

BIOLOGJA LEKARSKA

Wydawana pod kierunkiem Dr. S. OTOLSKIEGO

Rok XI. — Nr. 2

Marzec—Kwiecień 1932

BADANIA NAD RADJOCZYNNOŚCIĄ I JEJ ZASTOSOWANIEM W BIOLOGJI

Podał DR. LAMBOLEZ.

I. — WSTĘP.

Zjawisko radjoczynności jest ściśle związane z niezmiernie ważnem zagadnieniem budowy atomu. L o r e n t z w roku 1895 wygłosił zdanie, że każdy pierwiastek składa się z drobinek naładowanych ujemnie, nazwanych elektronami, znacznie mniejszych od atomu; ruchy tych drobinek wyjaśniają zjawiska zarówno elektryczne jak i optyczne, których punktem wyjścia jest materja. Elektrony zostały wydzielone z materji przy pomocy wielu swoistych procesów, a promienie ciał radjoczynnych są nieustannem źródłem tych elektronów.

Stwierdzono, że ładunek e elektronu jest ilością stałą $e=4,774.10^{-10}$ j. E. S. (Millikan, 1917), będącą źródłem całej energii świetlnej niezależnie od tego, czy chodzi o przemieszczenie całości elektronów, o oscylację perjodyczną atomów lub też przemieszczenie materji wskutek wstrząsu o znanym rodzaju i znanej sile.

Atom jest pod względem elektrycznym jednostką obojętną, wobec tego należy przypuszczać, że obok elektronów atom zawiera pewien całokształt sił dodatnich o wartości równej siłom ujemnym. Obecnie wiemy, że budowa atomu składa się z jądra dodatniego, które jest agregatem punktów dodatnich oraz z elektronów, których wypadkowa elektryczna jest dodatnia.

Elektron może należeć do jądra lub też zająć miejsce krańcowe, przemieszczając się wzdłuż orbit kolistych albo eliptycznych, znajdujących się, zależnie od swych rozmiarów, w dużej odległości od jądra.

Wiadomo, że pierwiastek chemiczny posiada jądro atomowe swoiste; od dodatniego ładunku jądra zależą własności fizyczne i chemiczne danego pierwiastku, którego ciężar atomowy zależy od układu jądra.

Sposób rozłożenia drobinek dodatnich i drobinek ujemnych jądra musi się waloryzować, od tego też zależy stałość pierwiastku; stałość pierwiastku jest w stosunku prostym do jego własności radjoczynnych. Nie będziemy wspominali o energii promienistej, mającej związek z przemieszczaniem związanych elektronów, z przechodzeniem elektronów z jednej orbity stałej do innej orbity stałej, stosownie do prawa foto - elektrycznego E i n s t e i n a. W artykule niniejszym zajmiemy się jedynie zagadnieniem tworzenia energii promienistej przez naruszenie równowagi w jądrze.

Interesują nas pewne pierwiastki, które, na wzór radu, są ciałami, będącymi w okresie przemiany, jakgdyby w poszukiwaniu ostatecznej struktury, w okresie ewolucji materji, ciałami które bez przestanku rozkładają się i scalają. Ciała te zwane „ciałami radjoczynnymi” są w rzeczywistości ciągłymi źródłami energii, dzięki ich samoistnemu, szybszemu lub wolniejszemu, lecz ciągłemu rozpadaniu się.

Przypomnimy, że jądra radjoczynne wyrzucają jądra helu (drobiny α) i elektrony (drobiny β); wyrzucenie drobiny α , posiadającej dwa ładunki dodatnie, prowadzi do obniżenia ładunku jądra, którego numer atomowy elementu o dwóch jednostkach i masa atomowa czterech jednostek, wyrzucenie jednej cząsteczki β podnosi ładunek jądra i numer atomowy elementu o jedną jednostkę, nie zmieniając masy atomu; wreszcie jeżeli jądro radjoczynne wyrzuca jądro helu i jednocześnie dwa elektrony, czyli wyrzuca jeden atom helu, to otrzymuje się pierwiastek „izotopowy”, którego jądro ma pozornie ten sam ładunek, zachowuje swe własności, lecz którego masa atomowa jest mniejsza o cztery jednostki (4 tworzące ciężar atomowy helu w układzie, gdzie $O = 16$).

Pierwiastki nieizotopowe, które przez rozpad jąder wpływają na siebie wzajemnie, tworzą rodzinę ciał radjoczynnych.

Dotychczas znane są trzy duże rodziny ciał radjoczynnych:

1° rodzina uranu,

2° rodzina aktynu,

3° rodzina toru.

Wszystkie one posiadają dużą masę atomową i *a priori* należy przypuszczać, że ciała te powinny posiadać własności ogólne bardzo zbliżone, gdyż każde z osobna wydziela energje, mogące być tego samego rodzaju i tej samej siły.

Ciała radjoczynne wyróżniają się przez ilość kolejnych etapów, które należy przejść aby je otrzymać, oraz przez szybkość przemiany, to jest, przez długość okresu czasu ich przemiany. Wszystkie te ciała bez przestanku wyzwalają dużą ilość energii, w części cieplnej i świetlnej, a w części promienistej. Jeżeli wziąć za przykład i uzmysłwić sobie pochodzenie promieni X, to zrozumiałem się staję, że ciało radjoczynne, wydzielające drobiny β , przy dostatecznej szybkości może również być podobnem do promieni X.

Ogólnie przyjęto, że promienie γ , wydzielone przez ciało radjoczynne są wynikiem bombardowania atomu radjoczynnego przez drobinki β ; tak więc promienie γ nie są materjalnemi promieniami, nie posiadają ładunku elektrycznego i wchodzą w skład promieniowania elektromagnetycznego.

Rozpad atomowy jądra radjoczynnego skutecznia się na drodze wybuchu, podczas gdy w swym całokształcie, część większa lub mniejsza masy radjoczynnej rozpada się w pewną jednostkę czasu; w szczególności w każdą sekundę wyrzuca drobiny α i rozpad ten dotyczy zaledwie kilku atomów; wynika z tego, że masa ciała ulegającego przemianie w określoną jednostkę czasu jest proporcjonalna do masy, mogącej ulec przemianie, co nas prowadzi do pojęcia, że „szybkość przemiany” ciała radjoczynnego jest proporcjonalna do masy ciała, będącego w okresie przemiany.

Jeżeli przyjmiemy, że N_0 wyraża początkową ilość atomów i N liczbę atomów, które nie uległy rozpadowi po pewnym czasie t ; to liczba $N_0 - N$ atomów rozłożonych jest proporcjonalna do

czasu t i do całkowitej liczby atomów, lub jeszcze do liczby N , tak więc że z dużym prawdopodobieństwem można napisać: $N_0 - N = \lambda t \cdot N$, czyli: $N_0 = N (1 + \lambda t)$; $1 + \lambda t$ przedstawia dwa pierwsze pojęcia rozwoju serji $e^{\lambda t}$, z czego wynika, że przemiana radjoczynna odpowiada równaniu: $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t}$ lub $N = N^0 e^{-\lambda t}$.

Tak więc przy pomocy najprostszego obrachunku daje się stwierdzić i udowodnić prawo przemiany ciał radjoczynnych. Wydaje się nam ten sposób rozumowania za dostatecznie ciekawy, gdyż wyraża on fakt, że prawo rozpadu nie jest przybliżone i hipotetyczne, lecz że jest ono wspólne dla dużej liczby praw, które rządzą zjawiskami fizyczno-biologicznymi; na tej drodze udało się ustalić, między innymi, prawa zmienności stosunku wagi do wzrostu jednostki w różnych jego okresach wieku i wprowadzić do tego pojęcia współczynnik λ , swoisty dla rozrostu.

W naszym przypadku wykładnik λ jest stałą, swoistą dla ciała nas interesującego, czyli „stałą radjocynną”.

Czas niezbędny dla rozpadu atomu radjocynnego posiada niezmiernie ważne znaczenie, jednak nie sposób jest ustalić długości życia atomu pewnej masy radjocynnej, gdyż w każdej chwili pozostaje pewna liczba atomów nie przemienionych, chociaż każdy z nich posiada pewne prawdopodobieństwo życia o przeciętnej średniej długości. Tę średnią życia atomu można uzyskać w sposób bardzo prosty, wychodząc z założenia, że średnia ta posiada wartość wynikającą z przemiany regularnej swej połowy masy. Wartość ta θ wynika ze stosunku podstawowego poprzedniej wartości, gdzie N przyjmuje wartość $N_0/2$.

$$2 N_0 = N_0 (1 - \lambda \theta), \text{ czyli } \theta = 1/\lambda$$

jest to wartość uzyskana na drodze bardziej złożonej.

Należy podkreślić pewne doniosłe spostrzeżenie; wiadomo, że jeżeli znany jest przeciętny wiek pewnego pierwiastku, to można obliczyć przeciętną długość życia pierwiastku należącego do tej samej rodziny; tak więc jeżeli w każdą sekundę pierwiastek, którego stała radjoczynna jest równo λ podlega rozpadowi $N\lambda$ swych N atomów, to z tego wynika, że stracone atomy wytworzyły N' atomów pierwiastków radjoczynnych następnej rodziny,

której stała radjoczynna jest równa λ' , gdyż równowaga radjoczynna nie może mieć miejsca o ile $N\lambda = N'\lambda'$; znając trzy wielkości, można określić czwartą wielkość.

Im ciało radjoczynne ulega szybszemu rozkładowi, czyli im przeciętna długość jego życia jest krótsza, z tem większą szybkością zostaje wyrzucana drobinka α czyli, że tem dłuższą drogę odbywa ona i tem łatwiejsze jest jej przenikanie. Jeżeli narysować krzywą współrzędnych przy logarytmie średniej długości życia $1/\lambda$ i logarytmie szybkości v , to otrzymamy dla każdego pierwiastka każdej z trzech serji, będących w stanie rozkładu, linję prostą: między dwoma wielkościami będzie zachodził stosunek prosty, wyrażający się wzorem:

$$L. 1/\lambda = a. L v, \text{ czyli } 1/\lambda - v^a$$

gdzie a jest stałą każdej rodziny pierwiastków, L wyraża logarytm.

Okres czasu jaki potrzebuje ciało radjoczynne, aby stracić połowę swojej pierwotnej aktywności, został nazwany okresem *połowy egzystencji*, w tym przypadku liczba atomów radjoczynnych spada do połowy, prawo przemiany ciał radjoczynnych określa ten czas literą T :

$N_0/2 = N_0 e^{-\lambda T}$, skąd $L. 2 = T\lambda$ gdzie $T = 0,69314/\lambda$ skąd $T = 0,69314 \theta$ ($L. 2$ jest logarytmem z 2, wynoszącym 0,69314).

II. — GRUPY RADJOCZYNNE.

Z powyższego wynika, że niezależnie od swych własności swoistych, ciało radjoczynne nabiera swych cech wskutek miejsca jakie zajmuje jako pierwiastek chemiczny, wskutek wartości swego przeciętnego życia, oraz wskutek okresu połowy egzystencji swych atomów. Chcąc w krótkich słowach streścić wyniki badań licznych uczonych nad radjoczynnością, zajmiemy się wyjaśnieniem niektórych cech ciał radjoczynnych.

Nie wchodząc w rozwój historyczny tego niezmiernie ciekawego zagadnienia, przypomnimy pokrótce, że w roku 1896 Henryk Becquerel odkrył przypadkowo promieniowanie w fosforyzującym preparacie uranu, przez wyświetlenie kliszy owiniętej w czarny papier i znajdującej się w ciemni.

Stwierdzenie, że własność wydzielania energii nie tylko pod postacią chemiczną, lecz i pod postacią przemiany cieplnej, świetlnej i elektrycznej, należy do własności atomowych uranu, było punktem wyjścia dla genialnych odkryć Piotra Curie i Marji Skłodowskiej - Curie.

Uran i jego pochodne posiadają tę ciekawą własność, że samoczynnie wydzielają energię.

Zrozumiałem stąd się zapytanie, czy niema wśród znanych pierwiastków innych jeszcze, któreby zachowały się tak samo jak uran. Badania Skłodowskiej - Curie wykazały, że tor, pierwiastek zbliżony do radu, badany pod postacią tlenku, posiada własności radjocenne.

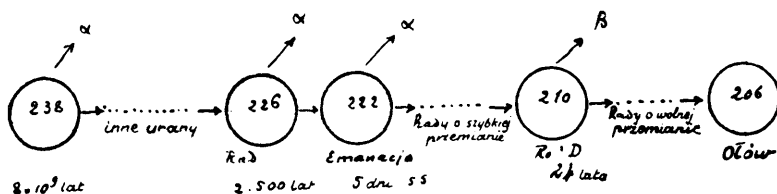
Uran i tor były jedynymi ciałami radjocennymi do czasu, kiedy Skłodowska - Curie odkryła (1898) dwa nowe pierwiastki: polon i rad, zawarte w resztkach po obróbce dla wydobycia uranu pechblendy w Joachimstalu w Czechosłowacji.

Badanie promieniowania ciał radjocennych, dokonane przez Rutherforda, Bragga, Soddy i Williama Crookesa, bardzo zbliżone do odkrycia gazu helu w roku 1868, a stwierdzone przez Williama Ramsaya, który je znalazł w niektórych minerałach na równi z torem i z uranem (1895), doprowadziły do powstania teorii rozpadu radjocennego pierwiastków i pozwoliły na sklasyfikowanie i określenie ich własności.

Skąd pochodzi energia ciał radjocennych, zwłaszcza radu, który okazał się najbardziej czynnym ze wszystkich, gdyż milion razy więcej niż uran, którego szczegółowa i długotrwała obserwacja nie wykazała jakichkolwiek zmian.

Odkrycie „emanacji”, tego czegoś radjocennego, które wymyka się w powietrze z chwilą rozpuszczania połączenia radowego w wodzie, było faktem niezmiernie ważnym.

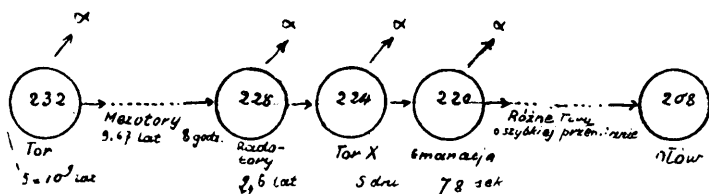
Emanacja radu jest gazem obojętnym, zwanym „radonem” lub „nitonem”, którego radjocenna jest łatwo stwierdzić; radjocenna ta zmniejsza się w postępie geometrycznym w stosunku do czasu i znika zupełnie w przeciągu około miesiąca.



Ryc. 1.

Po długich badaniach udało się określić stosunek liczby atomów radu do emanacji, będących w równowadze, a przez spostrzeżenia bezpośrednie stwierdzono stałą radjoczynną radu i stąd wyprowadzono wniosek, że przeciętna długość życia radu wynosi około 2.500 lat.

Rozpadowi atomu, powinny odpowiadać odpowiednie efekty, proporcjonalne do liczby atomów, będących w okresie przemieszczenia i tutaj występuje zagadnienie: czy rad nie pochodzi z uranu, gdyż jest o wiele aktywniejszy od tego ostatniego. Zagadnienie to zostało potwierdzone przez wielu uczonych, głównie przez Mac Coy, Strutta, Boltwooda, Rutherforda i innych.



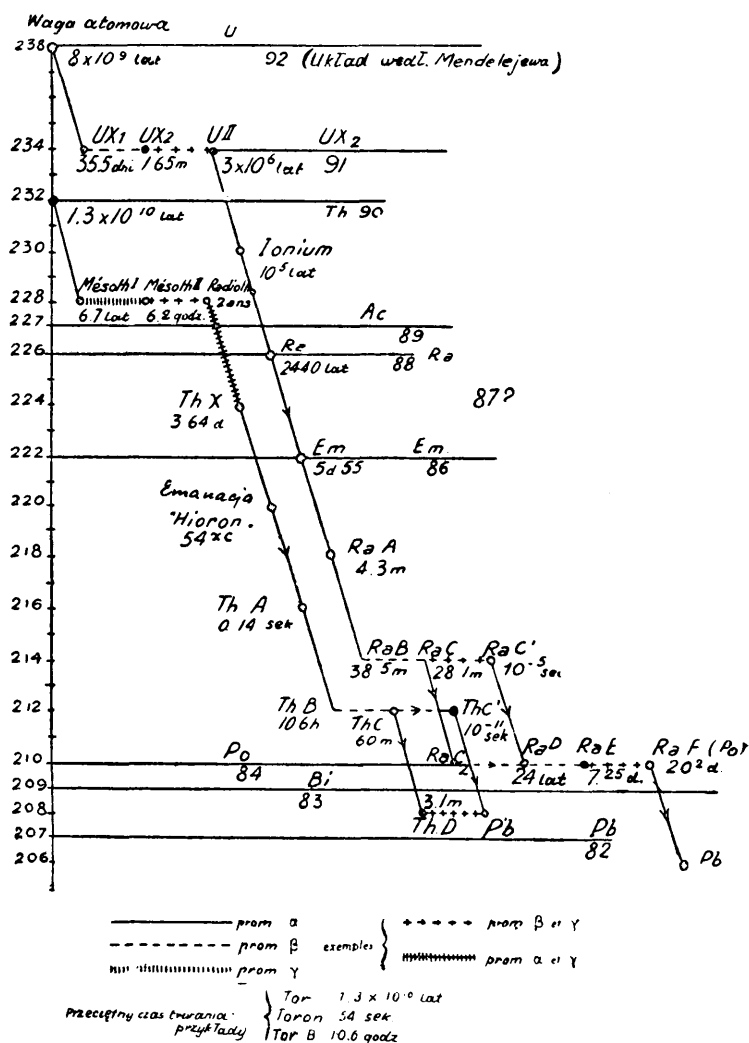
Ryc. 2.

Przyczyna rozpadu nie jest dotychczas wiadoma; atom wybucha, może on wyrzucić jądro helu (drobinki α dodatnie), lub elektrony jądrowe (ciałka β ujemne): oto główne, dotychczas znane fakty oraz ich wszystkie konsekwencje.

Uran, którego ciężar atomowy wynosi 238, posiada średnią długość życia równą 8 miliardom lat, tworzy pierwszą grupę ciał radjoczynnych, wśród których zajmiemy się tylko temi, które posiadają pewną wartość praktyczną.

Serja toru tworzy drugą wielką grupę ciał radjoczynnych; nierównie ważną jak i poprzednia, w której znajduje się serja ciał o jednakowym ciężarze atomowym 228, powstałych z toru przez wyrzucenie jednego jądra helu.

Określenie i wykrycie materji radjoczynnej przy pomocy metod radjoczynnych jest tem wygodniejsze im krótsze jest ży-



Ryc. 3.

cie danego pierwiastka i dlatego potrzeba 25.000 razy więcej radu niż uranu XII, dla osiągnięcia jednakowych efektów radjoczynnych.

Debiernie wydobyl z pechblendy, używanej do otrzymywania radu i polonu, nowy pierwiastek radjoczynny. Ciało to, posiadające wagę atomową 227, zwane aktynem, rozpadając się, daje trzecią rodzinę ciał radjoczynnych, posiadających przeciętną długość życia krótką, wskutek wydalenia conajmniej pięciu cząsteczek α .

Wyżej podany wykres (patrz. Ryc. 3) pozwala na porównanie ciał dwóch podstawowych grup radjoczynnych: uranu i toru.

Uran i tor są pierwiastkami dosyć pospolitemi, jednak mało używanymi do doświadczeń, gdyż trzeba tysięcy milionów lat, aby wydały ze siebie całkowitą energję.

Sole uranu czyste, posiadają, po pewnym, stosunkowo krótkim, okresie czasu, wiadomą stałą radjoczynność (od U do U II), natomiast sole toru posiadają radjoczynność bardzo zmienną, gdyż w bardzo krótkim czasie następuje ich rozpad, (za wyjątkiem mezotoru I). Pod nazwą mezotoru należy rozumieć pewien kompleks pochodnych mezotoru I, który wydziela promienie małej wartości.

Aż do okresu D, stwierdza się pewną analogję pomiędzy okresami obydwóch serji, jednak średnia długość życia pierwiastków serji toru jest znacznie mniejsza od ciał tworzących serję uranową.

Tor i aktyn, tak samo jak i rad, wydzielają radjoczynny gaz, zwany „emanacją”, posiadający znane własności, wśród których najważniejszym jest zjawisko radjoczynności. Jakiegokolwiek ciało np. komórki organizmu, w zetknięciu z emanacją, staje się radjoczynne. Zrozumiała jest niestałość radjoczynności wznieconej i możliwość uczynienia jej stałej przez powtarzanie i odnawianie emanacji, ustawiając ciało, mające być radjoczynnem, w pobliżu ciała radjoczynnego, posiadającego długą przeciętną życia, np. bromek radu. J a b o u i n i B e a u d o i n wytworzyli nieskończoną radjoczynność wód mineralnych przez zetknięcie ich z określoną ilością bromku radu.

To ostatnie ciało jest niezmiernie ciekawe. Przy rozpatrywaniu podział pierwiastków według tablicy M e n d e l e j e w a

(1863), daje się zauważyć, że rad zajmuje 88-e miejsce, t. j., że zawiera on 88 elektronów, z których dwa znajdują się na pierwszej orbicie, a sześć innych na ostatniej orbicie zewnętrznej; pierwiastek ten ma tendencję do ustabilizowania się przez pochwycenie dwóch elektronów. Atom Ra staje się jonem Ra — przez uzupełnienie się dwoma elektronami, w obecności pierwiastka Br (pozycja 35 według tablicy *Mendelejewa*, jeden elektron zewnętrzny), który jest dwuwartościowy, elektronegatywny, podczas gdy atom Br jest jedno wartościowy i elektrododatni.

W środowisku takim jak woda, drobina bromku radu ulega dysocjacji jak jony, tak jak każdy odczyn chemiczny, który jest odczynem jonów; łatwem więc staje się do zrozumienia znaczenie połączeń rozpuszczalnych radu (chlorek bromu) w odniesieniu do innych połączeń nierozpuszczalnych (węglany, siarczany i inne).

Krystaliczny bromek Ra ($\text{Ra Br}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) jest wygodny w użyciu, zawiera dużą ilość pierwiastku radu i jest związkiem najczęściej stosowanym w lecznictwie.

III. — PROMIENIOWANIE PIERWIASTKÓW RADJOCZYNNYCH.

Pochłanianie przez materję.

Zagadnienie promieniowania γ pierwiastków radjoczynnych jest jednym z najbardziej ciekawych zagadnień nowoczesnej fizyki ścisłej.

W kilku zdaniach nie sposób jest wyjaśnić nawet zasadniczych podstaw oraz wyników tych licznych i niezmiernie pracowitych poszukiwań, które przyczyniły się do zbadania niewidocznej części widma, tak jak prace *Newtona* w XVII-tem stuleciu, pozwoliły zapoznać się z jego częścią widoczną.

Wiadomo, że źródłem każdej energii promienistej jest elektron, wytwarzający fale, będący podstawowym składnikiem każdego atomu materji żywej lub martwej. Z tego wynika, że poznanie promieniowania monochromatycznego jest zagadnieniem pierwszorzędnej wagi.

Tego rodzaju promieniowanie cechuje perjodyczność T lub też długość fali λ . Dwie te wielkości są ze sobą związane równa-

niem. $\lambda = vT$ gdzie v wyraża szybkość rozpostrzeniania się fal w danym środowisku. W próżni v jest liczbą stałą dla wszystkich promieniowań, λ jest proporcjonalna do T .

Okres T nie może być bezpośrednio wykryty na drodze doświadczalnej, każde promieniowanie określa się przez długość fali wymierzonej przy 15° C. w suchym powietrzu i przy ciśnieniu normalnem; wartość ta jest wyrażana w Angströmach.

Jednostka długości fal została obrana w ten sposób, że wyraża ona:

1 Angström = 10^{-4} mikronów = 10^{-7} milimetrów = 10^{-8} centymetrów = 10^{-10} metrów. Wreszcie, częstotliwość N promieniowania monochromatycznego wyraża liczbę długości fali w próżni, zawartej w jednym centymetrze.

$$N = 10^8 / \Lambda$$

Λ wyrażone w Angströmach i związane z λ posiada wzór:

$$\Lambda = \lambda + 0,0002736\lambda + \frac{124,7}{\lambda} + \frac{3 \times 10^8}{\lambda^3}$$

Po przypomnieniu tych określeń, należy podkreślić, że promienie λ należy umieścić w stopniowaniu fal, gdyż stwierdzono, że niema przerwy w ciągłości i następowaniu ich własności z chwilą kiedy przechodzi się stopniowo od fal bardzo długich do fal bardzo krótkich.

Odkrycie fal H e r t z a nastąpiło w roku 1886; górna granica stopniowania długości fal H e r t z a obejmowała około 22 oktav zależnie od budowy alternatorów wysokiej częstotliwości $\lambda = 30.000$ metrów; dolna granica, która wyraża najmniejszą długość fali, wykrywaną przez detektor, jest w pobliżu $\lambda = 0,006$ metrów = 6000 μ .

H e r t z badał odbijanie się tych fal w parabolicznych zwierciadłach, ich refrakcję po przejściu przez pryzmę asfaltu, ich polaryzację i ich interferencję.

Posiłkując się soczewkami i pryzmami z soli kopalnej, udało się zbadać następujące fale: fale pozaczzerwone, (infrarouges), dawne fale ciepłe (8 oktav), zajmujące miejsce od $\lambda = 0,000314$ m = 314 μ = 3.140.000 angströmów, stwierdzone w widmie, wytwarzanem przez lampę rtęciową, której

$\lambda = 0,8 \mu = 8000 \text{ \AA}$, promieniowanie jest na granicy widma słonecznego, badanego przy pomocy bolometru.

Dalej idą fale promieniujące, wykryte przy pomocy rozbioru widmowego promieni widocznych, poczynając od 800 $\text{\AA}$ do 3.900 $\text{\AA}$. (1 oktawa).

Fale ultrafioletowe, uprzednio zwane falami aktywnymi (5 oktawa), rozmieszczone między 3.900 $\text{\AA}$ i 144 $\text{\AA}$, były zbadane przy pomocy pryzm i soczewek ze szkła (promienie ultrafioletowe w powietrzu) oraz przy pomocy soczewek ze szpatu fluorowego (U. V. Schumann w próżni), przy pomocy siatek wgłębionych (U. V. Lymana, Millikana w próżni), promienie te daje się wykryć przy pomocy dobranych płyt fotograficznych; są one absorbowane przez odpowiedniej grubości warstwę powietrza.

Stwierdzenie łączności między promieniami U. V. i promieniami X datuje się od roku 1920; promienie Holwecka są promieniami X miękkimi, posiadającymi od 144 $\text{\AA}$ do 12 $\text{\AA}$. Promienie te zostały wykryte przy pomocy użycia ciągłego widma ciał stałych, poddanych uderzeniom elektronów, wytwarzanych przez rozżarzoną katodę lub oświetlonych promieniami U. V.

Rozbiór promieniowania Holwecka był uzupełniony określeniem współczynnika absorpcji w gazach (4 oktawa).

Promienie X Röntgena (około 8-miu oktawa) od 12 $\text{\AA}$ (miękkie promienie X do 0,05 $\text{\AA}$ (twarde lub przechodzące promienie X), przechodząc przez siatkę kryształów naturalnych uginają się i odbijają według znanych praw, na zasadzie których De Broglie ustalił sposób spektrografii promieni X, przy pomocy użycia kręcącego się kryształu.

Lampa Röntgena wytwarza promieniowanie fal różnych długości, w zależności od stopnia próżni wewnątrz lampy i rodzaju antykathody. Dzięki pracy Barkla wiadomo, że tego rodzaju promienie uderzając w niektóre metale wytwarzają promienie wtórne, których swoiste własności zależą wyłącznie od rodzaju metali. Wszystkie pierwiastki, jedynie może za wyjątkiem pierwiastków o małym ciężarze atomowym, posiadają własność wytwarzania promieni X o swoistej długości fali, tak samo jak posiadają one swoiste widmo.

Zapoznamy się teraz z promieniami gamma. Promienie te są rozłożone od 1 A do 0,028 A (6 oktaf, z których około 4 wspólnych z promieniami Röntgena).

Rozbiór promieniowania radu i odkrycie promieni α (dodatnich), β (ujemnych), γ (promieni X), przez G i e s e l a, M e y e r a, v o n S c h w e i d l e r a, i H. B e c q u e r e l a w 1899 r. oraz badanie długości fali promieni γ różnych pierwiastków radjoczynnych, dokonane w roku 1914, rozwiązało dużą liczbę zagadnień o radjoczynności, zarówno w dziedzinie badań teoretycznych jak i zastosowania w przemyśle lub w lecznictwie.

Pierwsze prace o promieniach γ małoprzrenikajacych (o duzej fali) nasunęły na myśl szereg metod badania promieni X twardych o krótkiej fali oraz możność zużytkowania metody dyfrakcji krystalicznej oraz metody De Broglie (1914).

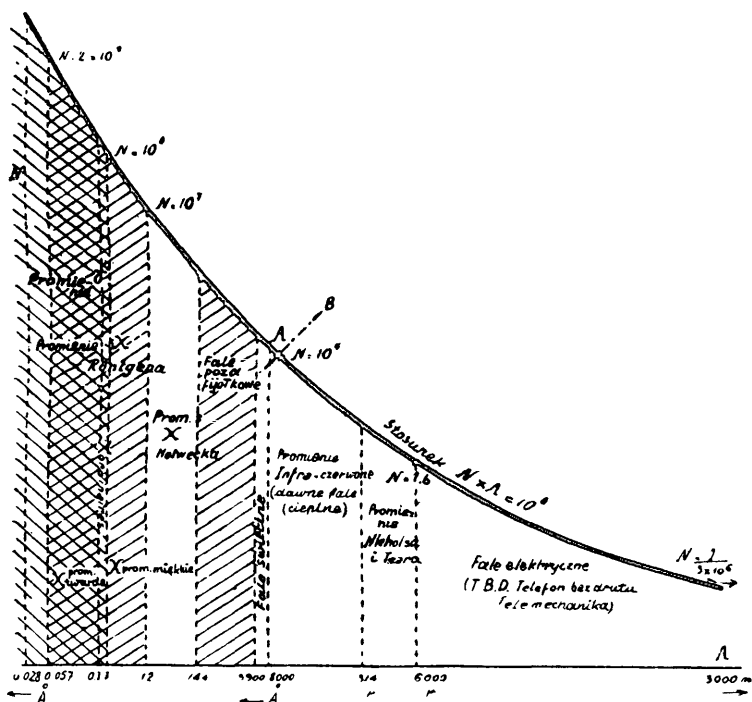


Рис. 4.

Obecnie zajmujemy się badaniem widm wysokiej częstotliwości, o których wspominaliśmy już, przypominając, że każdy pierwiastek chemiczny posiada swoje widmo promieni X . Należy jednak dodać, że widma promieni X są do siebie podobne w tem znaczeniu, że składają się one z pewnej liczby błyszczących linii, ułożonych w serje, które *Barkla* oznacza literami J, K, L, M, N , zależnie od częstotliwości, (t. j. zmniejszającej się własności przenikania).

Tłumaczy się to w sposób bardzo prosty: antykatoda posiada pewną liczbę atomów n i pewien system planetarny elektronów, ściśle określony tak pod względem liczby jak i ich rozdziału na określonych orbitach, oznaczonych literami J, K, L, M, N . Każdej z tych orbit odpowiada pewna energia potrzebna do oderwania elektronów z tej orbity z jednoczesnem wydzieleniem odpowiednich pasm widmowych, przyczem częstotliwość ν jest uzależniona od liczby atomowej n przez stosunek liniowy *Moseleya*: $\sqrt{\nu} = a \times n + b$, gdzie a i b są stałemi, zależnemi od pasm. J, K, L, M, N (przytem energia ν równa się, według teorii kwantów *Plancka*: $w = 6,55410 \cdot 10^{-27} \nu$)

Schematycznie, promieniowanie γ może być utożsamione z promieniowaniem ultra X . Pewnem jest, że dzięki stanowi zmiennemu złożonego jądra pierwiastka radjoczynnego, następuje bardzo szybkie wydalenie cząsteczki α lub cząsteczki β , wywołujące zaburzenia w orbitach jądrowych wraz z wypromieniowaniem promieni γ .

Dzięki promieniom γ zostaje potwierdzone prawo, według którego promieniowanie jest tem mniej pochłaniane im dłuższa fala jego jest mniejsza, czyli im jest większa ich częstotliwość. Prawo pochłaniania promieniowania X , według którego odmiany różnicowe natężenia promieniowania są proporcjonalne do tegoż nasilenia, do grubości przez którą przenika d i do współczynnika proporcjonalności μ (współczynnik linearny pochłaniania), który zależy od rodzaju ciała przez które przenika, upraszcza się przy μ zmniejszonym. Wyrażenie matematyczne tego prawa przedstawia się w sposób następujący: $I_1 = I_0 e^{-\mu d}$ z chwilą gdy przechodzi się od I_0 do I_1 staje się $I_1 = I_0 (1 - \mu d)$, jeżeli rozwinąć eksponentjałnie w serję o dwóch wartościach.

W wyniku ostatecznym ilość pochłoniętego promieniowania jest funkcją linearną ilości promieniowania początkowego i grubości danego ciała $I_0 - I_1 = I_0 \mu d$

Jeżeli wziąć pod uwagę inne prawo, że przy wysokiej częstotliwości współczynnik absorpcji (pochłaniania) pewnego ciała jest proporcjonalny do jego gęstości δ to należy wyprowadzić wniosek, że ilość pochłoniętego promieniowania przez pewne ciało jest proporcjonalna do ilości początkowej, do gęstości tegoż ciała, do grubości i do pewnego czynnika proporcjonalności K , zmiennego dla każdego promieniowania.

Stwierdzenie obecności promieni γ więcej lub mniej twar-
dych, może być dokonane przez wybiórcze odbicie w kryształach soli kuchennej lub w kryształach kalcytu w ten sposób, że promieniowanie γ zostaje stwierdzone przez jego penetrację, jako zestawienie pewnych ilości.

$$I_0 - I_1 = I_0 d \delta K.$$

Niewiele możemy powiedzieć narazie o promieniach α , mało przenikliwych, zmaterjalizowanych.

Promienie β są, jak wiemy, promieniami cząsteczkowymi, drobinowymi posiadającymi masę o wiele mniejszą niż promienie poprzednie, posiadającymi pewną siłę przenikania i podobnie do promieni katodowych.

Pochłanianie promieni β przez ciała proste podlega prawu ogólnemu, ustalonymu przez F o u r n i e r a (1927):

$$\frac{\mu}{\delta} = a (105 + n)$$

będące wyrażeniem współczynnika masowego pochłaniania, gdzie rodzaj ciała zwykłego jest wyrażony przez jego liczbę atomową n , a promienie β przez współczynnik a .

Promienie β (w znaczeniu ogólnym) mogą przenikać przez warstwę powietrza grubości 1,5 metra, przez tkaninę grubości 14 mm., przez warstwę glinu grubości 7 mm.; promienie β , miękkie są zatrzymywane przez blachę aluminową grubości 2 mm.

IV. — WŁASNOŚCI FIZJOLOGICZNE RADJOCZYNNOŚCI.

Radjoczynność w lecznictwie ogólnem i specjalnem.

Odkrycie przez B e c q u e r e l a radjoczynności zwróciło uwagę uczonych na jej własności fizjologiczne.

M a r j a S k ł o d o w s k a - C u r i e zarówno jak i B e c q u e r e l stwierdzili, że promienie wytworzone przez sól radu, mogą wywołać zaczerwienienie skóry i następce owrzodzenie niezmiernie długie i trudne do zagojenia.

P i o t r C u r i e, umocował na swem ramieniu na przeciąg 10 godzin rurkę, zawierającą nieznaczną ilość radu i wywołał zaczerwienienie skóry, które po 20 dniach zamieniło się na owrzodzenie, gojące się w przeciągu przeszło 4-ch miesięcy.

D a n y s z, z Instytutu P a s t e u r a, dokonał całego szeregu doświadczeń z małemi stworzeniami, używając różnorodnych promieni radjoczynnych. W następstwie swych prac D a n y s z dochodzi do wniosku, że nie zawsze następuje działanie destrukcyjne komórek nabłonkowych, że w pewnych warunkach naświetlanie to posiada pewną własność zadrażniającą; tak np. komórki tkanki łącznej, które stały się komórkami sarkomatycznymi, pod wpływem promieniowania radjoczynnego stały się z powrotem normalnemi komórkami tkanki łącznej.

Komórki rozmaicie reagują na ten rodzaj promieniowań; podlegają one pewnej, wybiórczej radjowrażliwości, która występuje wyraźnie przy bliższem rozpatrywaniu wyników, otrzymanych w tej gałęzi lecznictwa, albo przy stosowaniu własności nekrotyzujących, wreszcie przy rozpatrywaniu własności podniecających promieniowania.

Działanie na skórę.

Jaki wpływ posiadają ciała radjoczynne na skórę? Jak wyżej powiedzieliśmy promienie miękkie γ są z punktu widzenia fizycznego promieniami X twardymi, silnie przenikającymi; należy przypuszczać, że przejdą one przez tkankę nie naruszając jej; jednak wiadomo jest, że każde ciało, przez które przechodzą promienie X staje się natychmiast źródłem promieni, znanych pod nazwą promieni wtórnych; tego rodzaju promieniowanie składa

się z promieni X pierwotnych, rozsianych, z promieni X swoistych dla ciała naświetlanego i przez nie wydzielanego oraz z promieni katodowych β , wytwarzanych przez elektrony.

W warunkach powyższych, mamy do czynienia z pewnego rodzaju kompleksem promieni, wśród których znajduje się niewielka ilość promieni γ , mało przenikających, szereg promieni β o różnym przenikaniu oraz pęczek bardzo gęstych promieni α mało przenikających, dających się łatwo usunąć przez interpozycję ekranu metalowego odpowiedniej grubości tak, że w rezultacie mamy do czynienia jedynie z promieniami γ i z promieniami β twardymi.

Połączone działanie promieni X twardych i promieni γ miękkich, wywołuje złączone działanie na zdrowy naskórek: zapalenie skóry pochodzenia rentgenologicznego i radowego różni się między sobą bardzo mało, jedynie okres wykluwania się jest krótszy i zmiany martwicze nie tak głębokie (Zimmermann) przy oparzeniach radowych zamiast strupów grubych i twardych tworzą się delikatne powłoki torbielowate (Wickham).

Proces regeneracji składników naskórka zmienionego (komórki epiteljomatyczne) lub zniszczonego przez promieniowanie był badany przez Dominici i Barcata jednak głębokość oraz rozległość schorzenia (bez zmiany na powierzchni), zaczerwienienie słabe lub silne, pigmentacja, strup, owrzodzenie), zmienne w zależności od warunków zastosowania (osobnik i jego okolice ciała, rodzaj ciała radjoczynnego, ilość promieniowania i t. d.) prowadzą do różnych wyjaśnień, stawianych przez każdego z powyższych autorów.

Faktem podstawowym jest, że zaczerwienienie i pigmentacja posiadają pewną granicę, po przejściu której nie spostrzega się działania swoistego lub wybiórczego ciała radjoczynnego na tkankę chorobowo zmienioną.

Leczenie radem schorzeń skórnych.

Pierwsze próby leczenia przy pomocy promieni o wysokiej częstotliwości były dokonane przez Danlosa w szpitalu w Sant-Louis w 1904 r. w schorzeniach skóry.

Za wyjątkiem kilku, prawie wszystkie schorzenia skóry, zarówno złośliwe jak i niezłośliwe, nadają się do leczenia przy pomocy radu.

Znamiona (naevus), dobrotliwe zmiany skórne, najczęściej wrodzone, występujące nieraz w późniejszym wieku i zwiększające się w miarę postępowania wieku, łatwo ustępują pod wpływem radu, o ile leczenie zastosowano we wczesnym okresie ich powstawania.

Przy stosowaniu promieni radowych należy mieć dużą wprawę w operowaniu właściwymi promieniami, gdyż promienie działają wgłąb, a promienie α i β tylko na powierzchnię. Zastosowanie tego lub innego rodzaju promieni, użycie odnośnych filtrów, mających na celu głębsze lub mniej głębokie działanie promieni (np. naczyński miękkie) jeden lub więcej seansów, branie tworów w dwa ognie, albo częste lecz krótkotrwałe stosowanie promieni, są to wszystko sposoby, których nie można ująć w żadne prawidła.

Metoda powyższa jest łatwa, w stosowaniu, bezbolesna, szybko działająca i skuteczna, daje trwały wynik estetyczny i dlatego stała się metodą leczniczą, posiadającą wyższość nad innymi metodami. (Śnieg kwasowęglowy lub gorące powietrze, elektroliza ujemna, galwaniczne przyżeganie, ługi żrące i t. p.).

Keloid występujący samorzutnie lub w następstwie jakiegось zadrażnienia, czy też niewielkiej rany w miejscu jak gdyby predysponowaniem, zwłaszcza na podłożu gruzliczym, o ile nie ustępuje samoistnie, wymaga leczenia nie tylko z punktu widzenia estetyki, lecz i dlatego, że często jest on bolesny, a umiejscowiony w pobliżu np. stawu, może wywołać zaburzenia czynnościowe; w najgorszym razie, może być on miejscem przyszłego złośliwego guza.

Dawne metody, stosowane w tych przypadkach, (skaryfikacja, wstrzykiwanie podskórne wodnego roztworu fibrolizyny i t. p., po których najczęściej występuje wtórny jeszcze większy keloid, muszą ustąpić miejsca radioterapii zwłaszcza w przypadkach, w których keloid jest głęboko umiejscowiony.

V a l o n¹) radzi na początku leczenia stosować promienie odpowiednio przesączone, aby przeszły one całą grubość guzowatości, poczem dopiero zmniejszać stopniowo prześwietlanie, bio-

rać pod uwagę zmniejszanie się guzowatości oraz przerwy między seansami naświetlania, aby w rezultacie otrzymać należyty i stały wynik leczniczy.

Leczenie radem gruźlicy skóry (lupus), stosowane przez Danlosa, dało wyniki nie zachęcające. W tem cierpieniu nieznane jest swoiste leczenie; stosowanie radu należy tu uważać za środek pomocniczy i pożyteczny.

Wickham i Degrais zalecają stosowanie metody destrukcyjnej, którą używają przy leczeniu raka: ta sama metoda nadaje się do leczenia wszystkich postaci wilka za wyjątkiem *lupus erythematosus*.

Naszem zdaniem, poza dermatozooami, liszajem, toksykodermjami, trądem, karbunkiem i stanami zapalnymi, wszystkie inne schorzenia skóry nadają się do leczenia promieniami radu.

Nie będziemy zatrzymywali się nad poszczególnymi cierpieniami skórnymi; zaznaczamy ogólnie, że spostrzeżenia dotychczas ogłoszone podkreślają ustąpienie lub zmniejszenie się świądu, bólów, zmniejszenie się objawów zapalnych i częste zupełne wyleczenia.

Należy stosować jedynie takie promienie, które przy pomocy odpowiedniego przesączania stały się jednolitemi (homogènes). Przesączanie to jest tem słabsze, im bardziej płytko znajduje się organ lub tkanka podlegająca naświetlaniu:

a) przesączanie jest silne jeżeli promienie przechodzą przez płytkę złota platynowaną grubością 1,5 cm. i płytkę kauczukową grubości 3 mm.

b) przesączanie jest średnie przy przechodzeniu promieni przez platynowaną płytkę złotą grubości 1 cm. i płytkę kauczukową grubości 2 mm.

c) przesączanie jest słabe przy przechodzeniu promieni przez platynowaną płytkę złotą grubości $\frac{1}{2}$ cm. i płytkę kauczukową grubości 1 mm.

Ponieważ w schorzeniach skóry naogół mamy do czynienia ze zmianami na powierzchni skóry, przeto w tych przypadkach wskazane jest stosowanie słabego przesączania.

O ile naświetlanie promieniami α czyli alfaterapia wymaga dużych ostrożności, lecz daje wyniki szybkie, o tyle naświe-

tlania promieniami γ są mniej niebezpieczne, dzięki stosowaniu krótkotrwałych naświetlań w odstępach czasu niedużych, zapobiegających wakcynacji, t. j. zjawisku przeczulicy, wywołanej przez naświetlanie częste, lecz niedostateczne do wywołania pożądanego efektu biologicznego.

Małe dawki promieni radjoczynnych są bardzo właściwe, „komórka dotknięta lub przeniknięta przez dyskretne lub osłabione promieniowanie nie cierpi na tem, a przeciwnie podlega zadrażnieniu swych czynności odżywczych, swych czynności wydzielniczych i rozrodczych. Siła życiowa komórki zwiększa się, pogłębia się asymilacja, usprawnia się czynność komórki, która jednocześnie staje się bardziej wrażliwą pod każdym względem; odporność komórki zwiększa się wskutek większej siły i odporności na działania niszczące, na które stale jest narażona”. (G. Petit).

Powyższe zdanie znajduje potwierdzenie w stosowaniu licznych wód mineralnych, posiadających niezmiernie małą siłę radjoczynną, tem niemniej wywołujących znaczny efekt biologiczny. Picie wód, inhalacja lub kąpiele mineralne działają bezpośrednio na ustrój małemi lecz skutecznemi dawkami swego promieniowania różnych kompleksów radjoczynnych i emanacyjnych.

A. Leri i J. A. Lièvre²⁾ wychodząc z jednakowego założenia, uzyskali zachęcające wyniki u chorych na łuszczycę, przez domięśniowe wstrzykiwanie toru X. Autorzy ci zauważyli już po pierwszym wstrzyknięciu wybitną poprawę sprawy skórnej, łuski ginęły lub zmniejszały się, zaczerwienienie skóry stawało się mniej silne; niektóre przypadki, według słów autorów „dały wynik niezmiernie ciekawy i rewelacyjny”, podczas gdy wszystkie klasyczne środki lecznicze zawodziły; w leczeniu tego rodzaju schorzeń skórnych nie należy zapominać o stosowaniu radu.

Leczenie złośliwych guzów, przy pomocy radu.

W zasadzie każdy złośliwy guz, z chwilą, gdy został uznany jako taki, powinien być operowany, możliwie najwcześniej i możliwie najbardziej rozległe, przekraczając granicę przypuszczalnego

guza, usuwając, o ile można najbliżej guza położone naczynia chłonne. Według *Lecène* nowoczesne postępowanie przy guzach złośliwych, powinno streszczać się w następującym postępowaniu: wczesne rozpoznanie, daleko idący zabieg, przy guzie będącym w ząbątku. Słuszność tej opinii postaramy się pokrótce uzasadnić.

Skóra, gruczoły chłonne, mięśnie mogą być miejscem powstania złośliwych guzów: nabłoniaków, mięsaków, gruczolaków chłonnych i t. p.

Nabłoniaki skórne, przedstawiają się pod różnemi postaciami w rozmaitych okresach rozwoju i dlatego radjoterapeuta, jak słusznie zaznacza *Degrass*³⁾, winien wiedzieć, że chociaż leczenie radem jest w tych przypadkach najbardziej wskazanem, *tem niemniej*, niestety, obecnie niema jakiegoś schematu dozymetrycznego, przy pomocy którego można by było napewno i bez wątpliwości zastosować właściwą dawkę leczniczą. Każdy przypadek wymaga oddzielnej techniki, gdyż z konieczności jest on przypadkiem innym, dzięki swej morfologii, warunkom otoczenia, budowie histologicznej, a zwłaszcza wskutek wartości fizyko-biologicznej innych składników. Zagadnienie wrażliwości tkanki chorobowo zmienionej na rad, bardziej wrażliwej, niż tkanka normalna, wchodzi w zakres ogólnych pojęć o wrażliwości komórki na rad, zagadnienie dotychczas nie rozwiązane.

Pomimo tych wszystkich zastrzeżeń leczenie nowotworów złośliwych skóry przy pomocy radu, daje bardzo dobre wyniki.

Pierwotne guzy kostne, zwłaszcza kostniaki mięsaki, mięsaki kości, prowadzące do bardzo ciężkich zabiegów, w pewnych przypadkach, niestety trudnych do określenia, wykazują poprawę, a nawet wyleczenie pod wpływem leczenia radowego. Jednym z najczęstszych raków jest rak jamy ustnej, a zwłaszcza języka, gdzie często umiejscowia się nabłoniak. *Gagey* w swej bardzo ciekawej pracy, opartej na dużym materiale dowodowym, wygłoszonej na zebraniu T-wa Lekarzy w Paryżu w roku 1928, rozróżnia kilka odmian raka jamy ustnej, które dają się wyleczyć przy pomocy igieł radowych, albo przy pomocy naświetlania promieniami radowymi.

Według tego autora nabłoniak języka powinien być leczony przy pomocy wkłuwania igieł radowych; cała trudność polega

na przewidywaniu, które jest niezmiernie utrudnione wskutek niepewności co do stanu i rozległości zajętych gruczołów, gdyż w tych przypadkach zawsze gruczoły są podejrzane.

Wychodząc z tego założenia autor radzi przedewszystkiem usunąć gruczoły, a następnie dopiero stosować leczenie radem. Przy takim postępowaniu, autor otrzymał zadowalające wyniki w nabłoniaku warg, w nowotworach migdałów oraz w nowotworach szczęk.

Przy leczeniu radem należy brać pod uwagę powikłania, nieraz bardzo poważne, które mogą wystąpić po leczeniu radem, i które są wynikiem zakażenia drobnoustrojami, dostającymi się do owrzodzenia nowotworowego.

Rak przełyku spotyka się dosyć często. Leczenie tego cierpienia przy pomocy miejscowego zastosowania radu i bezpośredniego zetknięcia radu z nowotworem, pod kontrolą ezofagoskopu po okresie powodzenia, zupełnie naturalnego, w przeciwieństwie do niepowodzeń zabiegów chirurgicznych, ostatnio uległo słusznej krytyce, podnoszącej trudności dawkowania promieni. Potwierdza się jeszcze raz pojęcie, że promieniowanie jest bronią dwusieczną, gdyż zdrowa tkanka jest bardziej odporną na słabe promieniowanie przez dłuższy okres czasu, niż na silniejsze promieniowanie, przez krótszy okres czasu, co jest wręcz przeciwne w odniesieniu do tkanki chorobowo zmienionej.

Usunięcie raka żołądka przy pomocy doszczętnego lub częściowego wycięcia żołądka, zabiegi paljatywne: gastroenterostomia (zespoleń żołądkowo - jelitowe), gastrotomia (przecięcie żołądka), jejunostomia i t. p., dają wyniki względne. Niektórzy autorzy próbowali zastosować do leczenia tych cierpień inne ciała radjocenne, jednak bez wyników dodatnich. Jedynie zastosowanie radu, do wewnątrz może mieć pewne szanse powodzenia. Do zagadnienia tego niebawem powrócimy jeszcze.

Z chwilą zastosowania i uprzystępnienia wziernikowania odbytnicy (rektoskopji), rozpoznanie raka odbytu nie przedstawia wiele trudności i może być dokonane stosunkowo wcześniej, tak aby wczesny zabieg chirurgiczny dał dodatnie wyniki. Zastosowanie radu w tych przypadkach daje wyniki bardzo różnorodne. Ten rodzaj leczenia wymaga uprzedniego nałożenia sztucznego odbytu pachwinowego. Leczenie radem nadaje się jedynie

w przypadkach raka dolnych odcinków odbytu (*Ca ampullaris et ano - rectalis*) przy użyciu techniki chirurgiczno - radowej: w pierwszym okresie—sztuczny odbył pachwinowy, w drugim zabieg na kości krzyżowej i igły radowe, według metody Neuma n n a, wreszcie, w kilka tygodni później, o ile można, zupełne usunięcie nowotworu.

W pracy nad rakiem gruczołu krokowego *Emperaire*⁴⁾ dochodzi do wniosków podobnych: idealnym postępowaniem w początkowym okresie raka gruczołu krokowego jest wczesne jego usunięcie; leczenie radem należy zastosować do przypadków o postaci rozsianej, przekraczającej otoczkę gruczołu bez przekroczenia jego zagłębienia. Autor stosuje wkłuwanie igieł radowych po uprzednim otwarciu gruczołu krokowego przez krocze. Ten sposób leczenia należy stosować tylko do przypadków ciężkich.

W złośliwych guzach macicy, leczenie radem winno być prowadzone równoległe do leczenia chirurgicznego. Chirurdzy i radjoterapeuci wysuwają, każdy oddzielne wspaniałe argumenty na korzyść stosowania tej lub innej metody. *Gagey*⁵⁾ jest zdania, że jeżeli rak trzonu winien być raczej operowany, gdyż nabłoniak walcowaty jamy macicy jest odporny na działanie radu, to to samo należy powiedzieć o raku szyjki: przy rakach w początkowych okresach operacyjnych, należy wybrać między zabiegiem lub radem; w przypadkach będących na pograniczu możliwości operowania, lepiej jest zastosować i nie interwenjować wtórnie.

Tak w jednym jak i w drugim postępowaniu najważniejszym jest wczesne rozpoznanie. Jest ono często trudne, gdyż poza objawami patognomonicznymi, często zbyt spóźnionymi, rozporządzamy jedynie odczynem *Davisa*, który może dać niezbyt pewną pomoc w rozpoznaniu raka.

Nie przesądzając natury infekcyjnej raka, należy stwierdzić, że przy stosowaniu radu można uniknąć tworzenia się przerzutów. Z chwilą, gdy pod wpływem leczenia zniknął guz pierwotny, należy zadać sobie pytanie co się stało z przerzutami i czy zadziałano jednocześnie na przerzuty nowotworowe, mniej lub więcej łatwe do stwierdzenia. Dla wyjaśnienia powyższego zagadnienia szereg autorów radzi, aby naświetlać w sposób dosta-

teczny i odpowiedni, nie tylko sam guz, lecz i okolice, w których mogą umiejscowić się przerzuty.

Czy w tych przypadkach nie byłoby bardziej właściwe wprowadzenie do krwiobiegu, pewnego kompleksu radjoczynnego, w dawce tak słabej, aby nie zaszkodziła ustrojowi; czy nie należałoby zastosować działania chemiczno - terapeutycznego radu.

Ledoux-Lebard w roku 1912 radził wstrzykiwanie siarczku radu wokoło nieoperacyjnego nowotworu sutka.

Carnot i Guillaume w roku 1919 ogłosili pewną ilość przypadków nieoperacyjnych lub nawrotowych raka odźwiernika, odbytu i sutka, leczonych przy pomocy wstrzykiwań mieszaniny bromku radu i mezotoru. Dodatnie wnioski tych autorów zostały następnie potwierdzone przez Legueu, Marsana i Flandrina, którzy w ten sposób leczyli guzy pęcherza (1923). Darget^{e)} jest zdania, że guzy pęcherza, w górnym jego odcinku, należy leczyć na drodze zabiegu przy pomocy cystektomji. Natomiast guzy pęcherza, w dolnym jego odcinku, należy leczyć radem, po uprzedniej cystostomji, przyczem autor ten zastosował w kilku przypadkach wstrzykiwania mieszaniny, używanej przez poprzednich autorów.

Powstawanie guzów i radjoczynność.

Zagadnienie to, wywołujące rozległe debaty, przekracza ramy niniejszego artykułu; tem niemniej postaramy się w krótkich słowach zapoznać z nim czytelnika.

Bouvet⁷⁾ jest zdania, że rak jest skutkiem, pozostałością, uprzedniego stanu zakaźnego, w następstwie którego tworzy się odpowiedni teren, na którym pewne drobnoustroje, np. paciorkowce, mogą przez pewien rodzaj symbiozy mikrobowo-komórkowej stworzyć komórkę rakowatą; jad rakowaty, będący pochodzenia wewnętrznego, jest wytwarzany przez tę właśnie komórkę.

Według tegoż autora dalsze badania w tym kierunku są niezbędne dla wykazania prawdziwości i możliwości tej współpracy pewnej zasady żywotnej (drobnoustroju) i odpowiednio przystosowanej komórki, która może ulec pewnemu odchyleniu od swego rozwoju normalnego.

Prowadzi to do pojęcia nowotworu jako wyniku naruszenia równowagi fizyko-chemicznej protoplazmy komórkowej przez miejscowy odczyn elektroniczny. Dlatego też zupełnie naturalnym wydaje się ustalenie równowagi przy pomocy pierwiastków o charakterze radjoczynnym.

Byłoby niezmiernie ciekawe odtworzenie i wznowienie prac Z w a a r d e m a k e r a, C a m p b e l l a i W o o d a (1907) nad radjoczynnością rubidu, a zwłaszcza potasu. W jaki sposób należy wyjaśnić, że potas i sód, tak bardzo zbliżone pod względem budowy, gdyż każdy z nich posiada jeden elektron wolny, posiadają taki wpływ na komórkę żywą, że stosunek K:Na wydaje się być stosunkiem prostym aktywności tkankowej. Nie należy zapominać, że każdy z tych pierwiastków posiada swój układ planetarny elektronowy tak ułożony, że każda z jego orbit odpowiada pewnej określonej energii; różnym perturbacjom odpowiadają określone energie, mogące doprowadzić do wyników biologicznych wręcz przeciwnych. Być może, że w tych warunkach można by uzyskać dodatnie wyniki lecznicze przez działanie na nowotwory połączeń magnezu lub ołowiu; nie ulega wątpliwości, że pierwiastki te odgrywają niedwuznaczną rolę w analizie lub syntezie żywej materji.

Własności fizjologiczne radu i różne jego działania.

Promienie α są wybitnie bakterjobójcze, hamują one lub wstrzymują rozwój kultur bakteryjnych, najczęściej spotykanych w schorzeniach chirurgicznych lub wewnętrznych: gronkowce, paciorkowce i b. coli. Własności bakterjobójcze, będące czynnością zarówno jakości jak i ilości promieniowania, są tem szybsze im kultura jest młodsza i podlega prawu kwadratu z odległości; siła ta zmniejsza się z postępem czasu wskutek rozpadu ciała radjoczynnego. Działanie bakterjobójcze jest wybiórcze w odniesieniu do zarazka; środowisko kultury nie ulega zmianom i posiada w dalszym ciągu wartość odżywczą dla nowych zarodków

G a l l i i F o a ⁸⁾ starali się użytkować własność bakterjobójczą w przygotowaniu dużej ilości szczepionek. Badania ich dotyczyły głównie gronkowców złocistych oraz szczepionki gronkowcowej.

Otrzymane wyniki są zachęcające: doświadczenia wykazały, że zwierzęta szczepione przy pomocy szczepionek radowanych okazują większą odporność na zaszczepienie śmiertelnej dawki drobnoustrojów, od zwierząt szczepionych jedynie szczepionką Wrighta.

Fischer i Wohlers (1927) używają surowicy radjoczynnej żelatyno - lizyny kadmowo - wapiennej, zawierającej emanację radową. W czternastu przypadkach ciężkich zakażeń (posocznica paciorkowcowa, dur brzuszny, bronchopneumonia), wstrzykiwania były dobrze znoszone przez chorych i wykazały szybki spadek ciepłoty oraz poprawę stanu ogólnego. Jaki jest wpływ promieni radjoczynnych na prątki Kocha?

Opinie są bardzo podzielone. Według Renona działanie to nie ma znaczenia aczkolwiek jest pożyteczne, gdyż może wzmocnić siły obronne ustroju, niezbędne do zwalczania wogóle zakażenia.

R. Castagne w niedawno ogłoszonej pracy, podaje wyniki uzyskane przy zastosowaniu promieniowania radjoczynnego w schorzeniach gośćcowych: w goście kręgosłupa, w przewlekłym goście zwykłym lub zniekształcającym, w goście ze wzmożoną skazą moczanową, we wtórnych zaburzeniach stawowych po płonicy, spondylos. rhizomel. Na 36 przypadków jedynie trzy przypadki dały wynik ujemny, w pozostałych stwierdzono stałą poprawę, zależną od nasilenia cierpienia; poprawa zaznaczała się w pierwszym rzędzie zmniejszeniem bólów, co w wyniku prowadziło do zwiększenia ruchliwości i jednocześnie poprawy ogólnego stanu.

Leczenie przy pomocy radu zastosowano również w całym szeregu innych schorzeń; otrzymane wyniki są różne, są one bardziej lub mniej dodatnie w schorzeniach kobiecych, w schorzeniach nerwowych, w schorzeniach ocznych, w schorzeniach krwi i t. p.

Jeżeli, zgodnie z naszym założeniem, zapoznać się z siłą promieniotwórcą, z punktu widzenia fizycznego, i zwrócić uwagę na złożoność oraz niezmierną zmienność zjawisk, które są związane z żywą materją, to można zrozumieć jak wiele zagadnień z dziedziny radjoczynności w biologji jest dotychczas nieznanych, a rozwiązanie których należy do przyszłości.

O LIPOIDACH

Prof. Dr. WŁODZIMIERZ LINDEMAN.

I. ROLA LIPOIDÓW W BUDOWIE I CZYNNOŚCIACH ZARODZI.

Jeszcze w początku bieżącego stulecia nie było najmniej wątpliwości, że prawdziwą substancją życiową, nosicielem wszystkich cech odróżniających żywą materię od martwej jest białko. Przekonanie to, którego początku trzeba szukać w poglądach humoralistów pierwszej połowy XIX st., zostało mało zmienione w czasach narodzin celularnej patologii Virchowa oraz w ciągu następnego okresu promiennego rozwoju biologji, w drugiej połowie XIX wieku. Niejasne, nieokreślone ściślej pojęcie „*białko*“, odpowiadające raczej wymaganiom terminologii chemicznej, zastąpiono tylko przez morfologiczny termin zaródź, wprowadzony w brzmieniu greko-łacińskim „*protoplasma*“ względnie francuskim „*sarcode*“ przez słynnych botaników Hugo von Mohla i Dujardina w r. 1845 (względnie 1841). Protoplazmę, z punktu widzenia chemicznego, prawie utożsamiono z białkiem i wszystkie inne składniki żywej komórki zaliczano do martwych, przypadkowych domieszek.

Pogląd ten zdawał się być potwierdzonym przez liczne badania fizjologiczne i fizjologiczno-chemiczne. Niema żywej substancji roślinnej ani zwierzęcej, której zasadniczą część nie tworzyłoby białko. W przemianie materji białko odgrywa rolę końcowego celu syntezy organicznej dla roślin oraz jest jedynym źródłem azotu dla zwierząt. Życie zwierząt jest niemożliwe bez stałego dopływu gotowego białka. Słynny fizjolog Pflüger wystąpił

kiedyś z teorią, według której nawet sama istota życia polega na różnicy w chemicznej budowie białka, które w żywym stanie jest pochodną nietrwałego rodnika cjanowego, a w białku martwym — trwalszego rodnika aminowego. Jeżeli teoria powyższa nie została uznana, to tem nie mniej sam fakt możności jej powstania świadczy o tej roli, którą przypisywano białku. Wynika to z brzmienia nazwy, którą otrzymały wszystkie pochodne białka. Nazwano je *proteinami* od greckiego słowa $\Pi\rho\omicron\tau\epsilon\acute{\iota}\nu$ — być pierwszym, najważniejszym.

Nic więc dziwnego, że wszystkie tajemnicze objawy życiowe, łączono z własnościami, względnie losami, białka. W czasach *Virchowa* i jego następców, zmiany komórkowe, zwane zwyrodnieniami, rozpatrywano jako swoisty rozkład białka. Białko lub jego pochodne były jeszcze niedawno jedynymi antygenami, ciałami wywołującymi odczyny odpornościowe w ustroju; białko było jedynem ciałem, według którego oceniano wartość produktów spożywczych w życiu codziennem.

Czy jednak taka wyłączna przewaga roli białka odpowiada rzeczywistości? Czy istotnie mamy prawo uzależniać czynności życiowe zarodki od samego białka? Odpowiedź na te pytania daje do pewnego stopnia stan współczesnej wiedzy o czynnościach życiowych zarodki oraz o fizyczno-chemicznych jej własnościach, wyjaśnionych dzięki postępom chemii koloidalnej.

Badania chemiczne i morfologiczne wykazały, że w żywej zarodki znajduje się oprócz ciał proteinowych pewna ilość innych ciał, posiadających fizyczno - chemiczne własności podobne do tłuszczów, noszące nazwę *lipoidów*. Niekiedy lipoidy tworzą duże nagromadzenia w zarodki, zwykle jednak domieszka lipoidów jest znikomo mała i rola ich jest odmienną od roli proteinów, tworzących główną masę żywego ciała. Ustalono, że lipoidy posiadają pierwszorzędne znaczenie w powstawaniu własności życiowych komórki i dlatego stały się w teoretycznych rozważaniach ważnemi współzawodnikami białka. Lipoidy są przede wszystkim podstawą budowy, czyli organizacji żywej materji, czynnikiem morfogenetycznym. Praca niniejsza jest próbą wyjaśnienia tego ich znaczenia. Rola lipoidów w zasadzie jest skutkiem swoistego ich udziału w tworzeniu się mieszanin koloidalnych.

Z tego punktu widzenia mamy całkowite prawo traktować lipoidy tak samo, jak proteiny, t. j. jako zasadniczą substancję życiową.

Z punktu widzenia koloidalno-chemicznego żywa zaródź, a więc każda żywa komórka, ponieważ jest to jedyna postać, w której występuje w przyrodzie żywa zaródź, jest wielofazowym koloidem, lub raczej bardzo złożoną mieszaniną całego szeregu takich wielofazowych koloidów, tworzących to, co nazywamy morfologicznymi składnikami komórki, jej *organellami*.

Organelle są mniej więcej oddzielonemi częściami ogólnej masy zarodki, różniącemi się swoistemi cechami mikrochemicznymi i morfologicznymi. Organelle istnieją nie tylko pod postacią wyraźnych układów, zawartych w utrwalconym i zabarwionym preparacie mikroskopowym, lecz tworzą również składniki żywej i czynnej komórki, chociaż stwierdzenie ich istnienia w tych ostatnich warunkach, nie zawsze bywa prostem i łatwym zadaniem, nawet przy zastosowaniu najdoskonalszych metod współczesnej biologii doświadczalnej.

Nie należy zapominać, że dominujący dotychczas pogląd na budowę żywej materji wogóle a szczególnie na budowę żywej komórki, opiera się na badaniach, wykonanych na martwym materiale, w przeważnej ilości przypadków pobranym, nawet świadomie, z trupów zwierząt, względnie odciętych kawałeczków roślin, poddanych działaniu specjalnych odczynników chemicznych, zwanych środkami utrwalającymi. Środki te wywołują natychmiastową śmierć żywych tkanek i strącają ich składniki proteinowe w postaci jednolitego strątu, podobnego do galarety. Ta galareta pod wpływem nowych odczynników staje się bardziej zwięzłą, zmienia swą objętość, kurczy się i w takim stanie nadaje się do otrzymywania cienkich skrawków, potrzebnych do wykonania badań mikroskopowych. W większej ilości przypadków osiągnięta tym sposobem zwartość nie jest wystarczająca i dla otrzymania odpowiednio cienkich skrawków staje się koniecznem zamrożenie materiału, przyczem nieuniknionem jest uszkodzenie jego budowy, wskutek powstających przytem kryształków lodu, które rozrywają tkankę. Zabiegi jeszcze bardziej złożone polegają na przepajaniu materiału ciałami

nadającymi się do otrzymywania skrawków, jak mydło, galareta z żelatyny, parafina, celoidyna i t. p.

Przy opracowywaniu materiału mikroskopowego nieuniknionem jest stosowanie zabiegów, skierowanych do całkowitego usunięcia wody, do czego służy zwykle stężony (100%) alkohol etylowy lub metylowy, co z konieczności łączy się z ekstrakowaniem całego szeregu składników chemicznych zarodki. Dla przepojenia celoidyną, niezbędny jest eter lub aceton, zwiększający działanie przenikające. Dla zastosowania parafiny jest niezbędne użycie tak zwanych środowisk pośrednich, które są równocześnie rozpuszczalnikami alkoholu i parafiny. Są to płynne węglowodory aromatyczne: benzol, toluol, ksylol, względnie olejki eteryczne: anilina, kresol i t. d. Otrzymane w ten sposób cienkie skrawki podlegają badaniom albo razem z ciałami (celoidina), którymi są przepojone, albo ciała te muszą być ponownie usunięte (parafina), co osiąga się za pomocą nowego działania rozpuszczalników na preparat i kolejnego zastąpienia ich jednego przez drugi, dopóki preparat nie będzie się znowu znajdował w wodzie i nie zostanie w mniej więcej złożony sposób zabarwiony. Zabieg ten w wielu przypadkach jest połączony ze stosowaniem nowego szeregu odczynników chemicznych: bejc, kwasów, środków różniczkujących i t. d. Aby być zdatnym do badania mikroskopowego i nabrać odpowiedniej przezroczystości, preparat podlega jeszcze t. zw. prześwietleniu, zastąpieniu wody, względnie alkoholu przez silnie przełamujące światło środowisko smoły, np. balsam kanadyjski.

Nie ulega żadnej wątpliwości, że skład chemiczny i własności fizyczne tak obrobionego skrawka, są zupełnie odmienne od pierwotnych cech żywej, a następnie zabitej tkanki. Czy jednak pozostaje zachowany obraz budowy optycznej? Czy nie badamy w ten bardzo złożony sposób nie prawdziwą budowę żywej materji, lecz tylko sztucznie wywołaną przez nasze zabiegi? To zasadnicze zagadnienie, od rozwiązania którego zależą losy mozolnej pracy naukowej ostatniego półwieku, losy całej współczesnej morfologii mikroskopowej, było podnoszone nie jednokrotnie i zostało dokładnie opracowane w sposób doświadczalny przy końcu ubiegłego stulecia przez A. F i s c h e r a (1899) (*Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas*). Do-

świadczenia F i s c h e r a polegały na strąceniu koloidalnych rozczynów proteinów za pomocą używanych w histologii płynów utrwalających i badaniu powstałych przy tem strąków. Otrzymane obrazy porównywano z obrazami żywej zarodki.

Doświadczenia F i s c h e r a oraz licznych późniejszych badaczy (p. artykuł G ü n t h e r a H a r t w i g a: *Möllendorf's Handbuch der mikroskopischen Anatomie Bd. I Die lebendige Masse*) pokazały, że w ten sposób można otrzymać ziarnistości rozmaitej postaci siateczki i włókienka, które są niekiedy bardzo podobne do obrazów spotykanych w utrwalonej zarodki komórek, lecz w żadnym razie nie udaje się otrzymać z jednolitej masy rozczyntu koloidalnego, czegoś podobnego do komórek i ich organelli.

Należy stwierdzić, że chociaż obraz widziany pod mikroskopem w sztucznych preparatach nie jest identyczny z obrazem, który przedstawia stosunki rzeczywiste, to jest on tem nie mniej zależny od jakiejś struktury istniejącej w żywej komórce w chwili jej utrwalaania. Różnica obrazów, otrzymanych z prawidłowo zabitej, zdrowej komórki, utrwalonej natychmiast i komórki wziętej z rozkładającego się materiału lub pochodzącej z chorej, stopniowo obumierającej tkanki, świadczy, że dla powstania właściwego obrazu komórki jest niezbędny cały szereg swoistych warunków.

Rozpatrując stan prawidłowo zabitej komórki, jako prostą nekrozę, przeciwstawiamy jej nekrozę koagulacyjną, występującą w razie poprzedniego przyżyciowego strącenia białek komórki oraz nekrozę kolikwacyjną, skutek poprzedniego rozpuszczania składników morfologicznych w płynie wewnątrz komórkowym. Podobne zmiany występują również w przypadku dłuższego rozkładu pośmiertnego.

Najlepszym sprawdzianem właściwego wyglądu obrazów, występujących tak jaskrawo w utrwalonych i zabarwionych preparatach, jest stosowana już oddawna metoda badania żywych komórek, względnie tkanek. Metoda ta, najstarsza ze wszystkich, gdyż stosowana w okresie wprowadzenia mikroskopu, jeszcze przez L e u w e n h o o k'a była później zaniedbana. Metoda powyższa może być stosowana z powodzeniem w niewielkiej stosunkowo tylko ilości przypadków — w razie badania wolno

żyjących komórek pierwotniaków, wolnych komórek innych ustrojów, jak komórek krwi, wędrujących komórek tkanki łącznej, komórek płciowych, cienkich błonek pozostających w łączności z ustrojem i t. p. Próby badania odciętych kawałeczków, względnie skrawków żywych tkanek, przedewszystkiem w sztucznych warunkach przy dodawaniu jodserum (amniotycznego płynu z dodaniem jodu) lub fizjologicznego roztworu soli kuchennej, zawsze są połączone z występowaniem objawów stopniowego obumierania i wyraźnej zmiany budowy. Prawdziwy postęp histologii rozpoczyna się od czasu wprowadzenia sztucznych metod wyżej omówionych.

W ostatnich czasach, poczynając od prac Carrela i Harrisona (1911), zajęto się zagadnieniem sztucznego hodowania żywych tkanek. Eksplantaty są to nieco zmienione anaplastyczne tkanki (najczęściej embryonalnej) rozrastające się obficie na odpowiednich podłożach (skrzep osocza krwi). Eksplantaty okazały się bardzo cennym materiałem dla badań, lecz jest wątpliwe, jak słusznie podkreśla A. Fischer, czy budowa tych bardzo zmienionych przez niezwykle warunki otoczenia komórek, jest taka sama jak w tkankach normalnych. Dla zasadniczych cech, różnice te posiadają mało znaczenia.

Podstawy budowy komórki roślinnej i zwierzęcej ustalono właśnie przy pomocy tej prymitywnej metody, która została dotychczas jedyną prawdziwą kontrolą rzeczywistych spostrzeżeń, otrzymanych w inny sposób. Przy pomocy tej metody ustalono pierwszy schemat (schemat Schwan na) komórki jako żywej jednostki, składającej się z otoczki, masy zarodki z wodniczkami, jądra i jąderka.

Przy pomocy tej metody stwierdzono obecność rzeczywistą chromozomu, odmienne własności powierzchniowej warstwy zarodki oraz istnienie w zarodki mitochondrji i aparatu Golgiego, odgrywających prawdopodobnie bardzo ważną rolę fizjologiczną.

Istnienie organelli nie ulega żadnej wątpliwości zarówno jak i złożona budowa komórki, zawierająca narządy zróżniczkowane i należycie przysposobione do pełnienia poszczególnych czynności.

Z tego punktu widzenia komórka jest jednostką życiową. Podobnie do tego, jak złożone czynności życiowe jakiegoś zwierzęcia należy uważać jako wspólną czynność wszystkich jego narządów, tak również komórka wykonywuje czynności, które są niedostępne dla poszczególnych jej składników morfologicznych. Czy należy stąd wnioskować, że komórka jest też najprostszym ośrodkiem życia, granicą rozdzielczości żywej materii? Powrócimy jeszcze do tej sprawy, a teraz zastanowimy się nad morfologią komórki w łączności z jej budową koloidalną.

Zaródź jest koloidem. Znaczy to, że jest ona mieszaniną kilku samodzielnych faz, obojętnych ciał w znaczeniu chemicznym. Każdy koloid składa się conajmniej z dwóch faz: wewnętrznej czyli *dyspersowanej* i zewnętrznej czyli *dyspersującej*. — Jeżeli mieszanina tych faz jest dyspersowana do tego stopnia, że poszczególne cząsteczki, zwane obecnie micellami, są istotnie oddzielone jedna od drugiej za pomocą fazy dyspersującej, to mówimy o solach, czyli roztczynach koloidalnych, jeżeli natomiast skutek tych lub innych przyczyn, obecności elektrolitów, względnie zmiany naładowania elektrycznego, pewnych zmian budowy molekularnej pod wpływem odczynników chemicznych, podniesienia względnie obniżenia temperatury, micelle poczynają łączyć się, tworząc większe cząsteczki, to powstaje strącenie dyspersowanej fazy w postaci kropelek, galarety, ziarnistości lub kłacek. Rozczyn koloidalny przybiera postać tak zwanego żela, czyli podlega *denaturacji*. Powstałe wskutek denaturacji cząsteczki mogą składać się z samej tylko dyspersowanej fazy. Tego rodzaju koloidy nazywamy *hydrofobowymi*, jeżeli faza dyspersująca jest wodą, *lyofobowymi* o ile chodzi o jakikolwiek rozpuszczalnik wogóle. W innych zaś przypadkach, strąt powstający przy denaturacji, zawiera pewną domieszkę otaczającego płynu, t. j. fazy dyspersującej. Tego rodzaju koloidy nazywano koloidami hydrofilowymi lub lyofilowymi. Wielofazowe koloidy mogą zawierać jednocześnie w stanie dyspersowanym tak lyofilowe, jak też lyofobowe składniki. Rozpuszczalnik ten jest zawarty w cząsteczce strątu w tej samej postaci, jak w prawdziwym roztynie, t. j. przybiera on, jak również i strącone ciało, budowę drobinową i tworzy dlatego tylko jedną fazę. Przemiana sola w żel może być procesem nie-

odwracalnym, jak na przykład strącenia białka przez gotowanie, jak również odwracalnym, jak tworzenie się galarety przy oziębieniu roztworu żelatyny. Stosownie do tego, czy dyspersowane ciało posiada cechy ciała stałego lub płynnego, mamy koloidalne roztwory dwóch rodzajów *suspensoidy* i *emulsoidy*. Suspensoidy są przeważnie koloidami lyofobowymi, emulsoidy — lyofilowymi. Roztwory koloidalne, zwłaszcza suspensoidy, np. koloidalne roztwory metali, są, w przeciwieństwie do prawdziwych roztworów jednofazowych (molekularnych lub zjonizowanych), roztworami bardzo nietrwałymi. Posiadają one, jak mówi B e c h h o l d, swoją krzywą życiową. Chwila osiągnięcia najwyższego stopnia dyspersji jest narodzinami koloidu, chwila nieodwracalnej denaturacji — jego śmiercią. Jest to, rozumie się, tylko porównanie poetyckie; być może, że w tych własnościach koloidów mamy istotnie najprostsze przejawy kategorii zjawisk, które w najwyższym swoim rozwoju stają się treścią życia. Nie zapominajmy, że żywa materja zawsze posiada własności koloidalne.

Znikoma domieszka hydrofilowego koloidu do nietrwałego, łatwo podlegającego denaturacji suspensoidu, nadaje mu większą trwałość.

Takie domieszki, zwane *koloidami ochronnymi* (Schuttkolloide), zwykle pochodne proteinów, są zawsze obecne w mających praktyczne znaczenie suspensoidach metali, np. suspensoidów srebra.

Takie mieszane koloidy, w których ta sama faza dyspersująca rozdziela dwie fazy dyspersowane — hydrofobową i hydrofilową, tworzą najprostszy przykład koloidów wielofazowych.

W przypadku wielofazowych koloidów, faza zewnętrzna, czyli dyspersująca jest wspólną dla całego szeregu faz dyspersowanych. Z tego nie wynika jednak, żeby była ona zawsze chemicznie czystym ciałem, np. czystą wodą. Może ona zawierać nie raz w stanie rozpuszczonym dowolne domieszki, o ile tylko te domieszki nie działają na stopień dyspersji innych faz znacznie wzmocnionej denaturacji. Mieszaniny kilku roztworów koloidalnych z niejednakowymi fazami dyspersującymi, istniejące również w rzeczywistości, przedstawiają z powodu specjalnych swoich cech szczególne znaczenie. W takich przypadkach mamy

najprostsze stosunki, gdy dwa, nie mieszające się płynne ciała mogą tworzyć również emulsoidy, w których w jednym przypadku dyspersji podlega jeden, a w drugim — inny składnik, w zależności przede wszystkim od stosunku ilościowego ich zawartości w mieszaninie.

Tłuszcz płynny (oliwa) i woda mogą tworzyć emulsje względnie emulsoidy różnego stopnia dyspersji, w których fazą dyspersowaną jest tłuszcz. Są to białe płyny, podobne do mleka. W razie zwiększenia zawartości tłuszczu, płyn ten staje się gęstszym, podobnym do śmietanki, i nareszcie mieszanina staje się prawie sztywną. W pewnym momencie jednak, przy dalszym podnoszeniu zawartości oleju, faza dyspersowana — olej osiąga taką zawartość, że staje się naodwrot fazą dyspersującą: powstaje emulsja z wody, zawieszonej w oleju, i mieszanina staje się znowu płynną, przyczem ta płynność wzrasta w miarę zwiększania się stosunku oleju do wody. Zmiany te występują w sposób wyraźny. Emulsja, w której dyspersującą fazą jest roztwór wodny elektrolitów, jest drobnym przewodnikiem prądu i traci tę własność natychmiast z chwilą, gdy fazą dyspersującą stanie się olej. Okruszyna barwnika, rozpuszczalnego w wodzie, barwi całą mieszaninę, dopóki fazą dyspersującą jest woda, i nie barwi emulsji, w której woda stała się fazą dyspersowaną. Odmienne zjawiska obserwuje się w razie wprowadzenia barwnika, rozpuszczalnego w tłuszczu. W mieszaninach koloidów każda z zasadniczych faz może ze swej strony być roztworem koloidalnym. Innymi słowy, zamiast dyspersującego roztworu jednofazowego (wody w przypadku mieszaniny wody i oliwy), fazą dyspersującą może stać się roztwór białka, lub gumy arabskiej, a fazą dyspersowaną może być suspenzoid z płynnego tłuszczu i jakiegokolwiek sterynu lub innego lipoidu, mało rozpuszczalnego w tłuszczu.

Taką złożoną budowę posiadają prawdopodobnie wszystkie biokoloidy — składniki zarodki.

Zasadniczą własnością wszystkich koloidów jest ich zdolność obniżania napięcia powierzchniowego na granicy, gdzie taki roztwór koloidalny styka się z innym ciałem: powietrzem, płynem lub stałym ciałem. W tym przypadku następuje wyraźne nagromadzenie dyspersowanej fazy na granicy, gdzie

stopniowo podnosi się jej stężenie, a następnie powstaje cieniutka, jednocielarna błonka, zwana *pelikulą*. W koloidach, których skład jest podobny do tylko co omówionej mieszaniny oliwy z wodą, mogą powstawać powierzchniowe otoczki, oddzielające, na przykład, kroplę takiej koloidalnej mieszaniny od otaczającej wody oraz krople koloidalnych roztworów nieco odmiennego składu wewnątrz takiej kropli; jest to pewnego rodzaju budowa tej kropli.

Te własności mieszanin koloidalnych posłużyły już dla szeregu badaczy, z których najwięcej znanym jest R h u m b l e r, za podstawę do licznych doświadczeń ze sztuczną produkcją wielu zjawisk, uznawanych dotychczas za niewątpliwie życiowe: ruchy, fagocytoza, nawet karjokineza w środowisku świadome martwem. Te same własności powodują powstanie mikroskopowo cienkiej piany mydlanej, która służyła w swoim czasie, jako podstawa słynnej teorii B ü t s c h l i e g o budowy protoplazmy.

We wszystkich tych przypadkach mamy zawsze koloidy, w skład których wchodzi, jako lyofobowe składniki, te lub inne ciała, podobne do tłuszczów, zwane *lipoidami*, lub nawet płynne tłuszcze — oleje. Stosownie do tego, jest bardzo prawdopodobnem, że i w żywej zarodki znajdują się odmienne koloidy niepodlegające natychmiastowemu zmieszaniu, wskutek obecności w ich składzie hydrofobowych składników, zwłaszcza lipoidów. Czynność, której skutkiem jest powstawanie pewnej struktury w tych mieszaninach, pochodzenia sztucznego, oraz przypuszczalnie również organizacji żywej komórki, nazywa się właśnie czynnością *morfogenetyczną*. W ten sposób lipoidy stają się podstawą budowy zarodki.

Taka budowa, już z samej zasady, nie może jednak być trwałą. Zmienia się ona co chwila, w zależności od zmian napięcia powierzchniowego, zamiany solów na żele, zmiany stopnia dyspersji, jonizacji, rozkładu składników organicznych, które mogą być bardzo nietrwałymi ciałami i t. d. Stosownie do tego, morfologia koloidalnych mieszanin, pozostawiając nawet na uboczu zagadkowe czynności życiowe, musi być bardzo zmienna i obraz tej budowy powinien przybierać co chwilę nowy wygląd.

Taki może być więc stosunek pomiędzy zmiennymi obrazami, których musimy się spodziewać przy badaniu nie tylko żywej ko-

mórki, lecz każdego wielofazowego koloidu, a sztywnym, niepodlegającym dalszym zmianom obrazem preparatu mikroskopowego, o ile nie jest on artefaktem, w całkowitem znaczeniu tego słowa.

Stosunek jest mniej więcej taki, jaki istnieje pomiędzy spostrzeganiem zjawiska w ciągu pewnego czasu i jego momentalną fotografią. Podobnie jak zdjęcie momentalne z filmu kinematograficznego, nie dając wrażenia całości wyświetlanego zjawiska, może jednak dać pojęcie o względnie niezmiennem tle tego obrazu, tak również pojedynczy obraz preparatu mikroskopowego może posłużyć za podstawę do wyrobienia sobie pojęcia o zasadniczych cechach budowy żywej komórki w najwięcej typowej chwili jej istnienia. Płynne, ciągle zmieniające swą postać koloidy żywej zarodki, sztywnieją w preparacie mikroskopowym w postaci już nie zmieniających się gel, z zachowaniem zasadniczego podobieństwa do budowy, jaką miały w chwili zabicia komórki.

Dlatego morfologiczny schemat, wynikający z badania utrwalonych preparatów mikroskopowych nie jest pozbawiony znaczenia jako podstawa do wnioskowań ogólnie biologicznych. Schemat ten wyraźnie różni się od prymitywnego schematu czasów Sch w a n n a.

Weźmy jako współczesny schemat zestawień najnowszych danych w orjentacyjnym rysunku z książki W i l l s o n a „*The Cell in Developement and Inheritance*“, której ostatnie wydanie zjawilo się w r. 1925.

Idealna komórka posiada otoczkę prawdziwą; błonkę, która pozostaje po usunięciu zawartości komórki. Jest ona bardzo wyraźna w komórkach roślinnych i w jajkach niektórych zwierząt. W przeważnej części komórek zwierzęcych błonki tej brak. Pod tą błonką leży, omówiona wyżej zasadnicza cecha budowy koloidalnej, *pellicula*, pod którą leży bardziej zwarta, więcej obfitująca w micle koloidalne, powierzchniowa warstwa zarodki, czyli *ektoplazma*. Pozostała masa zarodki tworzy *endoplazmę*, koloidalną masę, w której na preparacie utrwalonym występuje budowa siateczkowa, względnie piankowa. Wewnątrz endoplazmy znajduje się ściśle ograniczona masa odmiennego, (prawdopodobnie), koloidu, oddzielona również błonką, *karyoplazma* czyli jądro (*nucleus*), w której możemy odróżnić

sieć, względnie włókienka nieprawidłowej postaci z *oksychromatyny* (czyli *lininy*), podtrzymującą drugą sieć z *bazochromatyny*. Zawartość pęcherzyka, w którego postaci występuje jądro, tworzy koloidalny, bezpostaciowy na preparacie płyn *karyoenchylema*. Ciało podobne do substancji tworzącej otoczkę, jądra (*amfipireninę*) zwaną *pyreniną*, w pewnych przypadkach występuje wśród tych sieci pod postacią samodzielnego ciała — prawdziwego jąderka (*nucleolus*). Tak zwane *rzekome jąderka*, spotykane również w niektórych jądrach, są tylko większymi nagromadzeniami bazochromatyny.

Oprócz jądra, każda komórka zawiera jeszcze inne narządy oraz tak zwane bierne domieszki, noszące ogólną nazwę *paraplazmy*, pojęcie obejmujące wszystkie nieżywe składniki komórki.

Jądro oraz zawarte w niem jąderko, są w przeważnej ilości przypadków łatwe do wykrycia, nie tylko w zabarwionym i utrwalonym preparacie, lecz również w komórkach żywych, natomiast inne narządy nie zawsze łatwo zauważyć i wykrycie ich wymaga specjalnych zabiegów. Tem nie mniej w pewnych przypadkach udało się nawet ich przyżyciowe wykrycie i nie ulega wątpliwości, że mamy w tym przypadku do czynienia nie z prawdziwymi stałymi składnikami komórki.

Najważniejszym ze składników jest aparat, służący do rozdzielenia komórki w chwili jej mnożenia się, noszący nazwę *archoplazmy*. Przedstawia on złożoną sieć włókień, wychodzących z dwóch ośrodków, znajdujących się na biegunach komórki. Wewnątrz tego ośrodka, zwanego *centrosferą*, znajduje się mała okruszynka — *centrosoma* czyli *centriola*. Poza okresem mnożenia się w komórce daje się zauważyć tylko centrosfera, leżąca obok jądra i zawierająca jedną lub, częściej, dwie centriole, powstałe z rozdzielenia się jednej, pozostałej od czasów poprzedniego rozdzielenia się komórki. Centrosfera w postaci jasnej, pozbawionej ziarnistości plamki, na tle ziarnistej zarodki występuje dość wyraźnie nawet w niektórych żywych komórkach, najwyraźniej w jajkach stworzeń wodnych, w pierwszych okresach fragmentacji.

Drugim, również stałym składnikiem zarodki są tak zwane *mitochondrje*, które tworzą w komórce samodzielny aparat *chondriomę*. Są to drobne ziarenka, układające się zwykle w dość

długie łańcuszki, względnie nici, rozsiane w zarodki. Podobne jak archoplazma są one, według przekonań przeważnej części autorów, składnikami żywymi i łatwo podlegają zanikowi w warunkach niedogodnych do życia, np. powolnych zatruciach zarodki. Dla stwierdzenia ich obecności w preparacie mikroskopowym potrzebne są specjalne metody utrwalenia oraz różniczkowanie przy pomocy barwników.

Stosunkowo łatwo dają się one wykryć w sztucznych hodowlach tkanek (według Carrela) przy pomocy przyżyciowego zabarwienia. Barwią się one szeregiem barwników anilinowych, lecz właściwym odczynnikiem na obecność mitochondrji w żywym ustroju jest *janusgrün*, stosowany w bardzo słabych roztworach. Należy przypuszczać, że mitochondrje zawierają sporą domieszkę lipidów.

Trzecią organellą, zwykle niewidzialną w preparacie nieutrwalonym i dlatego uważaną przez wielu badaczy za artefakt, jest aparat Golgiego, który daje się niekiedy wykryć w żywych komórkach przy pomocy przyżyciowego barwienia barwnikiem *neutralroth*. Ciało, z którego składa się, być może, że tylko częściowo, ten aparat, sądząc ze stosunku do kwasu osmowego, zawiera sporą domieszkę lipidów. Jest to najdelikatniejsza ze wszystkich organelli, znika ona w każdym kwaśnym płynie utrwalającym, (a takie są najczęściej używane) i daje się wykryć tylko przy pomocy impregnacji srebrem lub kwasem osmowym.

Pokrewnym z aparatem Golgiego jest, rozpowszechniony przeważnie w zarodki roślinnej, „*vacuom*“, ciało tworzące ścianki lub raczej wewnętrzną otoczkę pewnej części wodniczek, tak pospolitych w komórkach roślinnych, oraz tak zwane *tonoplasty*, ziarenka znajdujące się w zarodki u wielu pierwotniaków, oraz w komórkach narządów wydzielniczych, które to ziarenka następnie przetwarzają się w wodniczki. U wyższych pierwotniaków (*Ciliata*) takie wodniczki posiadające zdolność rytmicznej pulsacji są stałymi organellami. Przypuszczalne powinowactwo „*vacuom*” z aparatem Golgiego opierano na podstawie prawie jednakowego ich zachowania się wobec *neutralroth* przy barwieniu przyżyciowym.

Paraplazma, martwe składniki komórki oraz produkty czynności zarodki, znajdujące się pomiędzy komórkami pod postacią ciał międzykomórkowych, które posiadają również prawie zawsze charakter koloidalny, nie odgrywa czynnej roli w objawach życiowych i pozostaje dlatego domieszką bierną. Jako taka jest ona zawsze dość łatwo widoczna w żywych i martwych komórkach. W wielu jednak przypadkach tworzenie się takiej paraplazmy jest ściśle połączone z obecnością pewnych różniczkowanych tworów protoplazmatycznych, noszących nazwę *plastów*. Plasty są zdolne do mnożenia się i posiadają pewne cechy życiowe. Są one ośrodkami nagromadzenia pewnych gatunków świadomie martwych paraplazmatycznych materiałów, które biorą następnie udział w czynnościach życiowych. Stosownie do roli tych plastów rozróżniamy wśród składników paraplazmatycznych dwa zasadnicze ich typy: twory *rezydualne* i t. zw. *ergastoplazmę*.

Twory rezydualne są to pozostałe w komórce resztki zużytych materiałów trawiennych lub końcowe produkty przemiany materji, często mające charakter krystalicznych, ściśle określonych związków chemicznych, jak to rafidy z szczawianu wapnia w niektórych komórkach roślinnych, lub krystaliczne nagromadzenia ciał purynowych w ciałku tłuszczowym owadów. Rezydualna paraplazma przybiera niekiedy postać barwników, jak na przykład barwnik, powstający w komórkach pasorzyta zimnicy przy jego schizogonji. Często takie nagromadzenia, zależnie od fagocytozy, są wynikiem dostawiania się tych domieszek z zewnątrz. Barwnik, wytworzony przez pasorzyta zimnicy może następnie okazać się nie w komórce pasorzyta, lecz w zarodki leukocytów krwi, w przypadkach melanemji oraz w glejowatych komórkach ośrodkowego układu nerwowego.

Ergastoplazma jest miejscem tworzenia się wszystkich swoistych produktów komórki: wszystkich jej sekretów tak pochodzenia zewnętrznego, jak i wewnętrznego oraz miejscem nagromadzenia pokarmów, niezbędnych dla komórki jako materiału palnego, względnie źródła dalszych syntez. Produkty te albo gromadzą się w tych plastach będąc w gotowym lub mało zmienionym stanie, albo są stworzone przez te plasty kosztem zupełnie odmiennych, z punktu widzenia chemicznego, materiałów.

Procesy pierwszego rodzaju nazywają się *zjawiskami transportu*, drugiego — *zjawiskami infiltracji*. Transport często bywa połączony ze zmianą dyspersji, jak to mamy w przypadku transportu tłuszczowego, względnie dehydratacji i polimeryzacji, jak to występuje w pierwszym okresie nagromadzenia polisacharidów — skrobi i glikogenu.

Paraplazma wewnątrzkomórkowa nazywa się również *metaplazmą*. Metaplazma, składająca się z pokarmów, nosi nazwę *deutoplazmy*. Po za plastami i produktami ich czynności, oraz prawdziwymi organelami, pozostałą masę zarodzi tworzy bezkształtny, niezawierający widocznych pod mikroskopem cząsteczek koloidalny płyn — *hyaloplazma*. Dla płynu tego powinniśmy uznać również istnienie pewnej metamorfotycznej budowy, lecz budowa ta leży już poza granicą naszej analizy morfologicznej.

Reasumując dotychczasowe wiadomości o budowie komórki musimy stwierdzić, że z punktu widzenia chemii koloidalnej budowa ta przybiera mniej więcej następującą postać:

zasadniczym materiałem, z którego jest stworzona komórka, jest bezpostaciowy koloid, składający się z mieszaniny hydrosoli proteinowych. Dyspersującą fazą jest roczyn wodny elektrolitów, przeważnie chlorków sodu i wapnia z domieszką soli potasu i magnezu, nasycony do pewnego stopnia tlenem i bezwodnikiem kwasu węglowego i zawierający znikomą zawartość kwasu ortofosforowego. Dzięki pewnej domieszce lipidów, znajdujących się również pod postacią koloidalnej dyspersji i w tej samej fazie dyspersyjnej, na powierzchni tego koloidu powstaje, jako pierwsze zróżniczkowanie strukturalne — *ektoplazma*. Ektoplazma zawiera więcej lipidów zupełnie nierozpuszczalnych w wodzie, podobnych do cholesterolu i jej estrów oraz ciał rozpuszczalnych, podobnych do lecytyn lub ciał mogących odgrywać rolę rozpuszczalników dla wody, jak nienasycone kwasy tłuszczowe i ich glicerydy. Dzięki temu że lipidy są rozpuszczalne, jeden w drugim oraz w tłuszczach, mieszaniny tych suspensoidów i emulsoidów mogą ciągle zmieniać swoje własności i odgrywać rolę czynnika regulującego przepuszczalność ektoplazmy. Ektoplazma jest pokryta błoną. Wewnątrz hyaloplazmy znajdują się inne koloidy, z których pewna część napewno jest w stanie gelu, jak na przykład chromosomy i zdolne do kurczenia się włó-

kienka achroplazmy. W postaci gelu znajdują się również takie organelle, jak jąderko i plasty. Własności specyficzne koloidów, zdolność ich zachowania swej postaci i nie mieszania się z innymi koloidami w jednolitą masę, jest prawdopodobnie zależna od swoistego ich składu i od zawartości lipidów w stanie koloidalnej dyspersji. Takimi swoistymi koloidami są ciała tworzące aparat Golgiego oraz mitochondrje.

Z tego zarysu można już wnioskować, że lipidy są w komórce równie ważnymi czynnikami jak białko i że życie nie tylko jest ściśle związane z koloidalną budową materji, lecz że żywy koloid (*biokoloid*) winien zawierać dyspersowane lipidy, które jako czynnik morfogenetyczny są niezbędnym warunkiem organizacji.

Zawartość lipidów w zarodki oraz we wszystkich płynach, pochodzących z ustroju i zawierających proteiny, nadaje tym płynom, tkankom i wolnym komórkom pewne cechy nie mniej doniosłe, niż ich własności morfogenetyczne.

Według współczesnych danych, lipidy odgrywają poważną rolę w następujących zjawiskach fizjo- i patologicznych, których znaczną część dotychczas rozpatrywano wyłącznie jako zależną od własności proteinów:

1. w krzepliwości krwi, w zjawisku hemolizy, w szybkości opadania krwinek, a nawet w intensywności fagocytozy leukocytów (istota działania opsoninów),

2. w wyżej wspomnianej przepuszczalności żywych komórek, względnie tkanek, rozmaitych ciał, regulujących takie czynności, jak resorpcja wogóle, szybkość działania i dawkowanie trucizn i przede wszystkim działanie narkotyków (*Teoria narkozy Overton- Mavera*) oraz w znacznej części zjawisk, które nazywamy obecnie *cyto-, histo- i organotropizmem trucizn*,

3. w zjawisku odporności. Lipidy niewątpliwie odgrywają w wielu przypadkach rolę haptenów i antygenów i biorą udział w całym szeregu odczynów odpornościowych, jak np. w odchyleniu dopełniacza (*odczyn Wassermana*),

4. w całym szeregu zjawisk, połączonych z przemianą materji.

Rola ich została niezbiecie ustalona w procesach wzrostu i rozwoju tkanek, przede wszystkim tkanki kostnej oraz ich znaczenie jako witamin. Witamina D, (naświetlona ergosteryna), hormon jajnikowy Butenandt'a, karotyna (witamina A), witamina E, — są lipidami albo ciałami zbliżonymi do lipidów. Specjalne znaczenie posiadają pewne lipidy (fosfatydy) w przemianie w ustroju fosforu, będące prawdopodobnie najważniejszym jego źródłem.

5. w pewnych toksycznych i antytoksycznych działaniach i związanych z toksycznym działaniem zmianach chorobotwórczych. Obok ustalonych w sposób doświadczalny swoistych zmian naczyń, podobnych do aterosklerozy, obserwowanych w zatruciach cholesteryną oraz pewnych postaci złośliwej anemii, wywołanej dożylnym wprowadzaniem lecytyny, mogą również występować samodzielnie powstające choroby. Są to nagromadzenia dużych ilości lipidów (przeważnie cerebrozydów) w śledzionie — zwane *chorobą Gaucher*, *chorobą Naumanna — Picka*, których treścią jest nagromadzenie się swoistych fosfatydów w ustroju, oraz *chorobą Schüller-Christiana*, wywołującą zmiany w szkielecie, powodowane gromadzeniem się lecytyny i cholesteryny.

Na podstawie tych danych dochodzimy do wniosku, że rola lipidów jest, z punktu widzenia biologicznego, nie mniej ważną w tłumaczeniu zjawisk życiowych, niż rola protein i że obecnie uwaga całego świata naukowego skierowaną jest właśnie na te ciała. Dowodzi tego niezliczona ilość prac, tyjących się tych spraw, ogłoszonych w ciągu ostatnich lat.

Streszczenie piśmiennictwa Magistres'a w „*Ergebnisse der Physiologie*“, dotyczącego tego zagadnienia, obejmującego tylko pewną jego część, omawia 689 źródeł. Zestawienie Dietricha i Klecberga (*Erg. d. All. Path.* Bd. XX 1924), tyjące samych tylko spraw morfologicznych, obejmuje 599 źródeł.

Spróbujemy ze swej strony dać krótki zarys znaczenia lipidów, jako składników zarodki, zatrzymując się przede wszystkim na fizjologicznej stronie tego zagadnienia, na roli lipidów jako czynnika życiowego.

Przedewszystkiem zastanówmy się nad morfologią lipidów i nad ich rozmieszczeniem w komórce i w ustroju. Pomimo, że lipoidy są, jak to wynika z omówionych już wyżej szczegółów budowy komórki, niezbędnymi stałymi składnikami każdej zarodki, rozmieszczenie ich jest bardzo nierównomierne. Są narządy obfitujące w lipoidy, jak układ nerwowy, nadnercze, gonady, wątroba, nerka, szpik kostny, śledziona, oraz organy zawierające małe ich ilości: mięśnie, chrząstka, ścięgna. W komórce lipoidy obfitują w ektoplazmie i w aparacie Golgi'ego. Przy ocenie tych danych trzeba pamiętać, że wyniki badań morfologicznych prawie nigdy nie odpowiadają badaniom chemicznym, oraz, że posiadamy obecnie tylko bardzo prymitywną, niewystarczającą metodykę dla określenia obecności i zawartości lipidów, występujących zawsze jako bardzo złożone mieszaniny licznych różnorodnych ciał, złączonych jedynie wspólnymi cechami fizykochemicznymi, jak: rozpuszczalność w pewnych rozczynnikach organicznych i zdolność do tworzenia z fazą wodną rozczyńców koloidalnych. „Stopień dyspersji” i trwałość tych koloidów są bardzo znaczne, dlatego oddzielne micelle tych koloidów pozostają poniżej widzialności mikroskopowej i w przeważnej ilości przypadków są niedostępne dla ustalenia lipidów jako takich przy pomocy odczynów mikrochemicznych wewnątrz tkanek i komórek. Niekiedy obecność tych dyspersowanych lipidów staje się przyczyną swoistych stosunków do pewnych odczynników, jak zdolności do redukcji kwasu osmowego lub łączenia się z bejcami, jak np. solami chromu i miedzi w niektórych specjalnych metodach barwienia ośrodkowego układu nerwowego (metoda Wejgerta), zwykle takie dyspersowane lipoidy pozostają niedostępnymi dla badań morfologicznych.

Jak wiadomo granica dyspersji molekularnej (liczba Loschmidta) wynosi $d = a \cdot 10^{-22} \text{ cm}$, gdzie a jest liczbą mniejszą od 10. Najsilniejszy mikroskop nie może dać obrazów cząsteczek mniejszych od $100 \mu \mu (= a \cdot 10^{-4})$. Ultramikroskop daje możliwość spostrzegania t. zw. submikronów ($6 - 140 \mu \mu = a \cdot 10^{-4}$ do $a \cdot 10^{-6}$). Cząsteczki mniejsze od $a \cdot 10^{-6}$ są zupełnie niewidzialne.

Dyspersja koloidów odpowiada zwykle rozmiarowi submikronów (t. j. średnicy 6 — 140 μ).

W innych przypadkach lipoidy lub obfitujące w nie mieszaniny gromadzą się wewnątrz zarodki, tworząc większe skupienia paraplazmatyczne i stają się wtedy dostępnymi dla mikrochemicznych badań. W postaci takich złożeń paraplazmatycznych, podobnych do złożeń deutoplazmatycznych, lipoidy występują jako normalny składnik w komórkach kory nadnerczy, nerki (przedewszystkiem u niektórych zwierząt, jak np. kota). w komórkach Leydiga i Sertoliego w jądrze, w komórkach wątroby i t. d. — Lipoidy są zwykłą domieszką tłuszczu, gromadzącego się w komórkach przy przemianie tłuszczowej, jak to było ustalone przezemnie jeszcze w r. 1900 dla tłuszczowo zwyrodniałego serca ludzkiego, a nieco później przez Wolkego, dla narządów psów zatrutych fosforem. Lipoidy, które tworzyły dyspersowaną fazę koloidów zarodki występują również przy procesach nekrobiotycznych pod postacią drobnej ziarnistości, barwiącej się kwasem osmowym na czarno i dającej odczyny na tłuszcz. Zjawisko to, które polega na denaturacji odnośnych koloidów, występuje w narządach (skóra, nerka, wątroba), przechowywanych w warunkach aseptycznych przy tak zwanej autolizie, np. przy przechowywaniu narządów w stężonym roztworze soli kuchennej i jest treścią tak zwanej metamorfozy tłuszczowej, zwykle w połączeniu z transportem tłuszczowym. Wątpliwe jest, czy lipoidy, w ścisłym znaczeniu tego terminu, t. j. jako ciała, należące do steryn, fosfatydów i cerebrozydów, są rzeczywiście stałymi składnikami tłuszczu deutoplazmatycznego, gromadzącego się w złożeń tłuszczowych (tkance tłuszczowej podskórnej, szpiku kostnym). Być może, że obecność w nich pewnych domieszek lipoidów, jest skutkiem ekstrahowania rozpuszczalnikami organicznymi (eter, czterochlorek węgla, siarczek węgla), wraz z tłuszczem i tych domieszek z tkanek, albo wskutek tego, że płynny tłuszcz, przy ogrzewaniu ekstrahuje te domieszki z tkanek. W przypadkach, w których mamy do czynienia z tłuszczami innego (nie deutoplazmatycznego) pochodzenia, domieszka lipoidów jest zjawiskiem prawie stałym.

W warunkach patologicznych, omówionych wyżej, mamy do czynienia z nagromadzeniem specjalnych lipoidów niekiedy pra-

wie w czystym stanie, w których to przypadkach występują wyraźnie swoiste dla nich odczyny mikrochemiczne. W takich przypadkach może być mowa o lipoidalnych zwyrodnieniach, np. zwyrodnieniu cholesterynowem. Odczynnikami, służącymi do ustalenia zwyrodnień są badania w świetle polaryzowanym, swoiste zabarwienia przy stosowaniu odpowiednich czynników i wreszcie wyługowanie tych ciał pewnymi rozpuszczalnikami, o których będziemy mówili niżej przy rozważaniu chemji lipidów.

Badanie w świetle polaryzowanym daje możliwość odróżnienia ciała posiadającego własność podwójnego złamania światła od ciał pozbawionych tej własności, t. zn. substancje izo i anizotropowe. Wśród lipidów, własności anizotropizmu posiadają głównie estry cholesterynowe, które są również najczęściej spotykane w ogniskach zwyrodnień lipoidalnych. W tym przypadku mamy przy zwykłym oświetleniu, względnie przy równoległe ustalonych pryzmach Nikola aparatu polaryzacyjnego, rozsiane w zarodki, błyszczące ziarenka lub kropelki. Przy skrzyżowanych pryzmach Nikola, ziarenka te pozostają widoczne jako błyszczące kropki na ciemnym tle, natomiast w przypadku czysto tłuszczowych tworów, kropki te stają się niewidzialnymi.

W dobrze sformowanych kropelkach (płynnych kryształach) estrów cholesterynowych przy skrzyżowanych pryzmach Nikola występuje wyraźny ciemny krzyż. Zjawisko to, jak i anizotropja, jest zależna od swoistej krystalicznej budowy i dlatego zanika przy ogrzewaniu preparatu powyżej punktu topliwości tych estrów i zjawia się znowu przy obniżeniu temperatury. (K a w a m u r a. *Die Cholesterin-verfettung*, Jena 1911). Anizotropowemi są, oprócz estrów cholesterynowych, cerebrozydy i lecytany (nie zawsze).

Co się tyczy stosunków, występujących przy barwieniu preparatów, to trzeba przede wszystkim pamiętać, że lipoidy są wogóle rozpuszczalne w roztworach organicznych i dlatego preparaty używane do takich badań muszą być otrzymane bez stosowania alkoholu, eteru, chloroformu, acetonu, ksyłolu i t. p. oraz że roztwory barwiące, muszą być pozbawione zdolności rozpuszczania lipidów. Dlatego odczyny te są możliwe do wykonania tylko na preparatach z nieutrwalonego świeżego materiału albo po utrwaleniu formaliną lub dwuchromianem potasu. Ostatniego

rodzaju utrwalanie zamienia pewne lipoidy (lecytany) w ten sposób, że stają się one nierozpuszczalnymi w eterze, na czym polega specjalna metoda ich wykrycia (metoda C i a c i o). Barwniki, używane do wykrycia lipoidów należy podzielić na takie, które barwią wszystkie ciała tłuszczowe oraz na takie, które barwią tylko pewną ich część.

Uniwersalnymi barwnikami, barwiącymi wszystkie tłuszcze, lecytynę oraz estry cholesterynowe są pewne azobarwniki, mianowicie *sudan III* i *scharlach R*. Barwią one na kolor pomarańczowy (*sudan*), lub na czerwony (*scharlach R*) wszystkie te ciała oraz ich mieszaniny, o ile są one w stanie płynnym, t. j. powyżej punktu ich topliwości. Inne barwniki jak *neutralroth* i *nilblausulfat* są barwnikami swoistymi dla kwasów tłuszczowych i glicerydów. Nilblausulfat barwi glicerydy na czerwono, kwasy tłuszczowe na błękitno również jak i ostatnią część tkanki, zawierającą lecytynę — na fioletowo. Cholesteryna pozostaje niezabarwioną, jej estry barwią się słabiej od tłuszczów. Do wykrycia lecytyny i innych fosfatydów służy metoda C i a c i o — wyługowanie innych lipoidów, poza nierozpuszczalnym związkiem lecytyny z kwasem chromowym, eterem, lub siarczkiem węgla i następnie barwienie scharlachem.

Pewne lipoidy (lecytany i cerebrozydy) pod wpływem działania kwasu chromowego, soli miedzi i, w pewnych warunkach, soli kadmu, stają się nierozpuszczalnymi w eterze i alkoholu i nabierają własności bardzo intensywnego barwienia się hematoxyliną i nie oddawania tego barwnika przy działaniu t. zw. płynów różniczkujących. Na tem polega oddawna znany sposób W e i g e r t a barwienia myeliny w preparatach ośrodkowego układu nerwowego. W sposobie W e i g e r t a preparat utrwalony w kwasie chromowym i bejcowany solami, barwi się hematoksyliną, a następnie podlega zróżniczkowaniu przy pomocy mieszaniny rozczywnów żelazicjanku potasu i boraksu.

(Dokończenie nastąpi).

REDAKTOR Dr. S. OTOLSKI

Wydawca: Przemysłowo-Handlowe Zakłady Chemiczne Ludwik Spiess i Syn, Sp. Akc. — Warszawa

Zakł. Druk. F. Wyszyński i S-ka, Warszawa, Warecka 15.

LUATOL

(Nr. reg. 372).

BISMUTO - WINIAN - SODOWO - POTASOWY
w ROZCZYNIE WODNYM

po 0,1 g. w 1 cm.³



WSKAZANIA: Kiła i choroby wywoływane przez krętki.

SPOSÓB STOSOWANIA: Głębokie wstrzykiwania do mięśniowe.

Pudełko zawiera 10 ampulek po 1 cm.³

PRZEMYSŁOWO-HANDLOWE ZAKŁADY CHEMICZNE
LUDWIK SPIESS I SYN
SP. AKC. — WARSZAWA