Jeśli teraz do takiego

---

<sup>1</sup> Znana również pod nazwą *paduliny* i często niesłusznie nazywana hormonem krążenia. Wywiera wpływ regulujący na krążenie krwi, działając rozszerzająco na naczynia obwodowe i do pewnego stopnia antagonistycznie w stosunku do adrenaliny. Poza trzustką występuje w moczu, z którego też jest zwykle otrzymywana do celów leczniczych, lecz po usunięciu trzustki nie daje się już w moczu wykazać. Za jednostkę biologiczną kallikreiny przyjęto ilość, jaka przeciętnie znajduje się w 5 ccm normalnego, dializowanego moczu ludzkiego. Mianowanie odbywa się na psach za pomocą rejestracji ciśnienia krwi w tętnicy szyjnej. Miarodajne jest przy tym obniżenie się ciśnienia i zwiększenia amplitudy tętna. (Przyp. tłum.)



pływu Ringera przenieść serce żaby, które zaprzestało już pracy, to zaczyna ono uderzać ponownie, pod wpływem rozpuszczonej substancji pobudzającej. Przyczyna rytmicznych ruchów serca polega więc na tym, że w sercu powstaje substancja drażniąca, która pobudza muskulaturę serca. „Hormon serca“ jest więc niewątpliwie substancją pobudzającą; podobne substancje, działające pobudzająco na serce, mogą być z powodzeniem otrzymane i z innych mięśni. Toteż jest rzeczą dziś jeszcze wątpliwą, czy substancje pobudzające serce mogą być uważane za hormon specyficzny.

Poza rytmicznym pobudzaniem mięśnia sercowego, warunkowanym przez jego automatykę, czynność serca zależy jeszcze od dwóch nerwów działających w sposób wzajemnie sobie przeciwstawny. Pod wpływem drażnienia nerwów błędnych (grupy *nervus vagus*) uderzenia serca stają się wolniejsze, drażniąc zaś nerwy przyspieszające (systemu sympatycznego albo współczulnego) wywołujemy przyspieszenie ruchów. Nadzwyczaj ciekawy jest przy tym fakt, że pod wpływem nerwów powstaje w sercu substancja pobudzająca, która przechodzi do krwi, a w warunkach doświadczalnych — do cieczy przepływającej przez serce, dzięki czemu ciecz ta wywiera na inne serca wpływ taki, jaki wywiera podrażnienie nerwów sercowych. Mówimy więc tu o *substancji vagolonicznej* i *substancji przyspieszającej*, powstających pod wpływem podrażnienia nerwów i umożliwiających na drodze „humoralnej“ przeniesienie oddziaływania nerwów na prąd soków krążących w ciele. Chociaż o naturze chemicznej tych dwu substancji nie wiemy jeszcze nic ostatecznego — możemy je uważać za pokrewne cholinie i adrenalinie — to jednak te substancje kierują nas ku sprawom bardzo ważnym, a mianowicie ku zagadnieniu stosunku systemu hormonalnego do nerwów trzewiowych i do systemu nerwowego w ogólności. Zagadnienie to posiada znaczenie pierwszorzędne dla poznania zjawisk kierowniczych w organizmie.

## HORMONY I WITAMINY

Prócz substancji omówionych w poprzednim rozdziale istnieje jeszcze cała grupa innych, których działalność fizjologiczna zbliża je tak niezwykle do hormonów, że i tutaj ściśle rozgraniczenie prawie nie jest możliwe. Dotyczy to ogólnie znanych witamin, o których pierwotna definicja głosi, że są to związki organiczne powstające w roślinach i pobierane wraz z pokarmem przez organizm zwierzęcy, gdzie nawet najdrobniejsze ich ilości wywierają wpływ całkiem szczególny. Związki te są nader ważne dla życia, gdyż brak ich albo niedobór staje się powodem zupełnie określonych chorób, zwanych awitaminozami, połączonych często z zakłóceniami czynności gruczołów dokrewnych. Działanie więc witamin w ciele zwierzęcym nie daje się prawie oddzielić od działania hormonów. Stanowią one również substancje pobudzające, które spełniają ważną dla życia rolę w ilościach najdrobniejszych, często w tak małych, że ilościowo zupełnie odpowiadają hormonom. Głównej różnicy doszukiwano się w tym, że hormony są substancjami produkowanymi przez samo ciało w gruczołach dokrewnych, gdy natomiast witaminy muszą być doprowadzane do organizmu zwierzęcego wraz z pożywieniem. Takie jednak odróżnianie nie zawsze da się wyraźnie przeprowadzić. Przede wszystkim istnieją przypadki, w których witaminy są pobierane wraz z pożywieniem nie w stanie czystej substancji czynnej, lecz jako *prowitaminy*, będące pierwszym ich stopniem. Np. witamina wzrostu A jest przyjmowana przez organizm w postaci roślinnej karotyny, która u większości zwierząt i u człowieka zostaje przekształcona na czynną witaminę A dopiero w wątrobie. Zwierzęta stale pobierające z pokarmem gotową witaminę A nie posia-

dają już zdolności przekształcania prowitaminy. Podobnie i witamina D, która wraz z przytarczycami zarządza przemianą wapniową, tworzy się z nieczynnej fizjologicznie ergosteryny dopiero w skórze ludzkiej albo zwierzęcej, pod wpływem pozafioletkowych promieni słońca czy też sztucznego naświetlania. Z tego więc względu należy określać witaminy jako substancje pobudzające, które w odróżnieniu od hormonów mogą być albo pobierane z pokarmem w postaci gotowej lub zaczątkowej, albo muszą być wytwarzane dopiero w samym ciele pod wpływem czynników zewnętrznych (promienie pozafioletkowe). Podobnie jak w przypadku hormonów, najdrobniejsze już ilości witamin wystarczają do spełniania ważnych dla życia zadań. W stosunku witamin do hormonów zasługuje na uwagę jeszcze jeden fakt, a mianowicie to, że często grają one rolę czynników uzupełniających lub przeciwdziałających czynnościom określonych gruczołów dokrewnych. Tak np. witamina D pozostaje w pewnym stosunku względem gruczołów przytarczycznych, a więc z przemianą wapniową, a witamina E, którą można nazwać witaminą płodności albo witaminą antysterylną, wzmacnia czynność gruczołów płciowych, a być może nawet czynność przedniego płata przysadki mózgowej. Związków więc z hormonami jest dostatecznie dużo. Za cechę wyraźnie odróżniającą witaminy od hormonów należy uznać całkiem odmienne ich pochodzenie i powstawanie.

W ten sposób zostało skończone wyliczanie znanych nam obecnie hormonów, działających w ciele człowieka i wyższych kręgowców. Moglibyśmy więc właściwie zakończyć tu rozważania dotyczące kręgowców, gdyby nie konieczność omówienia pewnych zjawisk hormonalnych, odgrywających rolę przy zmianie ubarwienia u kręgowców niższych, tym bardziej że możemy przy tym zdobyć nieco dalszych wiadomości o zaznaczonym powyżej związku pomiędzy trzewiowym systemem nerwowym a substancjami podobnymi do hormonów.

## ZMIANA UBARWIENIA

Zmiana ubarwienia, obserwowana u niższych kręgowców, jak ryby, płazy i gady, nie stanowi zjawiska czysto hormonalnego. Jest ona związana mniej więcej ściślej z autonomicznym systemem nerwowym, przy czym rola, jaką gra przy zmianie ubarwienia system nerwowy albo gruczoły dokrewne, może być w różnych przypadkach bardzo zmienna i wieloraka. U ryb przeważa niewątpliwie wpływ nerwów autonomicznych, chociaż i tu niekiedy istnieją komórki barwikowe, pozostające pod wpływem czysto hormonalnym. U płazów przeważa rola hormonów, a u gadów w wielu przypadkach dwa te czynniki są mniej więcej równoważne. Jak wiadomo, zmiana ubarwienia jest możliwa dzięki temu, że czarne lub barwne komórki barwikowe, zwane chromatoforami, są zdolne pod wpływem bodźca do skupiania swego barwika w środku albo do rozpraszania go po całej komórce. Zależnie od takiego lub innego stanu rozmieszczenia barwika zwierzę może wydawać się jasne lub ciemne, barwne albo bezbarwne.

Hormon płata pośredniego przysadki mózgowej.

Już wspominaliśmy o hormonie płata pośredniego przysadki mózgowej, jako o typowym hormonie zmiany ubarwienia. We wszystkich w ogóle przypadkach, w których zmiana ubarwienia pozostaje pod wpływem hormonalnym, wspomniany hormon ma za zadanie rozpraszanie ziarenek barwika w czarnych albo barwnych komórkach barwinkowych.<sup>1</sup> Dzięki niemu zwierzęta stają się pstre i barwne,

<sup>1</sup> Autor sprawę nieco upraszcza: w rzeczywistości istnieją dwa hormony pośredniego płata przysadki mózgowej, posiadające działanie wyborcze na określone rodzaje komórek pigmentowych.

jak np. strzeble, cierniki i różanki, albo pięknie ubarwione jak *Macropodidae* i inne ryby ozdobne, utrzymywane w akwariach. Pod wpływem tego hormonu barwik rozprzestrzenia się w czarnych i barwnych komórkach barwikowych, dzięki czemu zwierzęta otrzymują wygląd, jaki posiadają w okresach rui, tarła albo składania ikry. Za pomocą więc tego hormonu można uzyskać u tych pięknie ubarwionych zwierząt tak zwaną szatę godową. W wielu jednak przypadkach pod wpływem hormonu płata pośredniego przysadki następuje rozpraszanie się pigmentu czarnego, albo też w ogóle są wykształcone tylko czarne komórki barwikowe, a wówczas zwierzęta stają się ciemne,



Rys. 36. Po stronie lewej żaba kontrolna, po prawej ściemnienie skóry, wywołane zastrzykami hormonu płata pośredniego przysadki. (Według Hogbena.)

brunatne albo prawie czarne. Żaby o ubarwieniu zielonym, jak żaba jadalna (*Rana esculenta*) i rzekotka (*Hyla arborea*), stają się ciemnobrunatne, brunatne zaś — żaba trawna (*Rana temporaria*) i żaba moczarowa (*R. terrestris*) przybierają barwę prawie czarną (rys. 36).

Jeśli do spraw zmiany ubarwienia przyczynia się wegetatywny system nerwowy, to może on zmniejszyć lub nawet zupełnie stłumić wpływ hormonu płata pośredniego przysadki. Tak np. u strzebli (*Phoxinus laevis*) pod wpływem hormonu płata pośredniego przysadki rozprzestrzeniają się bardzo silnie substancje barwikowe, zawarte w czerwonych chromatoforach, znajdujących się na dolnej stronie ciała i nie

---

Jeden z nich — *intermedina*, albo *hormon erytroforów*, wykryty przez Zondeka i Krohna, działa na chromatofory czerwone (erytrofory), drugi — *hormon melanoforów*, opisany przez Hogbena, Joresa, i innych, działa na czarne komórki pigmentowe — melanofory. (Przyp. tłum.)

połączonych z nerwami, gdy natomiast komórki barwikowe grzbietu, zaopatrzone w zakończenia nerwowe, prawie zupełnie nie reagują na wpływ tego hormonu. U amerykańskiej rybki z rodzaju *Fundulus*, której czarne komórki barwikowe nie reagują na hormon płata pośredniego przysadki, przecinano częściowo nerwy warunkujące zmianę ubarwienia i zauważono, że pozbawione unerwienia komórki odpowiadają teraz na wpływ wspomnianego hormonu. Hormon płata pośredniego przysadki pracuje więc samodzielnie i co najwyżej może w ogólności podlegać osłabieniu przez nerwowe oddziaływanie na chromatofory nerwów zmiany ubarwienia, należących do systemu nerwów trzewiowych. Po dokonaniu przecięcia nerwu takie unerwione komórki barwikowe mogą teraz odpowiadać na wszelkie możliwe bodźce nerwowe. Nerwy zmiany ubarwienia nie zawsze jednak działają z uszczerbkiem wpływu hormonu, jak to wykazują np. cierniki, różanki i makropody, które pomimo unerwienia swych komórek barwikowych bardzo dobrze i wyraźnie reagują na hormon płata pośredniego przysadki.

W każdym razie musimy podkreślić, że u ryb, które przeważnie zmieniają ubarwienie pod wpływem układu nerwowego, znaczenie hormonu płata pośredniego przysadki ustępuje na plan dalszy, gdy u płazów, np. u żab, zdecydowanie wysuwa się na plan pierwszy. Przysadkę i hormon jej płata pośredniego można u żab nazwać wprost regulatorem hormonalnym zmiany ubarwienia.

#### Adrenalina.

W przeciwieństwie do hormonu płata pośredniego przysadki mózgowej adrenalina rdzenia nadnerczy wywołuje skupianie się ziarenek barwika w centrum komórek barwikowych. Dzięki zagęszczaniu i koncentracji pigmentu na niewielkiej przestrzeni zwierzęta stają się jasne i bezbarwne. U niższych więc zwierząt kręgowych adrenalina, obok swych innych czynności, pełni rolę hormonu zmiany ubarwienia a jednocześnie antagonisty hormonu płata

pośredniego przysadki. Gdy jednak hormon płata pośredniego przysadki pracuje niezależnie od układu nerwowego, a nawet przeważnie wpływ tego układu działa zakłócająco, to adrenalina jest szczególnie czynna wobec komórek barwikowych, połączonych z trzewiowym układem nerwowym. Nie jest to jednak dziwne, gdyż adrenalina pochodzi z rdzenia nadnerczy, powstającego z komórek tegoż samego pochodzenia co i zaczątkowe komórki systemu nerwów trzewiowych. Przy omawianiu działania adrenaliny u kręgowców wyższych wykazaliśmy, że wpływ tej dokrewnej substancji gruczołowej jest w ogólności równoważny z podrażnieniem systemu nerwów trzewiowych. I w tym więc przypadku daje się zaznaczyć istnienie ścisłego związku pomiędzy adrenaliną a układem nerwów trzewiowych. Nie znaczy to jednak, aby adrenalina posiadała zdolność działania tylko na unerwione komórki barwikowe. Badania lat ostatnich pozwoliły rozszerzyć znacznie nasze wiadomości w tym zakresie. Istnieją np. nie-nerwione komórki barwikowe, jak chociażby czerwone chromatofory u strzebli, które nie reagują na adrenalinę, gdy znowuż czarne komórki barwikowe u żab reagują na nią wyraźnie, chociaż słabo odpowiadają na podrażnienia nerwowe; żaby stają się przy tym niezwykle jasne. Adrenalina i hormon płata pośredniego przysadki mózgowej są więc głównymi hormonami zmiany ubarwienia, których współdziałanie warunkuje różnorodność w rozprzestrzenianiu się barwików, a tym samym i zmianę barwy zwierzęcia.

U ryb posiadających szatę godową duże znaczenie w okresie rozrodu mogą mieć również hormony gruczołów płciowych, działające za pośrednictwem trzewiowego systemu nerwowego. W działaniu hormonów płciowych można nawet dopatrywać się wpływu psychicznego, to znaczy że ich działanie uzewnętrznia się przede wszystkim przez wywieranie wpływu na system nerwowy, który wówczas ze swej strony wywołuje przybranie

szaty godowej. U tych ryb grają bowiem w okresie godowym niezwykle dużą rolę takie wpływy „psychiczne“ jak strach, podniecenie itp. W komórkach barwikowych pozbawionych unerwienia hormony płciowe nie mają żadnego widocznego wpływu na stan skupienia pigmentu.

Prócz wspomnianych hormonów zmianą ubarwienia kieruje trzewiowy system nerwowy i to w największym zakresie u ryb, a w najmniejszym u gadów. U płazów wpływ ten zupełnie ustępuje na korzyść hormonów przysadki i nadnerczy, które obejmują całkowite kierownictwo zmian ubarwienia. Widzieliśmy już jednak, że adrenalina wykazuje głębszy związek z trzewiowym systemem nerwowym, gdyż działa podobnie jak podrażnienie nerwów trzewiowych. Mimo to wydaje się, że przy dłużej trwającym drażnieniu nerwów, zarządzających zmianą ubarwienia — co uzewnętrznia się w skupianiu się pigmentu w chromatoforach — zawartość adrenaliny we krwi jak gdyby się zwiększa. Możliwe jest, że czynność zmiany ubarwienia, warunkowana przez nerwy trzewiowe, które powodują skupianie się pigmentu w komórkach barwikowych, odbywa się w ten sposób, że zakończenia nerwów wydzielają substancję pobudzającą — zapewne adrenalinę — i dopiero dzięki temu działają na komórki barwikowe. Nie jest to jednak jeszcze zupełnie pewne, chociaż i pod tym względem zebrano już nieco dowodów. Drobne fragmenty skóry, pozbawione unerwienia na skutek przecięcia nerwów wpływających na zmianę ubarwienia, biorą mimo to udział w tej zmianie przy długotrwałym drażnieniu wspomnianych nerwów i to w ten sposób, że reagują wpierv cząstki graniczące ze skórą unerwioną, później zaś cząstki bardziej odległe. Ze wszystkich przeprowadzonych w tym kierunku doświadczeń zdaje się wynikać, że z zakończeń nerwów kierujących zmianą ubarwienia wydzielane są substancje pobudzające, które następnie mogą dalej rozprzestrzeniać się w skórze i dzięki temu sięgają komórek nie pozostających już w związku z nerwami. Takie substancje



pobudzające, wydzielane przez zakończenia nerwowe i wywołujące reakcję chromatoforów pod wpływem bodźców nerwowych, nazwano *substancjami neurohumoralnymi* albo *neurohormonami*. Z tego wszystkiego widzimy, że nerwy zmian ubarwienia oraz nerwy systemu trzewiowego w ogólności — na co istnieje długi szereg wskazówek, o których nie będziemy tu mówili — wywierają swój wpływ na unerwiony narząd, jak gdyby dopiero za pośrednictwem wydzielania przez zakończenia nerwowe substancji pobudzającej. Jeśli tak jest istotnie, to mielibyśmy w tym przypadku bardzo ciekawy przykład stosunku systemu nerwowego do hormonalnego, przy którym granica pomiędzy kierowniczymi systemami, nerwowym z jednej strony a hormonalnym z drugiej, traci na ostrości, gdyż zostaje wzajemnie w pewnym kierunku wyrównana przez włączenie działania systemu sympatycznego lub trzewiowego.

O znaczeniu zmiany ubarwienia i bodźców, które ją wywołują, możemy tu wspomnieć tylko pokrótce, gdyż obszerniejsze omówienie przekroczyłoby ramy tej książki. W większości przypadków cały sens tej zdolności do szybkiej zmiany ubarwienia pod wpływem bodźca polega na możliwości przystosowania się do barwy otoczenia, a więc stanowi ubarwienie ochronne. Bardzo liczne zwierzęta stają się jasne na jasnym podłożu a ciemne na ciemnym; dostosowują one w ten sposób odcień swego ciała do barwy podłoża i dzięki temu mogą być łatwiej przeoczone. Istotnie, można było wykazać przy pomocy ptaków żywiących się rybami oraz przy pomocy ryb trzymanyh w dużych zbiornikach doświadczalnych, że ryby, które na skutek długiego pobytu w zbiornikach przystosowały się do barwy dna, były znacznie rzadziej chwytane i pożerane przez ptaki niż ryby tegoż gatunku, świeżo umieszczone w zbiorniku, a więc takie, które jeszcze nie miały czasu dostosować się do odcienia dna. Nie należy wobec powyższego wątpić, że taka zdolność przystosowawcza istotnie posiada wartość ochronną, gdyż nasze własne doświad-

czenie poucza, iż każdemu sprawia trudność wykrycie zwierzęcia na podłożu tej samej barwy. Znane w dziedzinie takiego przystosowania są np. płastugi, które nie tylko co do jasności odcienia, lecz i co do charakteru i barwy rysunku stają się do złudzenia podobne do podłoża. We wszystkich tych przypadkach bodźcem wywołującym te zmiany jest światło, które z otoczenia wpada do oczu danego zwierzęcia i albo wywołuje, jak u większości ryb, podrażnienie trzewiowego systemu nerwowego, albo drażni, jak się to dzieje u żab, przysadkę mózgową, która wydziela wówczas do krwi hormon płata pośredniego i zmusza w ten sposób komórki barwikowe do odpowiedniej reakcji na bodziec hormonalny. Inne znaczenie może posiadać zmiana ubarwienia przy wabieniu płci za pomocą szat godowych. Wspaniałe ubarwienie, rzucające się w oczy, ułatwia w porze godowej rozpoznanie płci oraz przyczynia się do przeniesienia podniecenia płciowego na partnera. Istnieją jeszcze inne zadania szybkiej zmiany ubarwienia, jak przyodziewanie się w barwy ostrzegawcze i zastrasżające, zużytkowanie energii słonecznej przez przejmowanie promieni ciepłych, służących do regulacji ciepła w ciele zwierzęcia, oraz wiele innych, które tu musimy niestety pominąć.

#### Morfologiczna zmiana ubarwienia.

Chwilę uwagi należy jednak poświęcić innemu rodzajowi zmiany ubarwienia, który niekiedy zdarza się u kręgowców wyższych, jak ptaki i ssaki. Jest to zdolność wytwarzania i niszczenia substancji barwikowych w skórze oraz w zawiązkach piór i włosów. Jest to również zmiana ubarwienia, która wprawdzie wymaga zwykle długiego czasu, lecz za to dłużej się utrzymuje. Dzięki niej liczne zwierzęta ssące i ptaki, jak np. zając bielak (*Lepus timidus*), gronostaj (*Mustela erminea*) lub pardwa (*Lagopus mulus*) są białe podczas zimy, a w lecie mają ubarwienie brunatne. Taka zmiana ubarwienia, odbywająca się przez nagromadzenie albo rozkład barwików

skóry, piór i włosów, stanowi zjawisko podlegające w znacznym stopniu wpływom hormonów. Gdy np. hormon płata pośredniego przysadki mózgowej może wywierać duży wpływ na produkcję barwików u wszystkich niższych kręgowców, posiadających zdolność szybkiej zmiany ubarwienia, to adrenalina, odwrotnie, ma znaczenie przy rozkładzie tych substancji barwikowych.

U wyższych zwierząt kręgowych wchodzi tu jednak w grę przede wszystkim czynność pewnych narządów wydzielania wewnętrznego, zwłaszcza tarczycy i kory nadnerczy, które nie posiadają znaczenia przy szybkiej zmianie ubarwienia u kręgowców niższych.

Opisywaliśmy już, że tarczyca wytwarza hormon wzmagający w ciele zjawiska utleniania, który zarazem działa szczególnie pobudzająco i przyspieszająco na zmianę sierści i upierzenia. Procesy utleniania i przemian chemicznych w częściach skórnych zostają wzmożone, wobec czego hormon tarczycy posiada również znaczenie dla wytwarzania i rozkładu substancji barwikowych w skórze.

Najwyraźniejsze skutki takiego wpływu hormonu tarczycy uzyskano dotychczas w doświadczeniach z ptakami. Słabe dawki substancji tarczycowej powodują wzrastające czernienie piór, gdy natomiast dawki silne wywołują wybitne zniszczenie pigmentu, aż wreszcie pióra stają się całkiem białe. Zmienia się również i kształt piór narastających, które stają się krótsze i szersze i nawet u ptaków płci męskiej zbliżają się wyglądem do upierzenia samic. Nawet u niższych kręgowców, np. u omawianej już salamandry meksykańskiej — aksolotla, działanie tarczycy może spowodować odbarwienie skóry zwierzęcia. Wobec powyższego wydaje się dość pewne, że hormon tarczycy gra rolę istotną przy tworzeniu i rozkładzie barwików zarówno u kręgowców niższych jak i u wyższych, a więc wpływa na ich ubarwienie.

W tych sprawach posiada znaczenie i kora nadnerczy. Gdy jednak hormon tarczycy wywiera wpływ głów-

nię na melaniny, czyli barwiki czarne i brunatne, powstające z produktów rozpadu białka, to hormony kory nadnerczy działają na lipochromy, a więc na żółte i czerwone substancje barwikowe kręgowców, tłuszczowatej natury. Jest to zrozumiałe, gdyż kora nadnerczy zarządza przemianą lipidową i tłuszczową, a lipochromy stanowią substancje zbliżone do lipidów. Przy pomocy hormonów kory nadnercza można niekiedy uzyskać u ptaków niezwykle wzmocnienie i odświeżenie żółtych i czerwonych barw upierzenia. Takie wzmocnienie barw żółtych i czerwonych daje się wyraźnie osiągnąć i u innych zwierząt, np. u złotych rybek. Nie zostało jeszcze dostatecznie wyjaśnione, w jakim zakresie przy tworzeniu się lipochromów lub innych substancji barwikowych współdziała wpływ hormonów płciowych.

Hormony tarczycy i kory nadnerczy są więc, jak widzimy, hormonami zmiany ubarwienia, nie tej co prawda szybkiej u niższych zwierząt kręgowych, lecz tej która służy do wytworzenia naturalnej szaty barwnej kręgowców.

Szata barwna, komórki barwikowe i zmiana ubarwienia nie stanowią jednak cech właściwych tylko kręgowcom. Wspaniałe barwy istnieją przecie i u wielu zwierząt bezkręgowych, chociaż jeszcze nie wiemy, do jakiego stopnia barwy te są uwarunkowane wpływem hormonów. Podobnie i zjawisko szybkiej zmiany ubarwienia, istnienie zmiennych komórek barwikowych — chromatoforów, jest szeroko rozpowszechnione wśród bezkręgowców, a przede wszystkim u skorupiaków (*Crustacea*) i głowonogów (*Cephalopoda*).

Hormony zmiany ubarwienia u bezkręgowców.

Po raz więc pierwszy spotykamy się z zagadnieniem wpływu kierowniczego hormonów albo zbliżonych do hormonów substancji pobudzających na ważne dla życia sprawy u zwierząt bezkręgowych. Zmiana ubarwienia, spotykana u wielu skorupiaków, stanowi zjawisko tak

dalece pokrewne i podobne do zmiany ubarwienia u kręgowców niższych, że bezwarunkowo musi być traktowana wspólnie; natomiast zmianę ubarwienia u głowonogów musimy wyłączyć z naszych rozważań, gdyż odbywa się ona przy pomocy ruchów subtelnych mięśni, a więc jest zjawiskiem pozostającym wyłącznie pod wpływem układu nerwowego. Przeciwnie, zmiana ubarwienia u skorupiaków stanowi co do swych właściwości zupełne podobieństwo do chromatoforów u niższych kręgowców. Nie ulega bowiem wątpliwości, że dokonuje się ona dzięki skupianiu się albo rozprzestrzenianiu ruchomych substancji barwikowych. Rozstrzygający jest przy tym fakt, że zmiana ubarwienia u skorupiaków jest najoczywiściej uzależniona od kierowniczego wpływu hormonów zmiany ubarwienia. Prawdopodobnie jest ona nawet wyłącznie zarządzana przez hormony, gdyż u skorupiaków komórki barwikowe nie są uposażone w nerwy zmiany ubarwienia.

Należy jednak dodać, że nie wszystkie skorupiaki posiadają zdolność szybkiej zmiany swej barwy. Szczególnie wyraźne zjawiska tego rodzaju wykazują krewetki (garnele), które w zadziwiający sposób mogą dostosowywać się do ciemnego lub jasnego podłoża. Jeśli pobrać krew zwierzęciu przystosowanemu do ciemnego tła i zastrzyknąć ją jasnej, trzymanej na białym tle krewetce, to staje się ona ciemniejsza. Byłby to pierwszy dowód, że na zmianę ubarwienia krewetek wywierają wpływ substancje pobudzające, zawarte we krwi. Istotnie, udało się odkryć dwie substancje wywołujące zmianę ubarwienia, z których jedna, warunkująca ubarwienie jasne, jest wytwarzana przez gruczoł znajdujący się w słupku ocznym, a druga, powodująca ubarwienie ciemne, tworzy się w specjalnym narządzie umieszczonym w okolicy dzioba (*rostrum*) na przednim końcu głowotułowia krewetki. Obydwie substancje nie są specyficzne pod względem gatunkowym, lecz działają i na inne raki w sposób identyczny. Obydwie są odporne na wysoką temperaturę przy gotowaniu i nie ule-

gają zniszczeniu nawet w przewodzie pokarmowym, dzięki czemu mogą być podawane w pokarmie nie tracąc nic na skuteczności. Pod tym więc względem wykazują tak duże podobieństwo do charakterystycznych właściwości wielu hormonów zwierząt kręgowych, że nie można niemal wątpić o ich naturze hormonalnej. U tych zatem raków mamy do czynienia z dwoma hormonami zmiany ubarwienia, działającymi w kierunku wprost przeciwnym, z których jeden warunkuje przystosowanie się do jasnego podłoża, drugi dostosowuje do ciemnej jego barwy. Jednocześnie poznaliśmy dwa narządy dokrewne, produkujące wspomniane hormony.

Pomimo przytoczenia tak pięknego przykładu zjawisk hormonalnych u bezkręgowców musimy się zastrzec, że jeszcze jesteśmy zbyt daleko od możliwości wyjaśnienia wszystkich, częściowo bardzo zawitych zjawisk, jakie zachodzą przy zmianie ubarwienia u skorupiaków, zwłaszcza że niektóre z tych zwierząt posiadają trzy a nawet cztery rodzaje różnych komórek barwikowych, które mogą kurczyć się i rozszerzać w sposób zupełnie od siebie różny. Nie ma jednak dziś żadnych wątpliwości, że hormony u bezkręgowców istnieją, a zmiana ubarwienia nadaje się szczególnie dobrze dla udowodnienia ich obecności. W tych bowiem przypadkach działanie hormonów zmiany ubarwienia jest nadzwyczaj wyraźne i łatwo dostrzegalne. Prócz skorupiaków istnieją i wśród owadów formy, co prawda tylko nieliczne, posiadające zdolność szybkiej zmiany swej barwy. Znane są z tej cechy zwłaszcza indyjskie owady prostoskrzydłe z podrzędu *Phasmodea*, które dziś są często hodowane w terrariach. I u nich zjawiska zmian ubarwienia są wywoływane przez substancje pobudzające, zawarte we krwi, a więc oczywiście przez hormony. Udało się przy tym wykazać, że substancje te są wytwarzane w okolicy głowowej, a następnie są dostarczane przy pomocy krwi do poszczególnych narządów ciała. Tu również zdaje się egzystować hormon „jasności“ i hormon

„ciemności“. We wszystkich tych przypadkach działanie bodźca polega na tym, że światło odbite od otaczającego zwierzę środowiska wnika do oczu i wywołuje podrażnienie, które następnie, doprowadzone do narządu dokrewnego, powoduje produkcję jego hormonu. Wydzielony hormon zostaje przeniesiony wraz z krwią do pojedynczych komórek barwikowych, warunkując ich reakcję. U skorupiaków i owadów niewątpliwie nie istnieją nerwy zmiany ubarwienia. Obok działania światła za pośrednictwem oczu wchodzi w grę u *Phasmodea*, jako bodziec wywołujący zmianę ubarwienia, jeszcze i stopień wilgotności powietrza.

## HORMONY ZWIERZĄT BEZKRĘGOWYCH

Poza opisanymi wyżej zjawiskami wiemy niestety bardzo niewiele o wydzielaniu wewnętrznym u bezkręgowców. Na pytanie, czy istnieje jakikolwiek hormon kręgowców, który by jednocześnie znajdował się i u zwierząt bezkręgowych, możemy odpowiedzieć, że jak dotąd znamy z pewnością tylko jeden jedyny taki hormon, a mianowicie żeński hormon płciowy, hormon follikularny, który dotychczas został wykazany nie tylko u zwierząt kręgowych i bezkręgowych, ale nawet u roślin. Z tego więc względu należy przypisywać gruczołom płciowym prawie powszechną zdolność produkcji hormonów płciowych. Pytanie tkwi tylko w tym, jakie funkcje przypadają poszczególnym inkretom gruczołów płciowych.

## Gruczoły płciowe.

W przeciwstawieniu do kręgowców wpływ gruczołów płciowych u zwierząt bezkręgowych zdaje się w ogólności posiadać tylko podrzędne znaczenie. Tam nawet gdzie występują wtórne cechy płciowe, gdzie więc samce różnią się cieleśnie od samic, tylko w niewielu przypadkach została dowiedziona zależność tych cech od gruczołów płciowych.

## Kastracja.

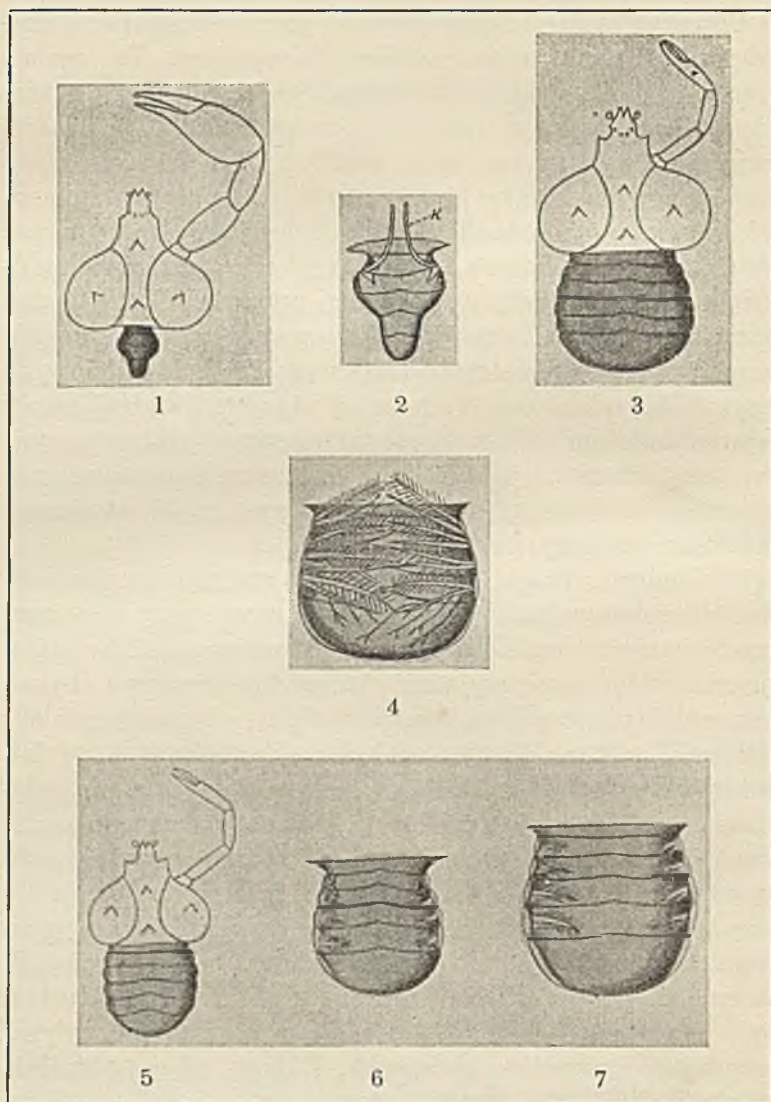
Co się więc dzieje po kastracji u takich zwierząt bezkręgowych, u których samce różnią się od samic? Na ogół nie widzimy żadnych wyraźnych skutków. Tylko u raków znane są dotąd w pewnych przypadkach niezaprzeczalne skutki braku gruczołów płciowych.

Żyjące w morzach gatunki krabów z rodzajów *Inachus*



i *Carcinus* są często napastowane przez pasożytnicze skorupiaki z rzędu wąsonogów (*Cirripedia*). Te drobne raczki hermafrodytyczne, z rodzaju *Sacculina*, niszczą narządy płciowe swych żywicieli i w ten sposób wywołują mniej więcej kompletną kastrację krabów. Jeśli przez pasożyty są opianowane samice krabów, to w ich wyglądzie zmienia się niewiele, o ile jednak chodzi o osobniki męskie, to postać ich ciała ulega zmianom, zwłaszcza gdy samce zostały opadnięte przez pasożyty we wczesnej młodości. Takie samce przybierają kształt samiczy i to w sposób mniej lub więcej zupełny, zależnie od stopnia zniszczenia gruczołów płciowych (rys. 37). Jeśli gonady i ich przewody wyprowadzające zostały zniszczone całkowicie, to takich samców już prawie nie można odróżnić od samic, gdy tymczasem normalne samce i samice mają wygląd zupełnie różny, dzięki odmiennej budowie kleszczy i odwłoka.

W innym przypadku występuje zupełna przebudowa kształtu ciała w kierunku samiczym, nawet przy częściowo zachowanych męskich gruczołach płciowych. Najlepiej jeszcze można sobie wyjaśnić różnorodność wpływu ubytku gruczołów płciowych na wygląd obu płci, gdy przypomnimy stosunki u kur. W wyniku kastracji, zarówno kury jak i koguta, powstaje osobnik o samiczym wyglądzie. Zjawisko to oznacza, że upierzenie i wygląd samiczy stanowią cechę obojętną pod względem płciowym, która powstaje niezależnie od hormonów płciowych. U krabów przejawia się to w ten sposób, że zarówno kształt jak i wygląd samiczy powstają bez obecności gruczołów płciowych i ich hormonów, są więc pod względem płciowym neutralne, gdy przeobrażenie się w postać samczą wymaga wpływu czynnych gruczołów płciowych. Z tego więc naturalnie powodu kastracja krabów sprowadza wygląd samiczy, niezależnie od tego, czy dotyczy płci męskiej, czy żeńskiej. Wiele przemawia za tym, że męskie hormony płciowe wpływają na ciało przekształcająco i warunkują powstanie wtórnych cech męskich. Niestety na razie jeszcze nie mamy



Rys. 37. Krab z rodzaju *Inachus*. U góry: 1. samiec normalny o krótkim, małym odwłoku i szerokich kleszczach. 2. Odwłok samicy od spodu. 3. Samica normalna z szerokim odwłokiem i wąskimi kleszczami. 4. Odwłok samicy, widziany od spodu, opatrzony rozszczepionymi i owłosionymi odnóżami. U dołu: 5. Samiec opanowany przez pasożyty. Wygląd zewnętrzny typu samczego: kleszcze wąskie, odwłok szeroki. 6. Odwłok samicy opanowanego przez pasożyty, z odnóżami typu samczego. 7. Odwłok samicy opanowanej przez pasożyty. Odnóża zredukowane. (Według Smitha.)

na to dowodu ostatecznego. Po pierwsze, dotychczas jeszcze nie posiadamy bezpośredniego stwierdzenia u krabów istnienia męskich i żeńskich hormonów płciowych. Po drugie, niezupełnie jest wyłączona możliwość, że obok albo niezależnie od gruczołów płciowych wchodzi tu w grę czynność innego gruczołu dokrewnego. Być może grają w tym rolę i ogólne zjawiska przemiany materii, gdyż zniszczenie dokonywane w ciele przez pasożyty nie ogranicza się do gruczołów rozrodczych i czasami kraby otrzymują wygląd samicy pomimo znacznego stopnia zachowania gonad męskich. Pod tym względem są bardziej przekonujące wyniki eksperymentalnej kastracji samic ośliczki (*Asellus aquaticus*). Samice tych pospolitych skorupiaków posiadają w okresie rozmnażania na stronie brzusznej, w pobliżu przodu ciała, worek lęgowy (*marsupium*), w którym odbywa się rozwój zawartych w nim jaj. Jeśli zwierzęta te poddamy naświetlaniu promieniami radu, to jajniki ulegają uwstecznieniu i worek lęgowy nie wykształca się. Rzecz ciekawa: jeśli zniszczenie jajników jest dokonane na krótko przed linieniem, bezpośrednio poprzedzającym tworzenie się worka lęgowego, to pozostaje ono bez skutków i worek lęgowy zostaje wykształcony. Natomiast worek lęgowy nie rozwija się po naświetlaniu przy dalszych wylinkach albo przy naświetlaniu na pewien czas przed wykształceniem się worka. Nie można tego wytłumaczyć inaczej, jak tylko w ten sposób, że gruczoły rozrodcze wydzielają do ciała substancję, która pobudza rozwój worka lęgowego. Gdy ta substancja już została wydzielona, zniszczenie jajników nie osiąga na razie skutku, który staje się jednak widoczny dopiero przy dalszych wylinkach. Zdolność wytwarzania worka lęgowego jest więc związana z gruczołami płciowymi, a mianowicie z substancją wydzielaną przez te gruczoły. Substancję tę ze względu na rodzaj jej działania musimy określić jako hormon.

Mniej wyraźne niż u krabów są skutki zniszczenia albo usunięcia gruczołów rozrodczych u owadów. Trzeba

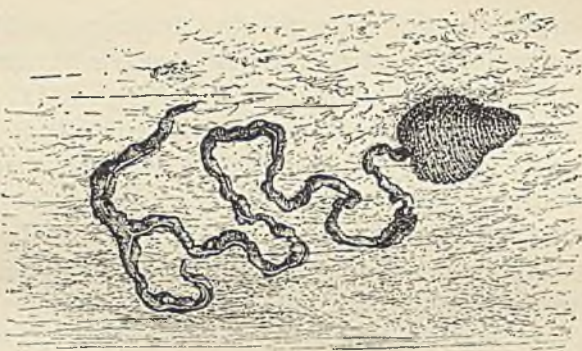
od razu zaznaczyć, że w ogóle trudno tu mówić o czynności gruczołów rozrodczych, która by wywierała wpływ na kształtowanie się postaci albo ubarwienia u dorosłych owadów. O takim wpływie nie możemy mówić nawet wówczas, gdy dorosłe osobniki męskie i żeńskie w znacznym stopniu różnią się od siebie co do wyglądu i ubarwienia i gdy kastracji dokonano już we wczesnej młodości. Znane są tylko bardzo nieliczne przypadki destrukcji gruczołów płciowych przez pasożyty, np. u piewików (*Cicadidae*), u których na skutek kastracji zostaje zatrzymany rozwój pewnych narządów.

Mamy jednak dowód na to, że u motyli, np. u prządki *Attacus atlas*, żeński hormon płciowy znajduje się w narządach rozrodczych w znacznej nawet ilości. Hormon ten musi przy tym posiadać duże podobieństwo do hormonu pęcherzykowego kręgowców, gdyż można w sposób przekonywający wykazać wpływ jego na kastrowane myszy. W tym jednak właśnie przypadku istnienia niewątpliwego hormonu płciowego u zwierzęcia bezkręgowego, nie wiemy niestety nic o funkcji, jaką ten hormon spełnia w ciele motyla.

### Hormony robaków.

Grupę zwierząt podejrzaną o produkcję hormonów stanowią robaki wyższe. Po pierwsze, część z nich posiada tzw. tkankę chromochłonną, która przypomina komórki rdzenia nadnerczy zwierząt kręgowych, a po drugie, stwierdzono u nich skuteczność wpływu adrenaliny na uderzenia serca i na czynność innych narządów. Jest więc całkiem możliwe, że adrenalina istotnie jest wytwarzana przez wyższe robaki jako własny hormon ich ciała, jakkolwiek nie zostało to jeszcze udowodnione. Jednak właśnie robaki wyższe, tzw. *Sipunculoidea* (*Gephyrea achaeta*), dostarczyły nam najpiękniejszych i najbardziej przekonywających dowodów istnienia u omawianych zwierząt narządów wydzielania wewnętrznego. U *Physcosoma*, jednego z przedstawicieli *Sipunculoidea*,

wykryto na ściankach wewnętrznych *nephridium*, czyli organu wydalniczego, narząd gruczołowy wydzielający swe substancje do krwiobiegu i zarazem po-



Rys. 38 a. *Bonellia viridis*. Samica. Około 1/3 wielkości naturalnej (Według Hessego.)

siadający ważne znaczenie dla życia robaka. Jeśli bowiem usunąć te narządy, przypominające nadnercza, a szczególnie korę nadnerczy kręgowców wyższych; to zwierzę ginie w krótkim czasie. Pozostawienie natomiast nieznacznej ilości tkanki gruczołowej wystarcza, aby zwierzę zachować przy życiu. Wystarczy zaszczyć kawałeczek takiego narządu internephridialnego w jakimkolwiek innym miejscu ciała robaka, aby zwierzę uchronić przed śmiercią. W ten sposób zostały spełnione wszelkie istotne żądania, jakie można postawić gruczołowi wydzielania wewnętrznego, a mianowicie wydzielanie inkretu gruczołowego do krwi, obojętne w którym miejscu, nawet bez istnienia związku z układem nerwowym. Substancji gruczołowej przypada oczywiście specjalnie ważne dla życia zadanie. Prawdopodobnie wszystkie *Sipunculoidea* posiadają takie narządy, działające dokrewnie.

### Bonellia viridis.

U *Bonellia viridis*, robaka morskiego z rzędu *Echiuroidea*, udało się odkryć substancję pobudzającą, której działanie skierowało wiedzę



Rys. 38 b. Samiec *Bonellia viridis*. Powiększenie 50-krotne. (Według Spengela.)

ku niezwykle ciekawym, choć trudnym problematom. Już sama w sobie jest *Bonellia* zwierzęciem bardzo niezwykłym. Gdy samica tego robaka (rys. 38a) posiada ciało wielkości śliwki i ryjek prawie metrowej długości, to samiec (rys. 38b) ma wielkość tylko kilku milimetrów i stale pasożytuje w jajowodzie samicy. Jeszcze bardziej zadziwiające jest powstawanie tych tak bardzo od siebie różnych postaci. Z początku wszystkie larwy robaka są do siebie podobne. Część jednak larw pływających w pobliżu dojrzałej samicy przytwierdza się do jej ryjka, pozostaje na nim około trzech dni, po czym porzuca ryjek i w ciągu kilku dni przekształca się w młode samce, które następnie wędrują do jajowodu samicy. Larwy, które nie osiedliły się na ryjku samicy, pływają swobodnie przez pewien czas, następnie opadają na dno i prawie wszystkie przeobrażają się w samice. Stwierdzono przy tym dwie okoliczności: po pierwsze to, że na skutek przedwczesnego gwałtownego odłączenia larw od ryjka samicy powstają osobniki hermafrodytyczne, następnie zaś fakt, że żywą samicę można z powodzeniem zastąpić wyciągami sporządzonymi z jej ryjka. Mamy tu więc bardzo swoisty przypadek, w którym substancja pobudzająca, zawarta w ryjku samicy, działa maskulinizująco, wyznaczając płeć, gdy normalnie zjawisko determinacji płci jest kierowane prawami dziedziczności. Nie łatwo zrozumieć w jaki sposób to się odbywa, tym bardziej, że samo zjawisko nie jest jeszcze całkowicie wyjaśnione. Nie wiemy również, czy substancji pobudzającej u *Bonellia* może przysługiwać tytuł hormonu.<sup>1</sup> W każdym razie mamy tu substancję

---

<sup>1</sup> Nowsze badania wykazały, że sprawa determinacji płci u *Bonellia viridis* jest bardziej skomplikowana, niż to przypuszczał F. Baltzer, któremu zawdzięczamy stwierdzenie wpływu maskulinizującego na larwy substancji zawartych w ryjku samicy. Jak wynika z prac Herbsta, maskulinizacja larw neutralnych może być dokonana za pomocą rozcieńczonych roztworów kwasów mineralnych, feminizacja zaś zależy od dużej ilości wody pobranej przez larwy. Pod wpływem potasu znacznie szy

pobudzającą, która władczo wkracza w sprawy tworzenia się u *Bonellia viridis* osobników męskich i żeńskich. Fakty tu omówione stanowią przypadek niezwykle wyjątkowy, gdyż w ogólności sprawa determinacji płci, a więc i przyszły rozwój gruczołów płciowych, jest ustalona już w chwili zapłodnienia i podlega prawom dziedziczności.<sup>1</sup>

### Owady.

Jeśli u owadów utrata gruczołów płciowych nie wywiera widocznego wpływu na wygląd i kształt ciała, to jednak przykład prządki *Attacus allas* wskazuje, że i owady mogą produkować hormony płciowe, działające w jakiś nieznanym nam jeszcze sposób.

Udowodniono natomiast, że u owadów istnieją inne substancje pobudzające, które wykonują wyraźne funkcje podczas rozwoju tych zwierząt i które słusznie możemy nazwać hormonami owadów. Przede wszystkim należy tu wspomnieć o narządach do pewnego stopnia jeszcze zagadkowych, tak zwanych *oenocylach*, które należą do takich organów dokrewnych. Są to komórki gruczołowe, występujące w ciele tłuszczowym (*corpus adiposum*) u owadów, co do których istnieje pewność, że produkują

---

normalnie procent larw przekształca się w samice, po przekroczeniu jednak optimum koncentracji potasu liczba samców wzrasta ponownie. (Przyp. tłum.)

<sup>1</sup> U *Bonellia* mamy do czynienia z tak zwaną epigamiczną albo metagamiczną determinacją płci, przy której płeć potomstwa jest uzależniona nie od chromosomów płciowych, lecz od wpływu pewnych czynników zewnętrznych, a więc jest określona już po zapłodnieniu. Kwestia ta nie jest mimo to rozstrzygnięta ostatecznie, gdyż wiemy z nowszych badań, iż nawet w czystej wodzie morskiej część larw przekształca się w samce, co by wskazywało na możliwość, że larwy *Bonellia viridis* nie są neutralne pod względem różnicowania płciowego, lecz z góry posiadają predyspozycję do rozwoju albo w kierunku płci żeńskiej, albo w kierunku męskiej i że tylko larwy predysponowane w kierunku męskim osiadają na ryjku samicy i podlegają dalszej morfologicznej maskulinizacji. (Przyp. tłum.)

inkret przenikający do krwi. Opierając się na ich wyglądzie i czynności stwierdzono, że są to organy wydzielania wewnętrznego. Niestety nie wiemy jeszcze nic pewnego o istotnym znaczeniu tych komórek gruczołowych. Możliwe, że grają one jakąś rolę przy dojrzewaniu gruczołów rozrodczych. Nie posiadamy jednak żadnych danych o charakterze substancji przez nie produkowanych i wydzielanych do krwi. Skądinąd znamy czynność i znaczenie pewnych hormonów owadzych innego rodzaju, chociaż nic prawie nie wiemy o miejscu ich powstawania, a więc o samych gruczołach dokrewnych, w których te hormony są wytwarzane.

### Hormony linienia i zapoczwarczania.

Linienie i zapoczwarczanie owadów zdaje się odbywać pod bardzo wydatnym wpływem pewnych określonych hormonów. Owady podczas rozwoju wzrastają okresowo, to jest od czasu do czasu zrzucają swoją zbyt już ciasną powłokę chitynową. Nowowytworzona, miękka jeszcze z początku, osłona skórna może następnie rozciągać się pod wpływem ciśnienia, jakie wywołuje masa ciała zwierzęcia, dając przy każdej wylince powiększającą się i bardziej obszerną powłokę dla wzrastającego owada, która następnie znowu tężeje, tak że dalszy wzrost staje się możliwy dopiero przy następnym linieniu. Linienie owadów stanowi więc ważny etap w życiu tych zwierząt przed przemianą ostateczną i uzyskaniem skończonej postaci ciała. Powszechnie wiadomo, że zapoczwarczanie jest zjawiskiem niezwykle doniosłym, stanowiącym okres krytyczny w życiu owadów, w którym odbywa się przekształcanie i przygotowanie do metamorfozy. Obydwa procesy, zarówno linienie jak i zapoczwarczanie, są wywoływane i prawdopodobnie kierowane przez wpływy hormonalne. Dopóki jednak nie znamy narządów dokrewnych, dopóty doświadczeniem podstawowym, mającym na celu udowodnienie tego wpływu hormonalnego, będzie niewątpliwie doświadczenie polegające na pobraniu



krwi, zawierającej hormon linienia albo zapoczwarczenia, u zwierzęcia dojrzałego do jednego z tych aktów życiowych i zastrzyknięciu jej zwierzęciu młodszemu. Jeśli uda się przy tym wykazać, że zastrzyknięta krew starszego zwierzęcia wywoła albo przedwczesne zapoczwarczenie, albo wylinkę u młodego, wówczas uzyskamy bezpośredni dowód na to, że wraz z zastrzykniętą krwią zostały wprowadzone substancje hormonalne, wywierające wpływ na te procesy. Z wyraźnym wynikiem dodatnim dokonano takich doświadczeń u różnych grup owadów. Udało się na przykład u gąsienic motyla *Sphinx ligustri* przyspieszyć linienie; u *Smerinthus tiliae* przez pobranie krwi z gotowych do zapoczwarczenia gąsienic i zastrzyknięcie jej młodszemu można było te młodsze doprowadzić przedwcześnie do przepoczwarczenia. Jedno trzeba mieć przy tym na uwadze, a mianowicie, że wywołanie zapoczwarczenia nie pociąga za sobą błahej tylko zmiany u danego zwierzęcia, lecz oznacza osiągnięcie ważnego w skutki etapu życiowego, cechującego się także zmianami psychicznymi. Dojrzała do zapoczwarczenia gąsienica przestaje jeść i zaczyna zagrzebywać się w ziemi. Pod wpływem bodźca hormonalnego, dostarczonego przez zastrzyknięcie krwi, zostaje wywarty wpływ nader istotny na cielesne i „psychiczne“ przejawy u zwierzęcia poddanego eksperymentowi. Jeszcze bardziej precyzyjne wyniki osiągnięto dzięki iniekcjom krwi u innych owadów, np. u pluskwiaków.

Wspomnimy tu pokrótce o jeszcze jednym doświadczeniu nad gąsienicami motyli, które zdaje się wskazywać, że w roli substancji pobudzających, wyzwalających proces linienia albo zapoczwarczenia, muszą występować różne hormony. Odnóże gąsienicy starszej przeszczepiano młodziej z takim wynikiem, że przechodziło ono proces linienia w jednym czasie ze swym nowym właścicielem. Gdy jednak gąsienicy młodziej przeszczepiono odnóże pochodzące z gąsienicy będącej tuż przed zapoczwarczeniem, to okazało się, że takie odnóże przechodziło wylinkę

nie tylko podczas najbliższego linienia swego obecnego żywiciela, lecz wykonało poza tym wylinkę nadliczbową, a więc nie tylko nie przeszło wylinki poczwarkowej, co byłoby naturalne samo przez się, lecz dokonało dodatkowego linienia gąsieniczego. Z tego wynika, że proces linienia zaszczeplonego odnóża jest wywoływany i kierowany przez substancje pobudzające, krążące we krwi żywiciela, oraz to, że linienie gąsienicze i linienie poczwarkowe są wywoływane przez hormony różnego rodzaju. Jest to zresztą zupełnie zrozumiałe wobec istotnej różnicy pomiędzy tymi zjawiskami.

Istnieją również doświadczenia nad motylami dotyczące przypuszczalnego miejsca wydzielania sekretów wewnętrznych. U gąsienic motyla *Lymantria (=Liparis) dispar* usuwano zwój mózgowy. Jeśli dokonuje się tego zabiegu w czasie niezbyt odległym od najbliższego linienia, to odbywa się ono normalnie, jeśli jednak przeprowadzić operację tuż po wylince, a więc na długi czas przed linieniem następnym, to nie odbywa się ono wcale. Jeśli w dalszym ciągu doświadczenia ciało gąsienicy zostanie przewęzione za pomocą pętli na odcinek przedni i tylny, to odcinki przednie zapoczwarczają się zawsze, tylne zaś tylko wtedy, jeśli operacji przewężania dokonano najwyżej na kilka dni przed linieniem poprzedzającym zapoczwarczenie. Doświadczenia te wskazują, że hormon, produkowany w ściśle określonym czasie, powstaje w okolicy głowowej pod wpływem mózgu i rozchodzi się po ciele od przodu ku tyłowi. Zapoczwarczenie tylnego odcinka ciała możliwe jest tylko wtedy, gdy hormon wraz z krwią osiągnie koniec tylny, zostaje zaś zahamowane po zastosowaniu przewężania.

Uzupełniają obraz doświadczenia dokonane nad pluskwami i motylami. U pluskwiaków z rodzaju *Rhodnius* udało się wykazać, że w „czasie krytycznym“ w pewnych gruczołach głowowych powstaje hormon i miesza się z krwią. Jeśli strefę produkującą hormon usunąć przed

czasem krytycznym, to zwierzę nie przeobraża się. Przeobrażenie może być jednak wymuszone, jeśli zastrzyknąć mu krew osobnika, w której krąży hormon przeobrażenia. Doświadczenia nad muchami plujkami (*Calliphora*) również wskazują na tworzenie się hormonu zapoczwarczenia w przedniej połowie ciała larwy, w pobliżu zwoju mózgowego. Przy próbach z przewężaniem zapoczwarczenie się części przedniej, w której mieści się zwoj mózgowy, odbywa się zawsze, w pozostałej zaś części tylko wtedy, gdy został do niej doprowadzony hormon, przy czym jest obojętne, czy część ta posiada unerwienie, czy też nie. Usunięcie ośrodkowego systemu nerwowego w okresie, gdy w ciele już krążą hormony linienia, nie wstrzymuje ani procesu linienia, ani zapoczwarczenia.

Linienie i zapoczwarczenie u owadów stanowią zatem zjawiska odbywające się przy udziale hormonów. Gdy jednak układowi nerwowemu przypada wpływ na wytwarzanie hormonów linienia, to właściwe procesy linienia i zapoczwarczenia przebiegają niezależnie od tego układu. Dziś uznajemy za całkiem pewne występowanie u owadów hormonów linienia i zapoczwarczenia, powstających w strefie głowowej albo w przedniej okolicy ciała. Jako miejsca ich wytwarzania wchodzi w grę szczególnie pewne gruczoły głowowe owadów, tak zwane *corpora allata*, po części jednak i sam zwoj mózgowy owadów zdaje się wydzielać substancje hormonalne. W związku z tym jest ciekawe, że i hormony zmiany ubarwienia u *Phasmodea* są wytwarzane w okolicy głowowej.

I u głowonogów (*Cephalopoda*) stwierdzono fakty wskazujące na istnienie u nich pewnej regulacji hormonalnej. Na tym jednak wyczerpują się nasze wiadomości o hormonach i ich produkcji u zwierząt bezkręgowych. Trzeba wszakże mieć nadzieję, że w przyszłości uzyskamy zapewne dużo jeszcze nowych danych o zjawiskach hormonalnych u bezkręgowców.

## ROŚLINY

Zobaczmy teraz, jak się przedstawia sprawa hormonów u roślin. Roślina nie posiada możliwości podporządkowania za pośrednictwem ośrodkowego systemu nerwowego swych części całokształowi organizmu oraz wytwarzania w ciele jednolitości przy pomocy impulsów nerwowych. Należałoby więc właściwie oczekiwać, że musi tu mieć szerokie zastosowanie inna możliwość regulacji, to jest humoralne przenoszenie bodźców za pośrednictwem substancji pobudzających. W jakim bowiem inny sposób może powstać jedność organizmu roślinnego? Musi wszakże istnieć coś, co umożliwi utrzymanie jedności z części tak odrębnych, jak liście, kwiaty, łodyga i korzeń.

Ważności tego problemu nie zmniejsza nawet okoliczność, że poszczególne części roślin niejednokrotnie posiadają większą samodzielność niż narządy zwierząt wyższych. Wszak wśród najwyższych roślin możemy dokonać rozmnażania przez odkłady, a więc wytwarzać nowe samodzielne rośliny, stosując oddzielanie ośrodków vegetacyjnych, to jest części posiadających pączki. Rzecz jasna, że każdy ośrodek vegetacyjny, każdy pęd stanowi pewną całość życiową, która mniej lub więcej usamodzielnia się po oddzieleniu, często dając początek nowej roślinie. Zależność części od całości jest bardziej luźna, a jednak zależność taka istnieje, pomimo że nie jest tak potężna jak u zwierząt wyższych, u których części składowe tworzą przy udziale systemu nerwowego zamkniętą całość. Powstaje więc pytanie, jak się to dzieje, że pomimo istnienia wielu ośrodków vegetacyjnych, pomimo istnienia licznych pędów, licznych jednostek życiowych w roślinie

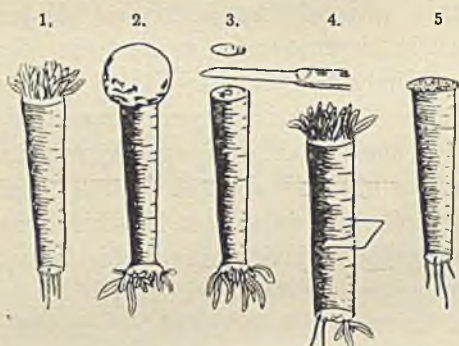
wyższej, zostaje pomimo to utrzymana wzajemna zależność części składowych, jednolitość postaci i jedność organizmu.

### Biegunowość (*polaritas*).

Łatwy do rozpoznania związek wzajemny odrębnych części dostrzegamy w fakcie biegunowości, w istnieniu góry i dołu, a więc w tym, że roślina rozwija u góry liście i kwiaty, a u dołu wytwarza korzenie. Przy normalnym rozmnażaniu odkładami, odkład posiada u góry pąk, a więc punkt wegetacyjny, u dołu zaś wypuszcza korzenie. Nawet odkłady obustronnie obcięte w ten sposób, że zostają pozbawione zróżnicowanych ośrodków wegetacyjnych, mogą niekiedy wytworzyć nowe punkty wegetacyjne, tak że i tutaj biegunowość zostaje utrzymana. Czasami jednak u niektórych roślin mogą wystąpić przy tym zaburzenia i to przeważnie na biegunie korzeniowym, co oczywiście pozostaje w pewnej zależności od końca górnego. Gdy górny biegun pędu rozwinie się szybko, to wszystko przebiega normalnie, jeśli jednak pęd zostanie u góry zahamowany w rozwoju, to wówczas może nastąpić raptowne wykształcenie liści na biegunie korzeniowym. Wygląda więc tak, jakby z punktu wegetacyjnego pędu wypływała siła kierująca, która powoduje, że na biegunie korzeniowym istotnie powstaje korzeń. Siłę tę, warunkującą powstanie z wyodrębnionego odkładu jednej całości — nowego organizmu roślinnego — możemy nazwać systemotwórczą. Za takie siły twórcze muszą być tu niewątpliwie uważane substancje chemiczne, a więc substancje pobudzające, które powstają w punkcie wegetacyjnym pędu a następnie zostają przeprowadzone od góry ku dołowi, zmuszając biegun dolny do odpowiedniego rozwoju. Powstaje pytanie, czy można takie substancje uważać za hormony i ewentualnie je wykryć. Odpowiedź na to mogą dać tylko doświadczenia. Rozpatrzmy zatem szereg takich doświadczeń, dokonanych z odkładami korzeniowymi dmuchawca (*Taraxacum*).

Fig. 1 na rys. 39 przedstawia odkład wytwarzający normalne korzenie.

Fig. 2. Widzimy odkład bez punktu vegetacyjnego, w którym powierzchnia pędu jest zagipsowana, co uniemożliwia wzrost. Na przecięciu powierzchni korzeniowej tworzy



Rys. 39. Biegunowość u roślin. (Według Czaji).

Fig. 4 przedstawia odkład z punktem vegetacyjnym pędu, odkład jest jednak w połowie przegrodzony. Pod przegrodzoną stroną powstają liście.

Fig. 5. Na górnej powierzchni przekroju odkładu jest umieszczony kawałeczek żelatyny lub agaru, przepojony substancją czynną, tak zwaną substancją wzrostu wydłużającego, pochodzącą z punktu vegetacyjnego. (Porównaj fig. 3).

Przedstawione doświadczenia najlepiej wyjaśniają to, o czym już mówiliśmy powyżej. Doświadczenie Nr 4 wykazuje, że istotnie musi tu chodzić o substancję rozchodzącą się w pewnym kierunku, która wędruje z góry i zostaje częściowo zatrzymana po stronie przegrodzonej, nie mogąc dostać się ku dołowi. Nr 5 wykazuje, że tę substancję czynną można zebrać w kawałeczku agaru. Taki kawałeczek agaru, przepojony substancją czynną i nałożony na powierzchnię przekroju, zastępuje naturalny wierzchołek pędu.

się tkanka przyranna z wzgórkami, w których znajdują się punkty vegetacyjne z liśćmi.

Fig. 3. Podobnie nie-normalny utwór powstaje i wówczas, gdy powierzchnia przekroju pędu zostaje codziennie ścinana i tym samym odnawiana.

## Auksyny.

Jakaż to tajemnicza substancja, wchłonięta przez agar, może swym działaniem zastąpić wpływ punktu vegetacyjnego pędu na biegun korzeniowy. Nazwano ją substancją wzrostu wydłużającego albo auksyną (*auxino* = wzrastam), wobec jej najbardziej rzucającego się w oczy działania, regulującego wzrost wydłużający roślin. Wzrastanie roślin składa się mianowicie z dwóch różnych, zupełnie odrębnych procesów, z których jednym jest podział komórek, rozpoczynający się w punkcie vegetacyjnym, drugim zaś jest wydłużanie się komórek na skutek pobierania wody, które zwykle odbywa się w strefie już nieco starszej, znajdującej się cokolwiek poniżej punktu vegetacyjnego.

Klasycznym obiektem badań nad auksynami są kielki owsa i kukurydzy. Kielkujące ziarno owsa wysuwa najpierw z nasienia poprzez ziemię cylindryczny, zamknięty od góry i próżny wewnątrz narząd — koleoptil. Następnie przebija się wierzchołek pierwszego liścia, po czym wzrost koleoptilu ustaje. Wiedzano od lat przeszło dwudziestu, że wzrost koleoptilu, będący wzrostem wydłużającym, jest uzależniony od substancji wytwarzanej w wierzchołku pędu. Jeśli usunąć wierzchołek, to wydłużanie ustaje, jeśli zaś wierzchołek wstawić ponownie, to przerwany wzrost znowu się odbywa (rys. 40). Jeśli wierzchołek umieścić bocznie, tak aby tylko połowa pędu była pokryta, to koleoptil wykręca się na skutek jednostronnego wzrostu pokrytej połowy. Działanie utrzymuje się i wówczas, gdy wierzchołek jest przyklejony żelatyną, a więc jest przegrodzony warstwą żelatyny, niknie zaś, jeśli jest oddzielony staniolą lub płytką miki. Okazuje się zatem, że chemiczna substancja wzrostowa, wydzielana przez wierzchołek, może przenikać przez żelatynę i w ten sposób wywierać swój wpływ na koleoptil, pomimo że wierzchołek nie styka się już bezpośrednio z kielkującym zarodkiem.

Przed kilkunastu laty udało się zgromadzić substancję wzrostową w agarze albo żelatynie w ten sposób, że odcięte wierzchołki umieszczano na kostkach z 3%-ego agaru, pozostawiając je tam na czas około dwóch godzin.



Rys. 40. Działanie auksyny. (Według Kogla.)

kawałeczek agaru na inny tej samej wielkości, to substancja czynna rozplywa się w obu, tak że otrzymujemy rozcieńczenie o połowę mniejsze. Można to wykazać umieszczając przesycone kawałeczki agaru — tak jak poprzednio wierzchołki koleoptilów — z boku na szczycie obciętego koleoptilu i mierząc kąt krzywizny, która tworzy się na skutek jednostronnego wzmocnienia się wzrostu. Okazuje się przy tym, że kąt zбочenia i ilość substancji wzrostowej pozostają w pewnych granicach w stosunku prostym. Osiągnięto w ten sposób techniczną możliwość cechowania substancji wzrostowych, a więc ilościowego ich oznaczania. Kąt zбочenia mający  $10^\circ$  tworzy 1 jednostkę — jednostkę Avena.

W ten sposób uzyskano metodę testów, która okazała

Okazało się, że kawałeczki agaru zostają przepojone substancją wzrostową i mogą teraz przy doświadczeniach wywierać taki sam wpływ, jaki przedtem wywierały wierzchołki koleoptilów. Jeśli położyć przesycony substancją wzrostową



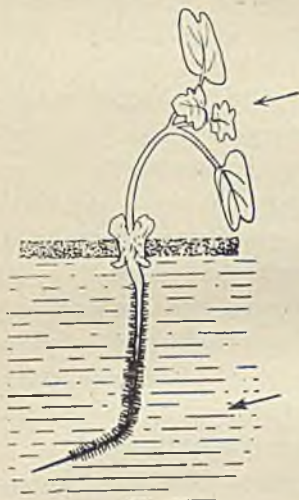
się bardzo przydatna przy chemicznym opracowaniu substancji wzrostowych. Zasluguje na uznanie, że bardzo szybko rozpoczęto odpowiednie badania chemiczne i że wreszcie udało się Köglowi uzyskać czystą substancję wzrostową — *auksynę* i wyjaśnić jej budowę. Okazało się, że w wierzchołkach kielków owsianych jest wytwarzana tak zwana substancja wzrostowa „a“, *a-auksyna*,  $C_{18}H_{32}O_5$ , czyli prosty, nie nasycony kwas tryoksykarbonowy, gdy w ogólności przy sprawach wzrostu u roślin wchodzi w grę jeszcze dwie inne substancje, z których jedna jest spokrewniona z *a-auksyną*. Taką mianowicie substancję pokrewną tworzy *b-auksyna*,  $C_{18}H_{30}O_4$ , prosty, nie nasycony kwas oksyketokarbonowy. Trzecią wreszcie substancją wpływającą na wzrost roślin jest *heteroauksyna*, która daje się otrzymywać z moczu ludzkiego. Rzecz zadziwiająca, że *heteroauksyna* wywiera na rośliny taki sam wpływ jak poprzednio wymienione substancje, chociaż pod względem chemicznym nie ma nic wspólnego z *auksynami a i b*, będąc znanym kwasem indolylo-octowym.

Jak doszło do tego, że zaczęto zużytkowywać mocz ludzki jako surowiec przy otrzymywaniu substancji wzrostowej? Oto okazało się, że z kielkujących traw można uzyskać zbyt mało substancji wzrostowej, aby móc myśleć o jej analizie chemicznej. Obliczono, że trzeba zużytkować około 10 miliardów kielków kukurydzy, aby otrzymać 1 g substancji wzrostowej. Z tego więc względu przystąpiono do poszukiwań innego materiału wyjściowego, np. drożdży, oleju kukurydzianego, słoju i moczu. Z nich wszystkich mocz okazał się najbardziej wydajny. W moczu znajduje się przede wszystkim *a-auksyna* i nieco *heteroauksyny*, przy czym *a-auksyna* pochodzi oczywiście z pokarmów, a mianowicie z tłuszczów roślinnych i zwierzęcych, gdy natomiast *heteroauksyna*, której przeważnie tylko ślady występują w moczu, powstaje z rozkładu tryptofanu, produktu rozpadu białka pod wpływem bakterii jelitowych. Zdaje się, że *heteroauksyną* jest również tak zwana *rhizopina*,

substancja wzrostowa grzybów. Należy więc wyróżniać trzy substancje auksynowe: auksyny a i b, które są zbliżone do siebie i posiadają najogólniejsze znaczenie dla wzrostu roślin, oraz heteroauksynę, którą spotyka się także w grzybach i jakkolwiek pod względem chemicznym

zupełnie nie jest pokrewna auksynom, to jednak wywiera wpływ podobny do wpływu auksyn a i b.

Wszystkie trzy substancje są zdolne do wywierania wpływu na wydłużający wzrost roślin w rozcieńczeniu wprost fantastycznym. Wystarcza już  $1/500000$ — $1/500000000$  mg dla uzyskania opisanej wyżej jednostki *Avena*. Auksyny zatem stanowią ogromnie czynne chemiczne substancje bodźcowe. Czy są one hormonami? Chociaż do substancji roślinnych nie można na ogół stosować takiej samej definicji, na jakiej opiera się hormon zwierzęcy, to jednak auksyny są takimi substancjami pobudzającymi, które wywierają swoje działanie już w niezmiernie drobnych ilościach i stanowią dla roślin



Rys. 41. Zarodek gorczycy białej w kulturze wodnej, naświetlony pierwotnie wszechstronnie, później jednostronnie. Łodyga zwrócona ku światłu, korzeń zaś odwrócony od źródła światła.

(Według Strasburgera.)

czynnik niezwykle ważny przy kierowaniu zjawiskami życiowymi i utrzymywaniu jednolitości organizmu. Z tego więc względu słusznie stawiamy je obok hormonów zwierzęcych, *zoohormonów*, jako hormony roślinne — *phytohormony*. Są to substancje wytwarzane przeważnie na wierzchołku pędu, w punkcie vegetacyjnym rosnących części rośliny, które następnie kierują się biegunowo, wędrują od góry ku dołowi i służą przede wszystkim do kierowania wzrostem roślin, zwłaszcza wzrostem wydłużającym. Jest więc zrozumiałe, że przy ruchach bodźcowych roślin, polegających na zmianie wzrostu, auksyny biorą bardzo znaczny udział.

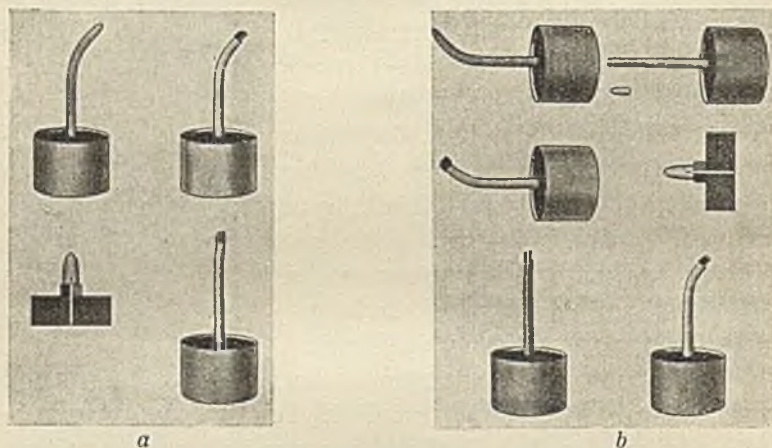
## Fototropizm i auksyny.

Jest rzeczą znaną, że przy jednostronnym naświetlaniu liczne rośliny i ich części kierują się ku światłu (rys. 41). Zjawisko takie (fototropizm) jest następstwem tego, że strona naświetlona rośnie wolniej a strona zacieniona szybciej. Jaką rolę grają przy tym auksyny? Aby uzyskać odpowiedź naświetlano jednostronnie zawiązki kielkującego owsa, odcinano wierzchołki i umieszczano odcinki wierzchołkowe na agarze w ten sposób, że substancje wzrostowe strony naświetlonej i strony zacienionej mogły być pobrane oddzielnie (rys. 42a). Gdy teraz umieszczono przepojone substancją wzrostową kawałeczki agaru z boku na przyciętych u szczytu kielkach, to okazało się, że kawałek agaru wzięty ze strony zacienionej zawiera więcej substancji wzrostowej niż agar ze strony naświetlonej, a mianowicie  $\frac{2}{3}$  substancji wzrostowej było po stronie zacienionej, a tylko  $\frac{1}{3}$  po stronie naświetlonej.

Zacieniona więc strona kielka zawiera więcej substancji wzrostowej, wobec czego rośnie szybciej i tym warunkuje fototropizm dodatni. Auksyny w punkcie wegetacyjnym wierzchołka są początkowo produkowane równomiernie, drobna ich część zostaje następnie zniszczona pod wpływem światła, gdy natomiast część większa w czasie transportu ku dołowi do strefy wydłużania zostaje skierowana pod wpływem bodźca świetlnego ku stronie zacienionej. Zdaje się, że jednocześnie dochodzi do zmniejszenia zdolności reakcji komórek strony naświetlonej. Rzecz polega jednak głównie na zmianie zagęszczenia substancji wzrostowych podczas transportu z góry ku dołowi, nagromadzenie się bowiem substancji wzrostowych po stronie zacienionej wywołuje fototropizm dodatni.

Również i geotropizm ujemny pędów i kielków — wzrost ku górze — polega na podobnym zjawisku. I tu daje się wykazać, że u położonych poziomo kielków (rys. 42b), które rosnąc wyginają się ku górze, strona dolna jest obficie uposażona w substancje wzrostowe i dlatego rośnie szyb-

kiej. Jeśli substancje wzrostowe zostaną zebrane na agarze, oddzielnie ze strony górnej i dolnej, tak jak przy doświadczeniach z jednostronnym naświetlaniem, to wówczas kawałek agaru, który znajdował się na dolnej stronie wierzchołka pędu, wykazuje większą ilość nagromadzonych substancji wzrostowych. A więc i przy geotropizmie



Rys. 42. *a* Fototropizm. Światło pada od strony prawej. U góry, po stronie lewej, zarodek wygięty pod wpływem fototropizmu dodatniego. U dołu wierzchołek wzrostu pędu oświetlony jest jednostronnie i umieszczony w galarecie agarowej, dzięki czemu substancja pobudzająca wzrost może być pobrana oddzielnie ze strony przedniej i tylnej. U góry znajduje się strona tylna (strona cienia), u dołu strona przednia (naświetlona). — *b* Geotropizm. U góry, po stronie lewej, zarodek wygięty geotropowo; po stronie prawej zarodek nie wygięty na skutek przykrycia czapką agarową. W środku, po stronie lewej, zarodek okryty czapką agarową, nasyconą substancją pobudzającą wzrost — ulega wygięciu. W środku po stronie prawej z poziomo ustawionego wierzchołka zostaje pobrana substancja wzrostowa, oddzielnie ze strony górnej i strony dolnej. U dołu: Odmierzanie ilości auksyny; po stronie lewej — ze strony górnej, po prawej — ze strony dolnej. (Według Wenta.)

ujemnym, który warunkuje wyginanie się ku górze poziomo ułożonego pędu roślinnego, zostaje wywołany silniejszy wzrost strony dolnej, na skutek obfitszego nagromadzenia na niej substancji wzrostowej.

Nie dość jednak tego, że auksyny, jako hormony wzrostu wydłużającego, wywołują i kierują zjawiskami wzrostu oraz warunkują reakcję roślin na światło i siłę ciężenia. W silniejszej koncentracji mogą one wywoływać tak różnorodne czynności, jak intensywne dzielenie się komórek, tworzenie się korzeni i innych narządów, przyrost

na grubość, albo takie zjawiska, jak np. szybkie więdnienie kwiatów, pod wpływem działania pyłku kwiatowego storczyków. Auksyny wykazują również kierującą siłę systemotwórczą, jak to wynika z doświadczenia z dmuchawcem (*Taraxacum*), gdzie biegun pędu może być zastąpiony przez kostkę agaru, nasyconą tymi substancjami (rys. 39, 5). Teraz możemy łatwiej wytłumaczyć to doświadczenie i jego wyniki. Wiemy, że auksyny są wytwarzane w punkcie vegetacyjnym pędu i że następnie dążą ku dołowi, widzimy wreszcie, że kostka agarowa z auksynami, umieszczona na dolnym końcu odkładu, powoduje tworzenie się korzeni, a więc przywraca naturalną biegunowość rośliny, która może być zakłócona, jeśli transport auksyny zostanie przerwany i zahamowany przez przegradzającą płytkę mikową (rys. 39, 4). Auksyny więc, jako fitohormony, ustalają jedność w roślinie. Stosunki pomiędzy „górami“ a „dołami“ rośliny, pomiędzy pędem a korzeniem są uporządkowane w jednolitą całość. Znamy jednak i inne jeszcze wpływy auksyn. Na przykład z odrastających pędów dążą ku dołowi prądy auksyn, które nie dopuszczają do rozrastania się pędów położonych niżej. Możemy także stwierdzić, że auksyny znajdują się w całej kiełkującej roślinie, od vegetacyjnego punktu pędu aż do wierzchołków korzeni, a nawet i wierzchołki korzeni wytwarzają auksyny, którym przypada specjalna rola działania na same korzenie.

Musimy więc uznać auksyny za niezmiernie ważne substancje bodźcowe, którymi roślina posilkuje się, aby z wielu jednostek życiowych, wielu punktów vegetacyjnych, utworzyć jednostkę życiową wyższego rzędu — harmonijnie funkcjonujący organizm.

#### Inne hormony roślinne.

Wszystko, co powiedzieliśmy, nie oznacza jednak, aby auksyny były jedynymi hormonami roślin. Obok auksyn niewątpliwie istnieją substancje o typie witamin,

pobudzające podział komórek w roślinach, jak również substancje szczególne, np. *biolyna*, która ma duże znaczenie, zwłaszcza przy wzroście drożdży, chociaż występuje i u roślin wyższych. Prawdopodobnie istnieją poza tym jeszcze specjalne substancje organotwórcze, mające prawdopodobnie znaczenie przy tworzeniu się organizmu roślinnego, lecz o ich naturze i czynności wiemy dziś jeszcze zbyt mało. Na zakończenie rozpatrzymy pokrótce pewne, lepiej poznane, czynności takich substancji bodźcowych. Za pomocą niektórych kwasów aminowych, jak histydyna, stosowanych w niezmiernie drobnych ilościach, można wywołać prądy plazmatyczne w komórkach roślinnych, przy czym jest rzeczą prawdopodobną, że te właśnie kwasy, powstające z łatwością w ciele zwierzęcym i roślinnym, służą jako substancje pobudzające ruch plazmy. Podobnie i ruch gałązek mimozy (*Mimosa pudica*), która po podrażnieniu składa jeden po drugim swe listki, odbywa się wskutek powstawania substancji pobudzających, które rozchodząc się po roślinie umożliwiają dalsze przeprowadzanie bodźca ruchu. Jeśli nawet przeciąć gałąź i włączyć pomiędzy dwa jej końce rurkę wypełnioną wodą, to substancja bodźcowa może przejść przez rurkę i przeprowadzić podrażnienie na inne części gałęzi.

Mogą wreszcie powstawać u roślin tak zwane *hormony przyranne*<sup>1</sup>, tworzące się przy obumieraniu komórek uszkodzonych, albo zarażonych wskutek opanowania rany przez bakterie, które działają pobudzająco na podziały komórek i tkanek rany.

Ważny jest dla nas jeszcze fakt, że hormon follikularny — żeński hormon płciowy, działający jako czynnik oestrogeniczny (ruijotwórczy) u ludzi i zwierząt — występuje również u roślin,<sup>2</sup> a nawet może być otrzymywany z węgla brunat-

---

<sup>1</sup> Zwane również *nekrohormonami*. (Przyp. tłum.)

<sup>2</sup> Hormon follikularny został wykazany między innymi w kwiatach wierzbu, w nasionach soi i słonecznika, w kartoflach, marchwi

nego i z torfu.<sup>1</sup> Chociaż dotychczasowe doświadczenia nie wykazały jeszcze całkiem pewnych skutków działania tego hormonu u roślin, gdyż stosowane w tych eksperymentach preparaty follikuliny zawierały jeszcze nieco auksyn, jednak musimy przyjąć, że prastary ten hormon, występujący prawie u wszystkich żywych istot, musi posiadać swe znaczenie także u roślin.

Widzimy z powyższego, że i rośliny dzięki wytworzeniu systemu substancji bodźcowych, który może być przyrównany do systemu wydzielania wewnętrznego u zwierząt, mogą uzgadniać najrozmaitsze procesy życiowe. Nie należy co prawda zapominać, że właściwej zagadki organizowania systemu całości trzeba szukać nie tyle w wyzwalającej substancji pobudzającej, której naturę możemy badać, ile w partnerze reagującym — żywych komórkach, które w odpowiedzi na bodziec budują jednolitą całość.

---

i burakach, w glonach morskich, w drożdżach, niektórych bakteriach itp. (Przyp. tłum.)

<sup>1</sup> Oraz z ropy naftowej i z innych substancji bitumicznych. Również woda morska zawiera w niektórych miejscowościach hormon follikularny. Obecność oestrogenicznego hormonu żeńskiego w torfach i zdolność do resorpcji jego przez organizm tłumaczy zastosowanie kąpeli borowinowych (np. naszych borowin krynickich, morszyńskich, ciechocińskich i innych) w ginekologii przy leczeniu stanów zapalnych pochwy, niedomogi czynnościowej jajników, zaburzeń miesiączkowania i innych schorzeń kobiecych. (Przyp. tłum.)

SUBSTANCJE POBUDZAJĄCE PODCZAS ROZWOJU  
U ZWIERZĄT

Gdy zostawiwszy rośliny i hormony roślinne rzucamy jeszcze krótkie spojrzenie na pierwsze stadia procesów rozwoju zwierzęcego, czynimy to nie tyle w zamiarze wykazania tu „hormonów“, lecz ze względu na to, że i podczas embriogenezy znajdziemy substancje i czynności bodźcowe, które być może pozwolą nam na pewne wniknięcie w istotę hormonów. W pierwszych zjawiskach rozwojowych istnieje coś takiego, co sprawia na nas wrażenie tajemniczości. Gdy na przykład jajo jeżowca podzieliło się wielokrotnie i przekształciło się w wydrążony pęcherzyk — blastulę, wtedy z komórek mezenchymatycznych zaczyna się rozwijać środkowy listek zarodkowy, w którym powstają igły szkieletowe, stanowiące rusztowanie ciała larwy (*pluteus*) jeżowca. Osobliwością niezwykłą jest tutaj fakt, iż komórki szkieletotwórcze zaczynają wędrować do wnętrza jamy blastuli i to w ten sposób, że wszystkie dążą do określonych miejsc, gdzie w przyszłości ma się wytworzyć substancja szkieletowa. Pojedyncze komórki pełną więc niezależnie od siebie, jak gdyby do pewnego stopnia „świadome celu“, do właściwych dla nich miejsc. U tak zwanych *Pseudoplasmodida* (*Acrasia*),<sup>1</sup> organizmów nieco podobnych do śluzowców (*Mycelozoa*), tworzą się zarodnie (tzw. *pseudosporangia*) również w podobny sposób; jak gdyby na dany sygnał odrębne pierwotnie komórki wędrują jedna za drugą, aby w tajemniczy sposób zespolić się teraz w zarodnię — utwór skomplikowany zbudowany.

Jakiż to czynnik zmusza odrębne przedtem komórki

---

<sup>1</sup> W oryginale podano nieściśle: „bei den Myxomyzeten“, a więc u śluzowców (Przyp. tłum.).



do jednolitej czynności, do budowy jednolitego organizmu? Zrozumienie tych zjawisk ułatwiło przyjęcie istnienia substancji pobudzających, które kierują i porządkują pojedyncze komórki, prowadząc je do celowej harmonijnej współpracy. Prawdopodobieństwo zaś ich istnienia wzrosło szczególnie z chwilą, gdy obecność ich została częściowo udowodniona. I tak np. gdy w czasie rozwoju żaby rozwija się przyszłe oko, to z kielicha ocznego (*caliculus ophthalmicus*), odrastającego od mózgu, wychodzą impulsy, które pobudzają różnicowanie się soczewki ocznej i znajdującej się nad nią skóry. Taka soczewka może być jednak wytworzona i z przeszczepionej na to miejsce skóry brzucha, która normalnie nigdy przecież nie bierze udziału w tym procesie. Soczewka oczna ze swej strony wywiera wpływ na wykształcanie się przezrozystej jak szkło rogówki (*cornea*). Jeśli natomiast umieścić soczewki, ich części a nawet tylko cząsteczki innych tkanek ocznych pod skórą larw traszek albo żab, to leżąca nad nimi skóra zmienia się, staje się przezroczysta i własnościami swymi zaczyna przypominać rogówkę. Przypadki te zrozumieć można dopiero po przyjęciu istnienia wydzielanych przez oko substancji pobudzających, które wywierają wpływ na rozwój larwy i na procesy kształtowania rozwijającego się zarodka.

W sposób bardziej oczywisty stwierdzono działanie kształtotwórcze bodźców chemicznych i substancji bodźcowych podczas rozwoju zarodkowego żab i traszek w tym, co uczeni (Spemann i inni) nazywają *organizatorem* i *działaniem organizatora*. Po pierwszych podziałach jaja tworzy się u płazów jednowarstwowa *blaslula*, z której przez wpuklenie (jak w zgniecionej piłce gumowej, z której wyszło powietrze) powstaje utwór dwuwarstwowy — *gastrula*, składający się ze skóry i prajelity. Otwór wpuklenia stanowi *prausta* (*prostoma*), górny zaś brzeg otworu tworzy *wargę górną* albo *brzeg górny praust* (rys. 43). Ta właśnie część stanowi tak zwany organizator, co oznacza, że zarządza ona kierunkiem rozwoju innych, zależnych od niej części

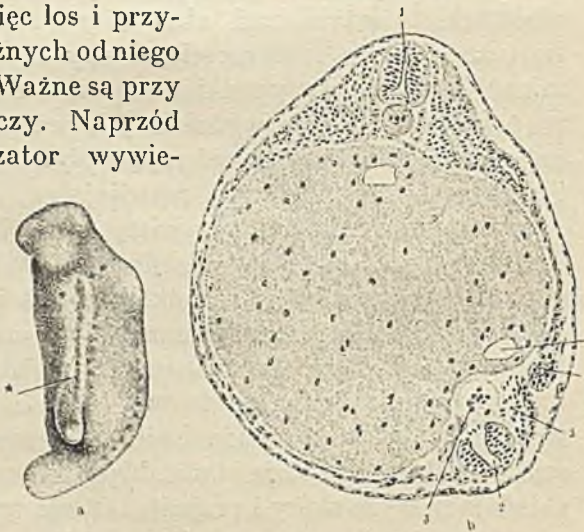
ciała. Jeśli organizator (albo jego cząstka) zostanie wszczepiony pod skórę brzucha innej gastruli, to wytwarza on tam nadliczbowy twór zarodkowy. Pod wpływem indukującego działania organizatora pozostaje w szczególności



Rys. 43. Jajo żabie. Tworzenie się praust. Prausta widoczne w postaci ciemnej, półkolistej rynienki. (Według rysunku Kloesgo.)

zaczątek centralnego systemu nerwowego. Organizator wywiera bodziec kształtujący na okrywającą go skórę, która pod jego wpływem zostaje zdeterminowana, to jest przeznaczona do wytworzenia zaczątku systemu nerwowego. Nawet wtedy gdy podczas doświadczeń organizator został wszczepiony w miejscu nieodpowiednim, zmusza on zarodek do wytworzenia nadliczbowego układu nerwowego w miejscu nienaturalnym. Organizator określa więc los i przyszły rozwój zależnych od niego części zarodka. Ważne są przy tym dwie rzeczy. Naprzód to, że organizator wywiera swoje działanie tylko w ograniczonym okresie rozwoju zarodka. Jeśli bowiem zaszczyć cząsteczkę organizatora pod skórę boków albo brzucha zarodka, u którego zawiązek systemu nerwowego

zaczątek centralnego systemu nerwowego. Organizator wywiera bodziec kształtujący na okrywającą go skórę, która pod jego wpływem zostaje zdeterminowana, to jest przeznaczona do wytworzenia zaczątku systemu nerwowego. Nawet wtedy gdy podczas doświadczeń organizator został wszczepiony w miejscu nieodpowiednim, zmusza on zarodek do wytworzenia nadliczbowego układu nerwowego w miejscu nienaturalnym. Organi-



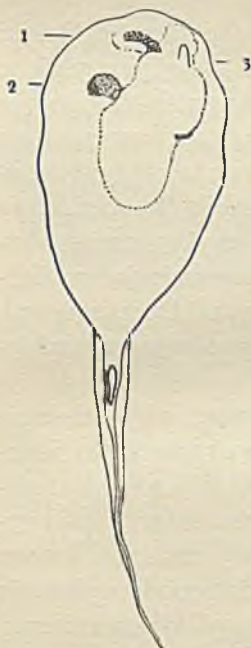
Rys. 44. a Zarodek traszki „indukowanym”, nadliczbowym zawiązkiem embrionalnym\* na boku ciała. b Przekrój przez zarodek powyższy: 1 = zawiązek ośrodkowego układu nerwowego, normalny rdzeń pacierzowy. 2 = rdzeń pacierzowy „indukowany”, powstały pod wpływem zaszczonej tkanki organizatora. 3 = wszczepiona tkanka organizatora, łatwa do rozpoznania na przekroju, dzięki swemu jasnemu zabarwieniu. (Według Spemann.)

już powstał, to wówczas organizator nie posiada już zdolności przerobienia leżących nad nim części i wytworzenia nadliczbowego zawiązku układu nerwowego. Wpływ organizatora ogranicza się zatem do określonego okresu czasu, do określonego stadium rozwoju. Następnie wpływ organizatora jest niewątpliwie natury chemicznej. Dzięki wydzielaniu substancji pobudzającej zostają przerobione i zdeterminowane w swym rozwoju tkanki znajdujące się nad organizatorem. Fakty te można uważać za bardzo prawdopodobne z tego względu, że wpływ organizatora daje się zastąpić przez substancje chemiczne, to znaczy że można zmusić zarodek do wytworzenia nadliczbowych zawiązków nerwowych, wprowadzając małe kawałki żelatyny, przepojone kwasami tłuszczowymi, podobnie jak to się dzieje przy zaszczepianiu kawałeczków organizatora.

To cośmy zaznaczyli, wcale nie oznacza, aby działanie żywych organizatorów musiało być bezwarunkowo identyczne z działaniem substancji chemicznych, a w szczególności nie oznacza, że każdy żywy organizator musi wywierać swój wpływ jedynie dzięki wydzielaniu kwasu i wzbudzaniu bodźca kwasowego. Doświadczenie wykazuje tylko, że wpływ organizatorów jest niewątpliwie chemiczny, jak również to, że substancje pobudzające, które wywierają tak znaczny wpływ na tworzenie się i kształtowanie zarodka, mogą być stosunkowo prostej natury.

Zreasumujmy raz jeszcze sprawy dla naszych rozważań szczególnie ważne. Działanie organizatora jest niewątpliwie materialne. Wydziela on substancje pobudzające, które w całym określonym czasie i przy zupełnie określonym stanie żywych komórek zarodka wywierają wpływ kształtujący, określający kierunek rozwoju. Działaniem substancji pobudzających najprostszej natury można czasami wywołać, jak się okazuje, podobne czynności kształtotwórcze. Z tego jednak wynika, że punkt ciężkości przypada wyłącznie na stan i właściwości żywego, reagującego partnera, a więc zarówno

na żywe komórki organizatora, który wydziela substancje pobudzające, jak i na komórki reagujące, które celowo odpowiadają na wpływ substancji pobudzającej. Dwaj żywi partnerzy są wzajemnie dostrojeni do siebie i są zdolni przy pomocy zupełnie prostych sygnałów i bodźców dawać odpowiedź i wykazywać celową działalność.



Rys. 45. Zarodek kumki (*Bombina*) z zaszczepioną skórą z brzucha traszki (*Molpe*) (ograniczone linią punktowaną). Zaszczepiona skóra traszki nie może wytworzyć przyssawki, prawa przyssawka wytwarza się o tyle, o ile w danym miejscu zachowuje się skóra kumki. W okolicy ust zarodka kumki powstaje natomiast narząd Rusconiego, jaki egzystuje normalnie w tym miejscu ciała u zarodka traszki. (Według Rotmanna.)

Nie będziemy nazywać tych substancji pobudzających hormonami, gdyż brakuje im wiele z tego, czego wymaga definicja hormonów. Należy jednak wskazać punkty styeczne. Hormony są substancjami powstającymi przy wydzielaniu wewnętrznym, które po dostaniu się do soków ustrojowych wywierają zupełnie określone wpływy na reagujące na ich działanie narządy. Również i w stosunku do substancji pobudzających w rozwoju płazów spotykamy odpowiednie nastawienie reagującego partnera, który jednak tylko w zupełnie określonym okresie rozwoju może dawać właściwą odpowiedź, gdy natomiast w czasie późniejszym organizator, zaszczepiony do starszej gastruli, pozostaje beczynny i bez wpływu. Również i w odniesieniu do hormonów zagadka leży nie w wytworzonym inkrecie, lecz w żywych partnerach: gruczole dokrewnym i reagującym organie, które pozostają w stosunku wzajemnej zależ-

ności przez całe życie. W rozwoju płazów ten stosunek zależności jest ograniczony w czasie i zjawia się tylko w określonym stadium procesu rozwojowego.

Następujące doświadczenie, o którym pokrótce wspom-

nimy, da nam jasny pogląd na rodzaj działania substancji pobudzającej, jako przyczyny wyzwalającej określone możliwości rozwojowe, tkwiące w naturze komórki (rys. 45). Larwy żab posiadają na stronie brzusznej w pobliżu otworu gębowego dwie przyssawki czepne. U larw traszek istnieją inaczej wyglądające wyrostki, tzw. narządy Rusconiego, umieszczone bardziej ku przodowi. Musimy tu jeszcze dodać, że udało się zaszczepić zarodkom kumek skórę z zarodków traszek, która przez pewien czas zachowywała się przy życiu i utrzymywała zdolność rozwojową. Jeśli z brzucha zarodków traszek wyciąć kawałek skóry, który sam przez się nigdy nie wytwarza tych narządów, i zaszczepić go w pobliżu okolicy ustnej zarodków kumek, to wówczas u zarodka kumki rozwiną się na zaszczepionej skórze traszki narządy Rusconiego; powstają one w tym miejscu, które co do swego położenia odpowiada miejscu rozwoju tych utworów u traszki. Na skutek więc przeniesienia skóry traszki na głowę zarodka kumki następuje w przeszczepionej skórze wytwarzanie się właściwych traszce narządów Rusconiego. Oznacza to, że na przeszczepione komórki został wywartý bodziec twórczy i kształtujący, który wyzwolił zawarte w tych komórkach możliwości rozwojowe i uwarunkował ich rozwój. Tego rodzaju substancje bodźcowe służą więc do wyzwalańia i rozwinięcia możliwości rozwojowych, istniejących w ciele komórki i ugruntowanych samą jej naturą.

## NIECO O ISTOCIE HORMONÓW

Hormony należą wraz z witaminami i fermentami do substancyj, które w niezwykle drobnych ilościach mogą wywoływać w organizmie ważne dla życia procesy. Stąd też jest zrozumiałe, że pomiędzy tymi grupami substancyj doszukujemy się wspólnych cech i związków. Mówiliśmy już na samym początku tej książki, że fermenty są uważane za organiczne katalizatory czyli za substancje posiadające tę właściwość, że zastosowane przez organizm w bardzo drobnych ilościach wywołują zjawiska chemicznej syntezy i analizy. Przyspieszając procesy chemiczne, normalnie odbywające się bardzo powoli, jednocześnie same nie uczestniczą w przebiegu reakcyj. Rolę tych katalizatorów porównywaliśmy z rolą smarów oleistych, które usuwają opór przy tarcu. W działalności fermentów stwierdzamy, że przyspieszają one zjawiska przemian chemicznych w ten sam sposób, jak się to dzieje z katalizatorami nieorganicznymi, np. z czernią platynową. Można przy tym również przypuścić możliwość wywoływania albo hamowania reakcyj i przekształceń chemicznych. Działanie więc fermentów da się w swej istocie porównać z działaniem wielu substancji nieorganicznych, które również bywają czynne jako katalizatory. Zadanie fermentów przypomina pod względem swego charakteru czynnościowego zjawiska znane nam z chemii. Istnieje oczywiście możliwość, że fermenty spełniają swe zadania chemiczne nie tylko wewnątrz komórek, jako endofermenty, lecz również i poza obrębem żyjących komórek organizmu, np. w jelicie lub też — w warunkach doświadczalnych — w probówkach.

Hormony i witaminy czasem nazywa się również kata-

lizatorami, ze względu na ich zdolność wywoływania, przyspieszania albo hamowania przemian chemicznych. Przyczyny należy doszukiwać się w tym fakcie, że właśnie hormony i witaminy, podobnie jak fermenty, w zupełnie drobnych ilościach wywołują w ciele przekształcenia chemiczne. Wątpliwe jest jednak, czy możemy taką nazwę stosować bez żadnych zastrzeżeń. Sprawa bowiem nie przedstawia się tak prosto, abyśmy mogli uważać hormony i witaminy za produkty wyjściowe albo końcowe jakiejś wywołanej lub przyspieszonej przez nie reakcji chemicznej, a więc z całą słuszością porównać je z nieorganicznym katalizatorem. Nie możemy również za pośrednictwem hormonów i witamin wywoływać albo przyspieszać zjawisk, które odbywałyby się w probówce niezależnie od żywych tkanek lub komórek, jak się to dzieje w przypadku fermentów. Przeciwnie, charakterystyczną cechą hormonów i witamin widzimy w tym, że ich działanie zaznacza się za pośrednictwem żywej plazmy, dzięki żywym komórkom i tkankom ciała, a więc oczywiście jest związane z działaniem żywych komórek organizmu. Zarówno hormony jak i witaminy atakują w jakiś sposób plazmę i dlatego dają się raczej porównać z omówionymi powyżej substancjami bodźcowymi w przebiegu rozwoju płazów niż z czysto katalitycznym działaniem fermentów. Nie oznacza to jednak, że tutaj nie mogą zachodzić i nie zachodzą również zjawiska katalityczne. Wszystko to jednak niewątpliwie nie wyczerpuje zjawisk działania hormonów. Dziś już bowiem wiemy, że nawet w przypadku fermentów zapoczątkowanie procesu reakcji odbywa się w sposób bardziej skomplikowany, niż się przyjmowało dotychczas.

#### Działanie pobudzające.

Działanie hormonów należy rozumieć w ten tylko sposób, że wywierają one wpływ na żyjące komórki i tkanki, oraz na gotowość ich do reakcji, co oznacza, że i tutaj punkt ciężkości

leży w żywym reagującym partnerze i w jego reakcji na działanie różnych hormonów. Hormony są więc substancjami pobudzającymi, które w sposób nie dający się na razie określić wywołują określone odpowiedzi takich tkanek i komórek ciała, które istotnie są dostosowane do tych właśnie hormonów, albo zostały na nie uczulone wewnątrz organizmu. Dzięki temu możliwe jest, że dany hormon krążący w ciele w różnych pod względem funkcjonalnym narządach, odpowiadających na jego wpływ, wywołuje zupełnie różne reakcje ostateczne; więc np. jeden narząd zostaje w swej czynności zahamowany, inny zaś pobudzony. Zdarza się nawet, że działanie hormonów na jeden i ten sam narząd wywołuje w różnych okresach czasu różne skutki. Jednakże może się również zdarzyć, że za pośrednictwem zupełnie różnych hormonów i witamin mogą być wywołane i osiągnięte skutki zupełnie jednakowe. Tylko dzięki temu staje się np. zrozumiałe, że dwie tak różne substancje chemiczne jak auksyna i heteroauksyna wywierają pomimo to jednakowe działanie hormonalne na reagujące na nie tkanki. W ogóle wiemy, że czasami bodźce zupełnie różne wywołują jednakową reakcję żywych komórek. Wprawdzie w sprawie hormonów i innych substancji pobudzających znamy ich skład chemiczny, znamy tkanki reagujące i efekty końcowe, stanowiące ostateczną odpowiedź tkanki żyjącej, nie znamy jednak jeszcze dzisiaj różnych członów pośrednich w łańcuchu reakcji przebiegających wewnątrz tkanek żyjących. Musimy przeto zadowolić się na razie określeniem hormonów jako takich substancji pobudzających albo takich bodźców natury chemicznej, których działania warunkują zmianę chemiczną w plazmie reagujących komórek i tkanek, jako bezpośredni wynik bodźca. Stwarzając w komórkach i tkankach odpowiednią predyspozycję i gotowość do właściwej reakcji upodobniają się one przez swe działanie do niektórych omówionych powyżej substancji pobudzających.



Tak więc hormony i witaminy są podobne pod względem czynnościowym przede wszystkim do substancji bodźcowych, czynnych w pierwszych stadiach rozwojowych u płazów (*Amphibia*). Lecz na tym nie koniec.

Pośrednie produkty przemiany materii jako substancje pobudzające.

Wiemy, że pewne produkty pośrednie przemiany materii, wytwarzane przez poszczególne narządy, mogą również funkcjonować jako bodźce, które zależnie od narządu przejawiają się w sposób zupełnie różny. Dowodów dostarczyć można wiele, między innymi służyć może jako przykład heteroauksyna, która powstając przy rozkładzie substancji białkowych, w rezultacie działa jako taka właśnie substancja bodźcowa. Nie tylko więc hormony, ale i liczne inne substancje, powstające w drobnych ilościach w poszczególnych organach ciała podczas przemiany materii, działają jako substancje bodźcowe. Na ich działanie są uczulone wewnętrzne narządy ciała, komórki i tkanki, które reagują na nie w sposób swoisty i wykazują zjawiska odpowiedniej regulacji. Wychodząc z tego punktu widzenia można by uznać hormony i witaminy tylko za szczególnie wyróżniające się substancje bodźcowe, dające się włączyć do wielkiej liczby najrozmaitszych substancji chemicznych, powstających i zanikających w trakcie przemiany materii. Wszystkie one mają za zadanie występowania w roli sygnałów i bodźców chemicznych w ciele, warunkując współpracę narządów organizmu i utrzymując jego harmonię.

Stwierdzając związek pomiędzy hormonami a różnego rodzaju substancjami bodźcowymi, nie można wykluczyć możliwości istnienia również wzajemnego związku pomiędzy hormonami a fermentami i enzymami. Wszak widzieliśmy już przedtem, że np. witamina B<sub>2</sub> zespała się z substancją białkową, tworząc substancję o naturze fermentu. Jeśli więc witaminy przez zespolenie z innymi

substancjami albo przez przebudowę na ciała bardziej skomplikowane mogą się stać fermentami, to niewątpliwie muszą istnieć wzajemne związki pomiędzy wszystkimi grupami substancyj bodźcowych. Z ściśle chemicznego punktu widzenia można, zależnie od stopnia komplikacji, ułożyć szereg, na którego początku stoją substancje bodźcowe najprostszego rodzaju, a mianowicie produkty pośrednie, powstające podczas przemiany materii, pośrodku szeregu mieszczą się hormony i witaminy, na końcu zaś znajdują się substancje niewątpliwie najbardziej skomplikowane, to jest fermenty. W szeregu tym krok za krokiem budowa chemiczna substancyj staje się coraz bardziej zawikłana i złożona, jednocześnie ich zadania i funkcje stają się coraz węższe i bardziej wyspecjalizowane, a przy tym coraz bardziej samodzielne. W działaniu substancji najprostszego typu mielibyśmy do czynienia z ogólnym, dość jeszcze niespecyficznym pobudzeniem komórek i tkanek, następnie ze specyficznymi substancjami bodźcowymi, działającymi już na narządy szczególnie do wpływu ich dostosowane, aż wreszcie dochodzimy do fermentów. Rola fermentów, zwężona i wyspecjalizowana, sprowadza się do zupełnie określonego procesu rozkładu katalitycznego określonej substancji pokarmowej, przy czym jednocześnie występuje daleko idące usamodzielnienie się i niezależność w zadaniach przeznaczonych do wykonania. Pozostaje kwestią zupełnie otwartą, jak dalece ten szereg odpowiada istotnemu związkowi pomiędzy substancjami, które czasami określamy wspólną nazwą biokatalizatorów albo substancji pobudzających w żywym organizmie. Pewne jest, że fermenty wymagają znacznie mniejszego pośrednictwa żywych komórek podczas swych funkcji, jak również i to jest pewne, że te funkcje są znacznie zwężone i zmechanizowane. Hormonom zaś, jako substancjom bodźcowym, przypada rola znacznie obszerniejsza i bardziej wielostronna, uwarunkowana właściwością żywych tkanek, rola polegająca na wzajemnym dopasowaniu zjawisk życio-

wych w poszczególnych narządach ciała oraz na zapewnieniu organizmowi jedności i harmonii. Można również powiedzieć, że fermenty wytwarzane przez żywe komórki otrzymują potem samodzielność zupełnie specyficzną i wykonują specjalną pracę chemiczną poza obrębem komórek, gdy natomiast hormony, jakkolwiek również produkowane przez żywe komórki, warunkują pracę czynnościową innych żywych komórek.

Stosunek do autonomicznego systemu nerwowego.

Hormony zatem nie pozostają odosobnione wśród substancji wytwarzanych przez ciało, lecz zajmują miejsce w szeregu substancji bodźcowych, które mogą powstawać i zanikać w organizmie, stanowiąc szczególnie wyróżniającą się grupę, posiadającą nader ważne dla życia znaczenie. Zadania ich polegają, jak wiemy, na organizowaniu celowej i harmonijnej współpracy w funkcjach poszczególnych narządów. Hormony więc występują w roli regulatorów chemicznych, zapewniających jedność organizmu. Zdają się one jednak posiadać niezwykle ścisły związek z systemem nerwowym. Związek ten prawdopodobnie nie wyczerpuje się w samym tylko podobieństwie zadań regulacji zjawisk cielesnych. Wiele danych przemawia za tym, że system nerwowy i substancje bodźcowe mają łączność z sobą już od początku rozwoju filogenetycznego.

Mówiliśmy już przy hormonach serca o substancjach układu nerwu błędnego (*nervus vagus* i *nervus accelerans*), powstających przy drażnieniu nerwów trzewiowych serca i posiadających pewien związek z adrenaliną i choliną. Przy omawianiu zmian ubarwienia informowaliśmy już o komórkach barwikowych, kierowanych przez autonomiczny system nerwowy, zaznaczając, że na skutek podrażnienia nerwów zmiany ubarwienia powstają substancje neurohormonalne, które mogą rozchodzić się w tkance, dzięki czemu może być wywołany odruch i w komórkach barwi-

kowych nie zaopatrzonych w nerwy. Fakt ten oraz długi szereg faktów podobnych, doprowadziły obecnie do poglądu, że działanie trzewiowego systemu nerwowego na narząd czynnościowy, opatrzony nerwami, zostaje wyzwolone dopiero pod wpływem wydzielanej przez zakończenia nerwowe substancji pobudzającej. Jeśli więc trzewiowy system nerwowy, zaopatrujący i kierujący wewnętrznymi narządami ciała (serce, przewód pokarmowy, gruczoły trawienne, mięśnie gładkie systemu naczyniowego itp.) wymaga dla wywołania odpowiedniej reakcji pośrednika chemicznego, substancji bodźcowej, powstającej w zakończeniach nerwowych, to uprawnione będzie wówczas pytanie, czy te substancje pobudzające posiadają naturę hormonów i w jakim stopniu mogą być porównywane z właściwymi hormonami. Autonomiczny system nerwowy posiada dwa działające antagonistycznie systemy włókien nerwowych — włókna sympatyczne i parasympatyczne, które swoją wzajemnie przeciwstawną grą kierują i regulują wewnętrznymi narządami ciała. Substancja pobudzająca nerwów współczulnych, zwana *sympatyną*, zdaje się być identyczna albo co najmniej bardzo blisko spokrewniona z adrenaliną, gdy natomiast substancja wytwarzana przez *nervus parasympathicus* jest *acetylocholiną* lub substancją do niej zbliżoną. Adrenalina jest jednak jak wiemy niewątpliwie hormonem, wytwarzanym przez prawdziwy gruczoł dokrewny, przy czym musimy przypomnieć, że rdzeń nadnercza, a więc część gruczołu wydzielająca adrenalinę, jest wspólnego pochodzenia z komórkami zawiązków nerwów trzewiowych, wobec czego, już chociażby ze względu na to wspólne pochodzenie, muszą istnieć z góry ściśle związki pomiędzy systemem nerwowym a gruczołem dokrewnym. Wobec powyższego czynność trzewiowego układu nerwowego zdaje się być związana z produkcją substancji bodźcowych natury hormonalnej.

Rzecz ciekawa, że poczynając od powstania takich neurohormonów, poprzez usamodzielnienie się i dalszy ich

rozwój, wytworzył się dopiero u zwierząt wyższych samodzielny system gruczołów dokrewnych, który rozwinął się i rozbudował w postaci właściwego systemu regulacyjnego obok systemu nerwowego, nie tracąc z nim funkcjonalnego związku.

Procesów kierujących zjawiskami biologicznymi organizmu, które w swej istocie są dla nas dziś jeszcze ciągle nie wyjaśnione, nie należy uważać za jakieś zjawiska w świecie organizmów izolowane i ściśle od innych odrębne. Pobudliwość jest właściwością żywej protoplazmy i występuje już u najniższych istot żyjących — jednokomórkowców — na długo przed wytworzeniem się właściwego systemu nerwowego. Substancje pobudzające musiały się wytwarzać w ciele niższych zwierząt zanim rozwinął się właściwy system dokrewny gruczołów hormonotwórczych. Kierowanie ciała za pośrednictwem systemu nerwowego i regulacji hormonalnej, spotykane dziś u zwierząt wyższych, należy oczywiście do zjawisk już na początku filogenezy z sobą w jakiś sposób połączonych, których ostatecznie nie da się od siebie oddzielić. Przez rozwój specjalny w przebiegu ewolucji zwierząt system kierownictwa hormonalnego wyodrębnił się mniej lub więcej od systemu nerwowego i stał się zdolny do przejęcia zadań szczególnych.

### Hormony i życie psychiczne.

W związku z tym staje się również zrozumiałe znaczenie hormonów dla życia duchowego i charakteru człowieka i zwierząt wyższych — o ile można u nich mówić o życiu duchowym i charakterze. Hormony bowiem wywierają wpływ nie tylko na zjawiska cielesne, na współpracę narządów wewnętrznych, lecz, jak to już wielokrotnie zaznaczyliśmy, wpływają w sposób nader istotny na charakter, temperament i stany psychiczne człowieka. Szczególnie wyraźnie dotyczy to tarczycy, której niedostateczna czynność powoduje senność, ociężałość, aż do otępienia i idiotyzmu. Chorzy są senni, łatwo się męczą, często są przygnębieni

i niezadowoleni, cierpią na złudzenia zmysłowe i urojenia, aż wreszcie wystąpić mogą u nich zaburzenia psychiczne, tępota umysłowa i idiotyzm. Odwrotnie, pewien nadmiar hormonu tarczycy powoduje chorobę Basedowa, przy której występuje nadmierna wrażliwość systemu nerwowego, stan podniecenia, stany obawy, gonitwa myślowa, niezaradność, halucynacje oraz napady gwałtownego szalu. Przy omawianiu gruczołu tarczowego i jego czynności powoływaaliśmy się na to, że objawy te dają się wyjaśnić wpływem przemiany materii w nerwach, rdzeniu pnie-rzowym i w mózgu. Hormon tarczycy wzmacnia procesy utleniania w układzie nerwowym, dzięki czemu wzrasta pobudliwość nerwów, przemiana materii w nerwach się wzmacnia i przyspiesza, a jednocześnie pojawiają się skutki natury psychicznej: impulsywność, szybkość pojmowania, energia duchowa, co wpływa na zmianę temperamentu, charakteru i osobowości. Działanie hormonu jest więc, oczywiście, pośrednie, warunkowane przez wydzielinę wewnętrzną i jest skutkiem jej wpływu na nerwy i zjawiska nerwowe. Cechy psychiczne nie zależą bezpośrednio od natury substancji hormonalnej, jedynie możliwość oddziaływania takich substancji na system nerwowy warunkuje ich wpływ na życie psychiczne i na osobowość. Jednakże hormon może wkraczać w sprawy wykształcenia i rozwoju systemu nerwowego oraz w czynności i rodzaje pracy nerwów i to w sposób wspierający lub hamujący, a tym samym może zmienić zupełnie stan psychiczny człowieka albo zwierzęcia. Najwyraźniej uwidocznia się to we wpływie hormonów gruczołów płciowych. Jeśli można u zwierzęcia płci męskiej, np. u kastrowanej morskiej świnki, wywołać za pomocą implantacji jajników instynkty macierzyńskie, jak popęd do karmienia i opiekowania się młodymi, i równocześnie przekształcić zwierzęta psychicznie z samców na samice, albo gdy obserwujemy, jak podczas rozwoju zwierząt i człowieka fazy rozwojowe są kierowane przez hormony płciowe, to nie możemy wątpić o istotnie potężnym wpływie

hormonów na osobowość. Różnice psychiczne u człowieka w dzieciństwie, młodości, dojrzałości i starości są w znacznym stopniu uzależnione od zmiennej ilości krążących w ciele hormonów płciowych. Zaburzenia u kobiet w latach przekwitania, które pod względem psychicznym dają się odczuć w drażliwości i przygnębionym nastroju, są tak samo wywoływane przez czynniki hormonalne jak i daleko idące zmiany psychiczne po kastracji. Obok gruczołów płciowych należy wspomnieć o gruczole dokrewnym, którego czynność również posiada wpływ na duchową strukturę człowieka, a mianowicie o przysadce mózgowej. Schozzenie przysadki, np. przy chorobie Fröhlicha, pociąga za sobą senność i niechęć do pracy, czyli obraz otylego młodzieńca z „Klubu Pickwicka“ Dickensa, lub wreszcie może prowadzić do zaburzeń umysłowych i ciężkich urazów psychicznych.

Wchodzą tu jeszcze w grę gruczoły przytarczyczne, stanowiące ośrodek dostarczający odpowiedniej ilości wapnia dla nerwów, działającego na nie uspokajająco. Przy niedoczynności przytarczyc następują zakłócenie charakteru i raptowne napady szału. Działanie adrenaliny nadnerczy, polega, jak wiemy, na zwiększaniu pobudliwości systemu nerwowego. Gdy więc pod wpływem nerwów współczulnych wzmacnia się jej wydzielanie do krwi, to zwiększa się wtedy zdolność czynnościowa ciała, zarówno w okresach niebezpieczeństwa jak i przy atakach szału i podniecenia. W takim właśnie przypadku uwydatnia się szczególnie wyraźnie zahaczenie się systemu nerwowego i hormonu.

Przytoczone przykłady wskazują, iż nie należy nie doceniać wpływu hormonów na charakter, temperament i duchową strukturę człowieka. System nerwowy i regulacja dokrewna tworzą u człowieka, podobnie jak i u wyższych kręgowców, niepodzielną całość i jedność, które wspólnie kształtują lub tworzą cielesną podstawę tego, co możemy określić jako zagadkę osobowości.

## Hormony i rasy.

Człowiek jako osobowość składa się z ciała i duszy, z właściwości cielesnych i duchowych, przy czym wiemy, że zarówno ciało jak i duch są wzajemnie z sobą związane w bezpośredniej wspólności i wzajemnym działaniu. Stąd też przyzwyczailiśmy się wyciągać wnioski co do duchowych właściwości człowieka już na podstawie jego wyglądu i jego cech cielesnych i pod tym względem przeważnie się nie mylimy. Właściwości cielesne i duchowe są w większości przypadków w jakiś sposób związane i wzajemnie sprzężone. Na podstawie kształtu ciała, cech twarzy i ogólnego wyglądu człowieka dadzą się wyprowadzić uzasadnione wnioski o jego właściwościach psychicznych. Ciało i dusza człowieka zespalaają się w obraz ogólny, dlatego więc mówimy, że dusza stwarza sobie swoje ciało, ciało zaś wywiera wpływ na duszę. Znamy ludzi wysokich, smukłych, pełnych woli, oraz krępych, zaokrąglonych, jowialnych. Wiemy przy tym, że w różnych rasach rodzaju ludzkiego sprzęgają się wzajemnie w sposób charakterystyczny cechy duchowe i cielesne, dzięki czemu możemy wyznaczać „typy“, które jednocześnie zbiegają się w obraz ogólny duchowych i cielesnych właściwości tych ras. Jest rzeczą pewną, że przy powstawaniu takich „obrazów rasowych“ znaczny udział przypada czynności gruczołów dokrewnych. Zadaniem pojętym dla przyszłości byłoby wykazanie różnic pomiędzy rasami ludzkimi, uwarunkowanych hormonalnie, oraz wyróżnienie i dowiedzenie udziału hormonów przy tworzeniu się różnych typów rasowych. Jest to jednak dziedzina trudna, z którą należy obchodzić się ostrożnie. Na razie musimy uczyć się jeszcze na zwierzętach, jak dalece zmiany w systemie dokrewnym mogą doprowadzić do różnic dających się ująć pod względem rasowym.

Po tym wszystkim, czego dowiedzieliśmy się o hormonach, możemy stwierdzić, że pełnią one niezwykle ważne



funkcje w życiu człowieka i zwierząt wyższych. Stanowią one środek, przy którego udziale organizm zdolny jest tworzyć i utrzymywać swoją jedność życiową, gdyż obok systemu nerwowego hormony pełnią czynność regulatorów i władców funkcji poszczególnych narządów ciała, których praca przyczynia się do wytworzenia harmonijnej całości. Dziś stanowią zagadkę już nie hormony, które badamy i których działania możemy dowieść, zagadkowa jest i pozostaje reakcja żywych komórek i narządów ciała, które są dostosowane do wpływu tych substancji bodźcowych i na nie reagują. Poza tym pozostaje dla nas wciąż nieuchwytna zagadka samego życia, wyrażona w cielesno-duchowej naturze żywego organizmu.







# BIBLIOTEKA PODRÓŻNICZA

- 1 A. P. TSCHIPPELY  
OD KRZYŻA POŁUDNIA  
DO GWIAZDY POLARNEJ  
10.000 MIL KONNO PRZEZ AMERYKĘ OD  
ARGENTYNY DO WASZYNGTONU  
z 30 ilustracjami i portretem autora
- 2 BERNHARD KELLERMANN  
D R O D A B O G Ó W  
INDIE — MAŁY TYBET — SJAM  
z 48 ilustracjami
- 3 CARVETH WELLS  
ŚWIATŁO NA CZARNYM  
LĄDZIE  
PRZYGODY I PODRÓŻE OD RÓWNIKA  
DO LAPONII  
z 18 ilustracjami
- 4 LOWELL J. THOMAS  
INDIE KRAJ CZARNEJ  
PAGODY  
z 24 ilustracjami
- 5 S. A. ANDRÉE  
TRAGEDIA WSRÓD LODÓW  
PAMIĘTNIK WYPRAWY ANDRÉE'GO  
DO BIEQUANA  
z 55 ilustracjami
- 6 JÓZEF KALMER i LUDWIK HR. HUYN  
A B I S Y N I A  
OONISKO NIEPOKOJU  
z 40 ilustracjami, 6 mapami
- 7 HENRY DE MONPREID  
T R E D O W A T Y  
z 49 ilustracjami
- 8 MARIO APPELIUS  
K R Y Z Y S B U D D Y  
z 32 ilustracjami
- 9 ROY CH. ANDREWS  
NA KRAŃCACH ZIEMI  
z 19 ilustracjami
- 10 MARTIN JOHNSON  
LOTNAD DŻUNGLAMI AFRYKI  
100.000 KILOMETRÓW SAMOLETEM  
z 45 ilustracjami i 1 mapą
- 11 EDMUND DEMAITRE  
LUDOŻERCY I POSZUKIWACZE  
ZŁOTA  
NOWA GWINEA  
z 38 rotograwiurami
- 12 HENRY DE MONPREID  
D R A M A T E T I O P I I  
z 31 ilustracjami
- 13 EDGAR LAJTHA  
KRAJ WSCHODZĄCEGO  
SŁOŃCA  
z 41 ilustracjami
- 14 WILLIAM I. A. VARRE  
Z Ł O T O D I A M E N T Y  
O R C H I D E E  
z 17 ilustracjami
- 15 A. DAVID-NEEL  
MISTYCY I CUDOTWÓRCY  
TYBETU  
z 22 ilustracjami
- 16 DAWID IRWIN — JACK O'BRIEN  
S A M O T N I E P R Z E Z  
P U S T Y N I E L O D O W E  
z 9 ilustracjami
- 17 MARTIN JOHNSON  
C O N G O R I L L A  
z 32 ilustracjami
- 18 H. A. BERNATZIK  
M O R Z A P O Ł U D N I O W E  
z 98 ilustracjami oraz mapą

Dalsze tomy w druku



# BIBLIOTEKA DNIA DZISIEJSZEGO

---

zawiera szereg książek o charakterze informacyjnym, tak pomyślanych, by każda z nich pobudzała do rozmyślań i rozważań na najciekawsze tematy nauki współczesnej. Autorami tych prac są uczeni, którzy omijając techniczne trudności, w wykładzie jasnym i przystępnym tłumaczą najzawilsze tajniki zagadnień dnia dzisiejszego.

Tom 1.

J. HARRISON  
S E R C A M A S Z Y N

Tom 2.

A. ALLCOTT i H. S. BOLTON  
C H E M I A I T Y

Tom 3.

E. H. CHAPMAN  
R A D I O  
U S T A X X W I E K U

Tom 4.

E. CRESSY  
C U D A B U D O W N I C T W A

Tom 5.

J. L. NAYLER i E. OWER  
L O T N I C T W O  
Z I S Z C Z O N E M A R Z E N I A I K A R A

Tom 6.

J. W. WILLIAMSON  
N A S T A Ł O W Y C H S Z Y N A C H

D A L S Z E T O M Y W D R U K U



4184/30

A 120 -

21/vi-57

BG Politechniki Śląskiej w Gliwicach  
nr inw.: 11 - 11338



Dyr.1 9818