

O budowie leukocytów oraz o podziale ich jąder u jaszczurów.

Przez

M. Siedleckiego.

~~~~~  
(Z tablicą I).

~~~~~  
Rzecz przedstawiona na pos. Wydz. mat.-przyr. z d. 1 kwietnia 1895.
Ref. czł. Rostański.

I. WSTĘP.

Dawna teorya, postawiona przez Remaka, według której nowe komórki miały powstawać przez proste przewężenie się jądra i ciała komórki macierzystej, upadła, gdy badania dokładniejsze wykazały, że podczas podziału zasadnicze składniki ustawiają się w komórce w charakterystyczne (karyokinetyczne, mitotyczne) figury, służące do tego, aby się wszystkie jej części dostały w równej ilości do nowo powstających, potomnych. Po tem epokowem odkryciu nastąpił okres w literaturze, podczas którego starano się udowodnić, że wspomniany powyżej podział karyokinetyczny jest jedyną formą rozmnażania się wszystkich komórek. Lecz wkrótce zaczęły się ukazywać prace, twierdzące, że obok powszechnie przyjmowanego, karyokinetycznego, istnieje jednak także pierwotny sposób podziału przez proste przewężenie się, podział amitotyczny, który dla niektórych komórek ma równe znaczenie fizyologiczne jak karyokineza.

Wielu autorów z Arnoldem na czele starało się jednak wykazać, że i to proste przewężenie się może być połączone z różnymi objawami

w jądrze, które pozwalają na rozdzielenie rzeczonoego rodzaju rozdziału na dwie kategorie. Pierwszą z nich, tak zwaną segmentację, charakteryzować miały stałe płaszczyzny, oznaczające to miejsce, gdzie przewężenie jądra miało nastąpić; cechą dla drugiej, tak zwanej fragmentacji, była możliwość podziału w którymkolwiek punkcie jądra. W miarę jak podczas któregośkolwiek z wymienionych objawów zachodziła lub też nie zachodziła zmiana w ilości i ułożeniu chromatyny, charakteryzowano powyżej wspomniane sposoby dzielenia się jako proste lub pośrednie.

Na dowód ich istnienia miały służyć przedewszystkiem komórki olbrzymie i leukocyty w tkankach bądź normalnych, bądź patologicznych, na których Arnold i cały szereg jego zwolenników badania swoje przeprowadzali. Wyniki tych badań napotkały jednak niebawem na silny opór. Dopóki prace, popierające lub też zbijające istnienie amitozy uwzględniały jedynie same jądra — Arnold i inni stosunków w plazmie nie uwzględniali prawie zupełnie — dopóty dyskusja obracała się wśród przypuszczeń, których ani stanowczo udowodnić, ani też ostatecznie zbić nie było można. Im bardziej jednak zaczęła się wysuwać na pierwszy plan rola, jaką plazma odgrywa w komórkach zarówno podczas spoczynku, jak i karyokinezy, tem bardziej zaczęto odczuwać, że na tem polu należy szukać głównych argumentów za amitozą lub przeciw niej. Nie brak też już prób pod tym względem.

Ponieważ badania komórek przynoszą nam prawie codziennie nowe odkrycia, tyjące się plazmy i jej stosunku do jądra i ponieważ obiecywałem sobie, że po zastosowaniu ich do zbadania amitozy otrzymam nowe wyjaśnienia w tej sprawie, przeto postanowiłem za namową prof. Kostaneckiego zbadać zachowanie się leukocytów, a mianowicie tych form, które wrzekomo miały przedstawiać podział amitotyczny. Za przedmiot mych badań wybrałem leukocyty jaszczurów, ponieważ ich wielkość pozwala badać nawet najsubtelniejsze stosunki wśród plazmy. Cała wątroba tych zwierząt pokryta jest warstwą wspomnianych komórek, przeto materiały na preparaty brałem głównie z tego organu.

Jest to ten sam przedmiot, który badał Göppert. Autor ten opierał zapytrywania Arnolda, opierając się jednak wyłącznie na obrazach jądra badanych komórek, a ignorując zupełnie ich plazmę. Temu zupełnie odmiennemu sposobowi badania przypisuję też głównie, że wyniki mych studyów stoją w najzupełniejszej sprzeczności z jego twierdzeniami.

Do obrobienia tego tematu zabrałem się za wskazówką prof. Kostaneckiego, któremu też za jego chętną i łaskawą pomoc winienem na tem miejscu wyrazić najgłębsze podziękowanie.

Badałem leukocyty otaczające w kilku warstwach całą zewnętrzną powierzchnię wątroby jaszczurów. Materiał do preparatów brałem przeważnie z salamandry (*Salamandra maculosa* Laur.) i traszki (*Triton cristatus* Laur. i *T. taeniatus* Schn.), w ostatnich zaś czasach dostałem materiał z axolotla (*Siredon pisciformis* Shaw.). Komórki tych zwierząt nie różnią się zupełnie co do struktury, okazują natomiast znaczne różnice wielkości i to w stosunku wprost proporcjonalnym do wielkości zwierząt.

Małe kawałki zewnętrznej warstwy wątroby utrwaląłem przeważnie w sublimacie (skoncentrowanym w 0·6% roztworze soli kuchennej), zauważyłem jednak, podobnie jak i M. Heidenhain, że odczynnik ten daje czasami, bez widocznych przyczyn znaczne artefakty. Lepsze i pewniejsze usługi oddawała mi mieszanina 2 części sublimatu i 1 części 3% kwasu azotowego. Dla uwidocznienia promieni plazmatycznych utrwaląłem preparaty w mieszaninie równych części sublimatu i 1% kwasu osmowego, a następnie dawałem je w całości do octu drzewnego. Do porównania używałem preparatów utrwalanych w roztworze Flemminga lub w 1% kwasie osmowym.

Barwiłem preparaty albo w całości, hematoksyliną (hemat. crist. $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ % przez 12–24 godzin, a 1% przez 4–12 godzin zależnie od wielkości przedmiotu), a później podbarwiałem skrawki na szkiełku w eozylinie lub fuchsynie z dodatkiem orange G.; albo też zatapiałem preparaty niebarwione, a później barwiłem skrawki przeważnie metodą Heidenhaina. Metoda ta polega na tworzeniu się czarnego strątu pod działaniem pewnych soli żelazowych, zwłaszcza zaś siarkanu żelazowo-amonowego, na hematoksylinę. Osad ten jest w nadmiarze soli żelazowej rozpuszczalny, a ma tę własność, że okazuje znaczne powinowactwo do chromatyny jądra i do centrosomów. Jeżeli tedy działamy na preparaty najpierw solą żelazową, później zaś hematoksyliną, to otrzymamy wewnątrz skrawka czarny osad, który znów, przez powtórne działanie soli żelazowej, można w dowolnym stopniu rozpuścić. Przy tem najpierw znika czarna barwa z plazmy, pozostawiając natomiast jądro i centrosom intensywnie zabarwiony, a pod dalszym działaniem można doprowadzić do tego, że odbarwi się, przynajmniej w części, także i jądro. Wówczas na tle prawie jasnym pozostają same tylko centrosomy. Czystość i dokładność w uwidocznieniu centrosomów można podnieść przez poprzednie odebranie reszcie komórki możności łączenia się z osadem hematoksyliny, a to przez zabarwienie jej takim barwikiem, który równocześnie plazmę i jądro uwidoczni (np. bordeaux lub anilinblau). Osad tworzący się w komórce (za następnym działaniem żelaza i hematoksyliny) połączy się tylko z tą jej częścią, która poprzedniego barwika nie

przyjęła, a więc z resztą chromatyny i przede wszystkim z centrosomami. Powtórne działanie żelazem rozpuszcza całkowicie małą ilość osadu w jądrze i plazmie, a pozostawia bardzo ostry obraz centrosomów. Do barwienia jądra i centrosomów ta metoda jest zdaniem mojem z dotychczasowych najlepsza.

Dla uwidocznienia struktury plazmy używałem eozyny, fuchsyny S, mieszaniny tych barwików z orange G, lub zakwaszonego rozczynu trzech barwików (metylgrün, fuchsyny S i orange G), znanego pod nazwą mieszaniny Ehrlicha-Biondiego. Do tego samego celu służyła mi wprowadzona przeze mnie modyfikacja metody Heidenhaina, to jest zabarwienie skrawków hematoksyliną i mlekanem żelazawym; odczynniki te tworzą zmieszane z sobą czarny osad nierozpuszczalny w nadmiarze mlekanu. Skrawki poddawałem działaniu wodnego rozczynu mlekanu (zgęszczony rozczynek mlekanu rozproszony równą ilością wody destylowanej) przez 2—4 godzin, i barwiłem je rozpuszczoną w wodzie hematoksyliną krystaliczną (rozczynek koloru jasno-winnego), kontrolując równocześnie w słabym powiększeniu stopień zabarwienia preparatów. Metoda ta jest dość trudna, gdyż przebarwić preparaty bardzo łatwo, jednak w razie pomyslnym daje wspaniałe obrazy struktury plazmy w komórecie.

Przed zatopieniem przeprowadzałem preparaty przez alkohol o zwiększającej się zwolna koncentracji (30%, 50%, 70%, 90% i absolutny, każdy przez 24 godzin, z dodatkiem tynktury jodowej, jeżeli utrwalenie było sublimatowe), dalej przez olejek bergamotowy i mieszaninę olejku i parafiny; samą zaś parafinę kilkakrotnie zmieniałem. Skrawki, najczęściej seryalne, krajałem grubo na 3—5 μ , w rzadkich wypadkach na 7 μ .

II. P l a z m a.

Limfatyczny brzeg wątroby u jaszczurów jest to pokład leukocytów, wyścielających w kilku warstwach całą zewnętrzną powierzchnię tego organu. Warstwy te graniczą z jednej strony z komórkami wątroby, z drugiej zaś z błoną otrzewną tego organu, i wypełniają całą przestrzeń między nimi. Zazwyczaj znajduje się 3—6 i więcej warstw, dotykających ściśle komórek wątrobowych, a między sobą także dość ciasno ułożonych. Jednak po wolnej przestrzeni, występującej od czasu do czasu wśród pokładu komórek i po wypustkach, jakie z niektórych komórek odchodzi, poznać można, że nie mamy tu do czynienia z tkanką, lecz tylko z luźnym nagromadzeniem komórek bez istoty międzykomórkowej. To też niektóre z nich odłączają się od całej gromady i można je spotkać bądź w ścianach, bądź też nawet w świetle naczyń krwio-

nośnych, do których niezawodnie przechodzą. Leukocyty, leżące w samym brzegu wątroby, zachowały także swoją zdolność do samodzielnych ruchów, gdyż widać tu i owdzie wypustkę odchodzącą między inne komórki, jednak prawdopodobnie zdolności tej mało lub całkiem nie używają. Jeżeli obszerność miejsca na to pozwala, to komórki te przybierają postać kulistą, która niezawodnie jest dla nich zasadniczą i pierwotną, zwykle jednak wskutek ciasnego ułożenia kontury ich są nieregularne i kanciaste, na końcach jednak zaokrąglone, a wypustki, jeżeli są, nie są nigdy typowo rozgałęzione, jak to jest cechą komórek wędrownych.

Znaczna liczba komórek dzielących się, a stosunkowo bardzo mała ilość degenerujących pozwala przypuszczać, że w tym limfatycznym brzegu wątroby odbywa się rozmnażanie leukocytów, które stąd do organizmu przez naczynia się dostają.

W stanie spoczynku plazmy widać nadzwyczaj typowe obrazy struktury komórki; dlatego też opisywało je wielu badaczy. Wprawdzie wszystkie studia nad nią odnosiły się do leukocytów nie pochodzących z limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów, jednak w zasadzie jest ona zupełnie podobna do plazmy innych leukocytów.

Rozróżniam w niej dwie części, jedną posiadającą wybitne ułożenie promieniste, grającą główną rolę podczas podziału komórki, biorącą na się objawy ruchu wśród komórki samej, a zatem *plazmę czynną* (protoplazma, archoplazma, kinoplazma, Mitom, Filarmasse), drugą zaś niemającą tych wszystkich własności i biorącą bierny udział w objawach ruchu wewnątrz komórki lub podczas podziału — *plazmę bierną* (Deutoplazma, Paramitom, Interfilarmasse). Nie chcę wprowadzać osobnych polskich wyrazów na te dwa rodzaje plazmy i postugiwać się będę nazwami najczęściej używanymi w literaturze, t. j. *archoplazma* i *deutoplazma*, z tego głównie powodu, że malują one najdobitniej istotę tych obu gatunków.

Archoplazma w leukocytach limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów wygląda zupełnie podobnie jak ją w swych pięknych rysunkach przedstawił M. Heidenhain. W całej komórce znajdujemy promienie, które wychodzą od środka i dążą ku brzegowi tak, że można je śledzić aż do ostatnich prawie granic. Płóść ich jest bardzo znaczna tak, że całość, zwłaszcza ku środkowi, wygląda jak jedna masa, mająca strukturę promienistą; ku brzegom jednak, gdzie odstęp między promieniami są znacznie większe niż w pośrodku, rozróżnić można każdy z nich z osobna. Wypełniają one prawie całą komórkę i przebiegają mniej więcej prosto; znajdujące się na drodze jądro omijają, lekko się przy tem zakrzywiając. Jeżeli jednak trafi się, że jądro jest podzielone

na kilka płatów, połączonych wązkimi paskami, lub jeżeli posiada otwór na wylot tak, że przybiera kształt pierścieniowaty, promienie przebiegają wtedy przez środek otworu lub miejsca przewężonego i wypełniają je całkowicie (fig. 2 i 4). Nigdy jednak nie mogłem zauważyć, by promienie doszedłszy do jądra przyczepiały się bądź to do błony jądrowej, bądź też do pojedynczych chromosomów. Obraz podobnego stosunku często widzieć można (fig. 1), przypuszczam jednak, że polega to tylko na złudzeniu, gdyż promienie, doszedłszy do ścian jądra mogą się skrzywić lub ominąć przeszkodę w jakikolwiek bądź sposób, dostrzedz tego jednak wskutek słabego zwykłe zabarwienia promieni prawie niepodobna. Nadzwyczaj wyraźnie występują promienie omijające jądro na preparatach, barwionych metodą Hermanna, zmodyfikowaną przez prof. Kostaneckiego, o której wspominałem, omawiając metody. Preparaty, utrwalone w sublimacie z 1% kwasem osmowym i zabarwione później w całości octem drzewnym, dają nadzwyczaj charakterystyczny obraz. Jądro pozostaje jasne, natomiast plazma nabiera barwy szaro-brunatnej, a równocześnie występuje w niej bardzo wyraźnie struktura promienista; wskutek ciemnego zabarwienia można widzieć promienie, przebiegające nad lub nawet pod jądrem. Widziałem też nieraz, jak promienie, wychodzące od środka i dążące ku brzegom komórki, zaginały się łukowato i przebiegając tuż przy jądrze lub ponad nim tak, że prawie dotykały jego ścian, omijały je jednak zupełnie i nie łączyły się całkiem z błoną jądrową, ani też do jądra nie wnikały. Jest to dowodem, że w czasie spoczynku komórki nie wchodzi one zupełnie w połączenie bezpośrednie z jądrem i stanowią część plazmy, działającą na jądro tylko przez zetknięcie. W tym punkcie zgadzam się zupełnie z M. Heidenhainem, który także nie stwierdza przyczepienia się promieni do jądra, a na dowód ich samodzielności przytacza spostrzeżenia, które w zupełności potwierdzić mogę. Gdybyśmy sobie wyobrazili, że choćby tylko pojedyncze promienie do jądra się przyczepiały, to podczas ruchu amebowatego komórki, podczas którego i jądro i cały system promieni znacznie się przesuwa, musiałyby promienie, do jądra przyczepione, uleść znacznym zmianom, pokrzywiłyby się nieregularnie lub nawet przerwały. Jest jednak faktem dawno znanym, który na podstawie mych preparatów potwierdzić mogę, że mimo najsilniejszych ruchów i najróżnorodniejszych zmian kształtu komórki, przebieg promieni pozostaje zawsze regularny, najczęściej prosty, czasem tylko łukowato wygięty. Powtórę widać często, że przez zbyt bliskie przysunięcie się jądra do centrum, z którego promienie wychodzą, część z nich rozsuwa się, tworząc niejako lukę w całej masie promieni, co przecież nie byłoby możliwe, gdyby promienie miały zdolność wnikania do jądra. Wreszcie

często widać, jak od jądra odstaje plazma tak, że między niemi tworzy się przestrzeń o zupełnie gładkich ścianach, bez żadnych wypustek przez jej środek idących i dążących od jądra do promieni plazmatycznych.

W ostatnich czasach wystąpił Reinke z zarzutami przeciw tym dowodom i z wnioskami wysnutymi na podstawie spostrzeżeń, poczynionych nad komórkami w podziale będącymi. Pierwszych dwóch dowodów, wyżej wymienionych, wcale nie dotyczą jego zarzuty, natomiast gładkie wydźwignienia między jądrem a plazmą uważa Reinke za sztuczne wytwory, pochodzące z niedość starannego utrwalenia, podczas którego nitki, przebiegające przez nadmienione miejsce, przerwały się. Dalej zaś twierdzi, że połączenie, jakie podczas podziału między plazmą a jądrem istnieje, trwa dalej mimo przejścia jądra w stan spoczynku i widać je jako niteczki, łączące bądź błonę bądź też inne części jądra z protoplazmą.

Że pierwszy z tych zarzutów jest niesłuszny tego dowodem, że w komórkach, które okazują wybitne gładkie wydźwignienia, inne części nawet delikatniejsze zachowane są wzorowo, co przecież nie byłoby możliwe wobec złego utrwalenia, a zresztą choćbyśmy nawet przypuścili niszczące działanie płynu utrwalającego, to i tak na brzegach wydźwignienia jakiś ślad nitek musiałby pozostać; tymczasem zarysy ich są całkiem równe. Połączenia plazmatyczne, jakie podczas podziału istnieją, zdaniem mojem, podczas utworzenia się błony jądra ustać muszą. Wszak jest faktem stwierdzonym, że podczas ostatnich stadyów podziału, jądro, jako całość, wykonywa znaczne ruchy; gdybyśmy więc przyjęli jakiegokolwiek jego połączenia z nitkami plazmy, musiałyby one wśród wspomnianych poruszeń uleść gwałtownym przesunięciom, poprzerywałyby się, a cała plazma byłaby jednym obrazem zniszczenia; wiemy zaś, że jej struktura pozostaje mimo tych ruchów niezmienną. Jest tu więc, zdaniem mojem, dosyć dowodów, stwierdzających faktyczną samodzielność promieni.

Z pośród masy promieni, jakie na preparatach zauważyć można, zdołałem wyróżnić zwykle kilka lub kilkanaście znacznie zgrubionych (fig. 1, 2, 4). Śledzić je można od środka aż do dalekich granic komórki i zauważyć należy, że prócz wspomnianego zgrubienia ani w swym przebiegu ani w całym charakterze nie okazują zupełnie cech, któreby je od innych wyróżniały. Jakie znaczenie tym promieniom przypisać, na razie stanowczo rozstrzygnąć nie mogę. Przypuszczam jednak, że są to może promienie, które, gromadząc w sobie większą ilość protoplazmy, mają przez rozszczenie się wytworzyć nowe, zwykłej grubości. W każdym razie nie mogę ich na równi postawić ze zgrubiałymi wsku-

tek skurczu pękami promieni, jakie Reinke podczas amebowatego ruchu leukocytów zauważył. Tak grubych nitk plazmatycznych ani całych ich pęków uległych skurczowi lub rozprężonych, jak je Reinke rysuje, nigdy spostrzec nie mogłem, może wskutek tego, że leukocyty, które studyowałem, nie poruszały się tak silnie amebowato, jak u Reinkego.

Budowę promieni przedstawił nam bardzo dokładnie M. Heidenhain. Spostrzegł on mianowicie, że każdy promień składa się z szeregu ziarenek — mikrosomów — połączonych ze sobą cienkimi nitkami tak, że na pierwszy rzut oka wydaje się, jakby te ziarenka były tylko zgrubieniami promienia. Wszystkie mikrosomy na wszystkich promieniach leżą w równych odstępach od siebie i są równej wielkości, a wskutek tego, że wszystkie promienie wychodzą od jednego centrum, ziarenka na nich będące tworzą współśrodkowe koła. Taką mikrosomalną budowę promieni, jaką Heidenhain podaje, widziałem także na moich preparatach wyraźnie, nigdy jednak nie zdołałem otrzymać tak wybitnych kół współśrodkowych i ziarenek na promieniach, jak je wspomniany autor rysuje. Pochodzi to prawdopodobnie stąd, że do badań struktury plazmy służyły mi przeważnie preparaty barwione hematoksyliną i mlekanem żelazawym, która to metoda lepiej uwidocznia połączenia mikrosomów na nitce plazmatycznej, niż same mikrosomy. W każdym jednak razie o istnieniu kół współśrodkowych niejednokrotnie przekonać się mogłem (fig. 1 i 3).

Promienie całego systemu radyalnego w plazmie skupiają się ku środkowi coraz gęściej tak, że ich część tuż przy centrum leżąca nabiera innej barwy i wyraźnie od reszty systemu się odróżnia. Jej granicę od pozostałej części promieni stanowi pierwszy szereg zgrubień na promieniach, które w tem miejscu większe są niż inne i stanowią pokład (na przekroju pierścieni) bardzo charakterystycznego wejżenia. Cała ta środkowa część systemu promieni plazmatycznych stanowi tak zwaną sferę atrakcyjną. Na preparatach moich odznacza się ona ciemnym, jednolitem zabarwieniem. Promienie wewnątrz niej nie są niczem innym, jak tylko przedłużeniem promieni plazmatycznych, po całej komórce rozpostartych. Warstwa ziarenek, zwana pokładem van Benedena, a stanowiąca zewnętrzną granicę sfery, występuje zazwyczaj bardzo wyraźnie (fig. 1 i 4), czasem jednak warstwy tej, jako szeregu ziarenek rozróżnić nie można mimo wybitnego odgraniczenia się sfery od reszty promieni. Trafia się to przeważnie na preparatach, barwionych hematoksyliną z mlekanem żelazawym, prawdopodobnie skutkiem tego, że ta metoda, jak już wyżej wspomniałem, nie uwydatnia wyraźnie zgrubień plazmatycznych, choć znowu barwiąc wyraźnie

nitki przyczynia się do ostrego oddzielenia się sfery od reszty promieni. Wśród ciemniej barwiących się promieni wewnątrz sfery zauważyłem niektóre znacznie grubsze; tworzyły one zwykle przedłużenie odpowiednich grubszych promieni zewnątrz sfery. Kształt sfery jest nadzwyczaj różnorodny. Całkiem okrągła (fig. 4) trafia się rzadko, częściej jest eliptyczna (fig. 1), zwykle zaś wieloboczna i to o kątach dość ostrych. Mimo to jednak granulacye na promieniach tworzą zawsze mniej więcej koła współśrodkowe, a nie wieloboki podobne do sfery.

W jednym przypadku widziałem, jak poza sferą utworzył się pierścień dość szeroki, niewykazujący wybitnych ziarenek na promieniach, powstały jednak niezawodnie wskutek zgrubienia w tem miejscu wszystkich promieni równocześnie. Czy to zgrubienie było skutkiem skurczu, czy też nagromadzenia większej ilości granulacyj na nitkach plazmatycznych, tego osądzić nie mogłem; w każdym jednak razie nie był to wytwór odczynników, skoro zresztą tak sfera, jak i cała komórka znakomicie się zachowały. Raczej sądzę, że odpowiada on kilku gęsto przy sobie ułożonym kołom współśrodkowym, które przez to tworzą ogólny obraz pierścienia.

Z powyższego widać, że promienie plazmatyczne, dążące ku jednemu ośrodkowi i wykazujące we wszystkich objawach życia komórki wspólność i równoczesność działania, muszą mieć jakiś punkt przyczepienia, któryby dla nich był ośrodkiem ruchu i ich czynnościami kierował. Takim punktem przyczepienia jest system połączonych ze sobą centrosomów, czyli t. zw. mikrocentrum. Na preparatach, barwionych metodą Heidenhaina lub mlekanem żelazawym z hematoksyliną, występują centrosomy jako 2 lub 3 czarno się barwiące ciała, zazwyczaj okrągłe lub owalne, z ostrymi konturami i z reguły od siebie oddzielone. Czasem widać jednak między nimi połączenie, rodzaj pomostu, który sprawia, że centrosomy, jeżeli są blisko obok siebie położone, wyglądają jakby były zlepione. Jeżeli są 3 centrosomy, to tworzą zwykle trójkącik równoramienny o wielkim kącie nierównym; dwa większe centrosomy, równej wielkości, zajmują wierzchołki kątów równych, trzeci zaś, znacznie mniejszy (Centrosomation, Nebenkörperchen), wierzchołek kąta nierównego. Czterech centrosomów, jak Heidenhain, nie widziałem. Całe to mikrocentrum zajmuje środek sfery atrakcyjnej i jest ostatecznym punktem, ku któremu wszystkie promienie zbiegają.

Wszystkie, powyżej opisane utwory, posiadające charakterystyczną dla siebie strukturę, wypełniają całą komórkę do tego stopnia, że reszta plazmy, choć dość znaczna co do ilości, czasami jest tak nimi przeniknięta, że prawie usuwa się z pod obserwacji. Ta druga część, nie drugi rodzaj plazmy, zajmuje przede wszystkim całą przestrzeń między

promieniami (dlatego Flemming nazwał ją Interfilarmasse, Paramitom) i wszystkie te miejsca komórki, do których promienie dojść nie mogą, a więc całą przestrzeń poza jądrem. Na rysunkach uwidatniłem ją punktami lub delikatnymi kreseczkami, tak się bowiem na pierwszy rzut oka przedstawia. Struktura jej jest jednak bardziej złożona, składa się bowiem z niteczek gęsto powikłanych, które znów same z drobnych ziarenek powstały. Na przekroju, z powodu powikłania tych nitek nie widać często nic więcej jak punkciki, jednak obserwując dokładniej, można ich związek wysledzić. Czy i o ile ta cała masa deutoplazmy ma zdolność do samodzielnego ruchu na zewnątrz lub wewnątrz komórki, o tem będę miał możność powiedzieć obszerniej, kiedy poruszę kwestyę zachowania się komórek z granulacyami, tu tylko dodać mogę, że z tą właśnie deutoplazmą łączą się przeważnie zjawiska, dotyczące przemiany materji, wydzielania i wogóle funkcyi wegetatywnych leukocytów.

III. Jądro.

Jądro w leukocytach limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów zajmuje zawsze to miejsce, gdzie przestwory między promieniami są największe, leży więc zwykle przy brzegu komórki. Jeżeli komórka jest niewielka, a jądro ma więcej niż połowę jej szerokości, to sfera, znajdująca się zawsze po tej stronie, gdzie najwięcej plazmy, przysuwa się tak do niego, że prawie dotyka go swoim brzegiem i zdaje się tak mocno cisnąć, że na jądrze powstaje zagłębienie. Jeżeli jednak komórka jest duża, a jądro stosunkowo niewielkie, to leży ono przy brzegu, a sfera zajmuje sam środek plazmy. Gdy zaś podczas jakichkolwiek ruchów komórki np. amebowatych, położenie wzajemne tych dwu jej części się zmieni, to mają one zawsze dążność do zajęcia takiego położenia, jakie powyżej opisałem.

Fakt to już dawno znany, że między sferą a jądrem istnieje pewien określony stosunek, normujący ich rozmieszczenie w komórce. Flemming np. zaznacza, że w komórkach o jądrze wydłużonem sfera leży zawsze nad miejscem największego przewężenia; podobne spostrzeżenia poczynili także inni autorowie i starali się wzajemny ten stosunek ująć w pewne prawidła. Jednak dopiero M. Heidenhain przez postawienie pewnej prostej teoryi zdołał wytłumaczyć ten ciekawy stosunek i udowodnić, że zależy on od dających się ściśle określić właściwości promieni plazmatycznych (o czem poniżej).

Kształt jądra wspomnianych leukocytów jest nadzwyczaj różny. Wogóle jednak dadzą się wszystkie formy na trzy kategorye podzielić.

Do pierwszej zaliczam jądra okrągłe lub eliptyczne, te najrzadziej występują; drugą stanowią jądra pierścieniowate (Lochkerne), tworzące jednolity krążek, z otworem na wylot w jednym miejscu; ostatnią zaś cały szereg najrozmaitszych kształtów, który znów na dwa rodzaje rozdzielić można: *a*) jądra wałeczkowate, proste lub skrzywione, zgięte w podkowę lub nawet końcami na siebie zachodzące, nigdy się jednak nie zrastające, a wogóle mające w każdym miejscu mniej więcej równą grubość; *b*) jądra w jednym lub kilku miejscach znacznie przewężone, w miejscach przewężenia rozciągnięte, i często tylko cienką, zwykle achromatyczną nitką połączone.

Mimo tak różnorodnego kształtu jądra te mają strukturę wewnętrzną zupełnie jednakową. W jej badanie zapuszczać się nie mam zamiaru tem bardziej, że niejednokrotnie była już opisywaną, wspomnę tylko o kilku szczegółach, ważnych ze względu na zrozumienie następujących wywodów. Zasadnicza substancja jądra, chromatyna, rozdzielona jest przeważnie na jego powierzchni i to w kilku dużych kawałkach, komunikujących zwykle ze sobą zapomocą cienkich chromatynowych lub achromatycznych połączeń. Prócz tego mniej lub więcej chromatyny tworzy drobne nitki i małe ciała, o zarysach zwykle wydłużonych, leżące również przeważnie na powierzchni jądra i połączone z dużymi kawałkami zapomocą wypustek. Ku środkowi dąży tylko niewielka ilość chromatyny. Prócz niej można spostrzedz nieraz delikatne nitki lininowe, przebiegające ku powierzchni lub wśród jądra. Reszta zaś jest wypełniona delikatnem ciałem, na preparatach barwionych metodą Heidenhaina, bezbarwnem, okazującym jednak strukturę nitkowatą, z ziarenkami, wypełniającemi całą wolną, między nitkami pozostałą przestrzeń. To ciało, odpowiada, zdaniem mojem, utworowi, znanemu dawniej jako *s o k j ą d r o w y*, w którym obecnie Heidenhain wykazał strukturę nitkowatą i nazwał je *l a n t h a n i n ą* (oedematyna — Reinke). Na rysunkach uwzględniłem ją jako delikatne kreseczki i punkty¹⁾.

Te trzy główne substancje: chromatyna, linina i lanthanina stanowią zasadnicze składniki, i występują w jednakim stosunku u wszystkich rodzajów jąder bez względu na ich kształt zewnętrzny.

Może on być, jak wspomniałem, nadzwyczaj różnorodny; jeżeli jednak mamy przed sobą dostateczną ilość preparatów, to możemy łatwo wynaleźć cały szereg najróżnorodniejszych form przejściowych, jakie

¹⁾ Wyczerpujący opis tej części jądra, jej składu chemicznego i reakcyi znajdzie czytelnik w pracy M. Heidenhaina: *Neue Untersuchungen über die Centralkörper* itd. jak poniżej.

między jądrem okrągłym, a nawet najbardziej skrajną formą jądra, na wiele płatów podzielonego — polimerycznego — zachodzą. Znajdą się wszystkie możliwe przejścia między nimi, z których łatwo będzie można wywnioskować, że jądra polimeryczne powstają przez stopniowe przeżęwanie i wydłużanie się jądra okrągłego, że więc zostają poniekąd w związku genetycznym.

Już poprzednio zaznaczyłem, że położenie sfery względem jądra jest stałe i to takie, że widać pewne wzajemne oddziaływanie. Tak np. na duże jądra sfera tak ciśnie, że powoduje powstanie na nich zagłębienia, przy jądrach wydłużonych leży nad środkiem wydłużenia i t. d. Usiłowano sobie niejednokrotnie wyjaśnić ten obopólny stosunek, jednak dopiero M. Heidenhain wytłumaczył tę tak ciekawą zależność, przez postawienie teorii zasadniczo równej długości promieni plazmatycznych.

Jeżeli sobie wyobrazimy komórkę kulistą, wypełnioną prawie całą systemem promieni, mających jeden punkt przyczepienia się w ścianie komórki, drugi zaś w jej centrum, jeżeli dalej zważymy, że promienie te są obdarzone własnością kurczliwości i pewnego rodzaju elastycznością, to przyjąć musimy, że są one ciągle w pewnym naprężeniu. Wyobraźmy sobie, że pomiędzy tymi promieniami powstaje nagle jądro, które część z nich rozsuwa. Naturalnie skutek tego będzie taki, że promienie, zamieniając swą energię potencjalną na kinetyczną, będą się starały powrócić do pierwotnej długości i przez to zaczną cisnąć na jądro. Odepchnięta na bok przez jądro sfera będzie się starała znów do środka komórki powrócić, a napotkawszy na swej drodze jądro, zechce je usunąć i ciśnie tak mocno, że powoduje jego cofnięcie się w to miejsce, gdzie ciśnienie najmniejsze, a więc na brzeg komórki, pomiędzy największe przestrzenie międzypromienne. Jeżeli jednak jądro jest większe niż połowa średnicy komórki, to ciśnienie na nie nie ustaje i dla przywrócenia równowagi trzeba, by w jakikolwiek sposób usunęło się ze środka; to zaś odbywa się przez zmianę jego kształtu. Jeżeli ciśnienie jest równomierne ze wszystkich stron, to jądro wydłuża się, staje się wałeczkowate i skrzywia się przytem w podkowę dla łatwiejszego cofnięcia się w przestrzenie międzypromienne. Jeżeli zaś w jednym miejscu nacisk na jądro jest gwałtowniejszy, niż w innych, powstają przez to formy płatowate, wązkimi paskami z sobą połączone. Kiedy sfera zajmie środek komórki, następuje w niej na chwilę spokój i wyrównanie się prężenia promieni; jeśli jednak ruch amebowaty, jaki cechuje leukocyty, przesunie sferę na inne miejsce, to zajść może i z pewnością zachodzi ten stosunek, że część jądra, jeden płat jego, znajdzie się w podobnym położeniu, jak było z początku całe jądro,

t. j., że dla utrzymania równowagi sił w komórce będzie się musiał cofnąć, co zwykle jest połączone ze zmianą jego kształtu. W ten sposób dochodzimy do form wielopłatowych.

Na preparatach moich stwierdziłem, że formy jąder polimerycznych, jakie w leukocytach limfatycznego brzegu wątroby zachodzą, dadzą się doskonale wytłumaczyć zapomocą powyżej rozwiniętej teorii, a nawet zestawić w cały szereg, ilustrujący wszystkie fazy teoryą przewidziane. I tak jako pierwszy objaw zmiany kształtu jądra uważać należy utworzenie się małego zagłębienia, powodowanego, jak wyżej wspomniałem, ciśnieniem, jakie wywiera sfera na zewnętrzną ściankę jądra. Dołek ten może się powiększyć albo na długość i wtedy powoduje jego wydłużenie się, albo też otacza niejako całe jądro, powodując znaczne ściśnienie się jego i przewężenie się w jednym miejscu. Jeżeli sfera nie przestaje cisnąć, to jądro, początkowo wałeczkowate, coraz bardziej wydłuża się i cofa przy tem ku brzegowi komórki (fig. 3). Kiedy już więcej cofać się nie może, zaczyna stawać się coraz cieńsze i w końcu zagina się wzdłuż brzegu komórki. W ten sposób powstają formy: rożkowata (fig. 4) i podkowiasta; zagięcie ramion jądra może się tak daleko posunąć, że w końcu oba ramiona mogą się dotknąć lub nawet zająć na siebie, nigdy się jednak nie zrastają.

Jeżeli ciśnienie sfery spowodowało przewężenie się jądra w jednym miejscu, to przy dalszem jej działaniu obie części jądra rozsuną się i pozostaną tylko wązkim paskiem połączone. Jeżeli teraz leukocyt poruszy się i sfera zajmie miejsce w bliskości jednej z rozsuniętych części jądra, to może na nią wyrzucić podobne działanie, jakie na całe jądro wywarła, i w ten sposób mogą powstać dwu- trój- i wielopłatowe jądra (fig. 1, 2, 4).

Dawniejsi badacze, używając mniej specjalnych metod do swych studyów, nie dostrzegali ścisłej zależności, jaka między plazmą, a jądrem zachodzi, natomiast zwracali baczniejszą uwagę na kształt jądra samego i przypisywali mu pewnego rodzaju samodzielną zdolność do ruchu; obserwując zaś i zestawiając podobny szereg studyów (naturalnie bez uwzględnienia działania promieni i sfery) jak ten, jaki powyżej podałem, doszli do wniosku, że są to pewne proste formy podziału, zależne tylko od jądra i występujące obok karyokinezy jako zupełnie normalne. Do takich wniosków doszedł przedewszystkiem Arnold, który, stwierdziwszy istnienie podobnych faktów na komórkach żywych i porównyując ten mniemany prosty sposób podziału z karyokinezą, zestawił całą skalę różnych sposobów dzielenia się jądra, ułożoną według jakości zmian, podczas tego aktu zachodzących. Podział według stałych płaszczyzn nazwał segmentacją (Segmentierung) i to prostą

(directe) lub pośrednią (indirecte) w miarę zachodzących lub niezachodzących zmian w ułożeniu i ilości chromatyny. Drugi rodzaj dzielenia się nazwał fragmentacją (Fragmentierung), rozumiejąc pod tą nazwą podział na dwie lub zwykle więcej części bez stałych płaszczyzn podziału i rozróżnił w niej, podobnie jak w segmentacji sposób prosty i pośredni. Według określenia Arnolda należałoby wszystkie formy jąder, jakie powyżej w genetycznym szeregu zestawilem, objąć nazwą prostej fragmentacji; i tak też on sam, a za nim kilku innych autorów uczyniło. Flemming uważa stadya, jakie na leukocytach salamandry zaobserwował, jako rzeczywistą prostą fragmentację, lecz nie przyznaje jej tego fizyologicznego znaczenia, jakie ma karyokineza, gdyż na podstawie badań doszedł do wniosku, że tylko przez karyokinetyczny podział powstałe leukocyty zachowują swą żywotność i mają możność wydania potomstwa, zdolnego do dalszego podziału. Zresztą uważa on fragmentację jąder z następnym podziałem komórki lub bez niego jako objaw patologicznej aberacji, lub też szczególnego przystosowania, aby zapomocą zwiększonej powierzchni jądra tem skuteczniej działać na przemianę materii w komórce. Prawie równocześnie z Flemmingiem wystąpił Göppert, który wszystkie stadya, o których powyżej wspomniałem, zestawił w szereg i opisał jako fragmentację. Ponieważ znalazł prócz tego na przedmiocie przez siebie badanym, także takie komórki z jądrem polimerycznym, które znajdowały się w bardzo wczesnem stadyum karyokinezy, a nie umiał ich sobie dobrze wyjaśnić, więc zaliczył je do form dzielących się przez fragmentację pośrednią, gdyż znalazł w nich zmiany ilości i ułożenia chromatyny. Nie zwracając przytem uwagi na stosunek plazmy do jądra, przyjął jako punkt wyjścia mniemanego podziału amitotycznego jądro pierścieniowate. Powstawanie tych jąder tłumaczył sobie przez to, że z dwóch stron jądra okrągłego tworzą się zagłębienia, które równocześnie dążą ku środkowi i nareszcie się stykają. Cienka błonka, która te zagłębienia oddziela, przerywa się i od razu uzupełnia boki tego podwójnego wklęsnięcia tak, że jądro staje się kompletnym pierścieniem z otworem, przechodzącym przez środek. Dalszy podział pierścienia bardzo prosty: powstają, według Göpperta, przewężenia na jego ścianie, przynajmniej w dwóch, zwykle jednak w więcej miejscach lub też powstają w pierścieniu ścianki, dzielące się na długość. W ten sposób utworzone części jądra rozsuwają się, pozostają przez jakiś czas zapomocą wypustek połączone, w końcu zupełnie się odrywają i leżą luźnie wśród plazmy. Przy tych wszystkich objawach ułożenia chromatyny w jądrze jest tego rodzaju, że na jej częściach widać pewną dążność ku jakiemś środkowemu punktowi. Rysunki, które wspomniany autor do objaśnienia tych

faktów łączy są tak schematyczne, że z nich bardzo mało wywnioskować można. Stadya takie, jakie Göppert podaje przy opisie mniemanego podziału jądra, istnieją rzeczywiście (prócz tworzenia się zagłębień z dwóch stron jądra i przegród w pierścieniu), jednak nie można ich łączyć bez powodów w związek genetyczny¹⁾.

Jak już wspomniałem, Göppert nie zwrócił zupełnie uwagi na strukturę plazmy; przyjmując więc jego podział jąder jako udowodniony, trzeba by im przypisać jakąś zdolność do samodzielnego ruchu i możliwość przewężania się li tylko na podstawie sił wewnątrz nich działających. Tego przyjąć absolutnie nie można, sprzeciwiałoby się to bowiem prawie wszystkim zdobyczom nauki, jakie na tem polu poczyniono. To też niewielu autorów poszło za zdaniem Göpperta. Lovell Gulland powątpiewa, czy wogóle jądra polimeryczne są stadyami dzielenia się i przypuszcza, że mają one związek z amebowatym ruchem komórek. M. Heidenhain, nie wykluczając możliwości podobnego sposobu podziału, podaje w swej pierwszej pracy dwa przypadki obserwowanej sfery podwójnej i utworu, podobnego do wrzecionka karyokinetycznego, i przypuszcza, że tego rodzaju podział byłby już zbliżonym do normalnego. Jednak już w drugiej pracy zaznacza (w uwadze), że mniemana amitoza polimerycznych jąder u leukocytów „ist überhaupt keine echte Kerntheilung“, gdyż części jądra podzielonego nie dorastają nigdy do wielkości jądra macierzystego i stanowią razem wzięte tę samą objętość, jaką jądro pierwotne posiadało; degeneracją jądra nazwać tych form według Heidenhaina nie można, gdyż jest niezmiernie trudno znaleźć jądro polimeryczne, przechodzące proces chromatolizy.

Zdania autorów, badających inne organy, w których amitoza ma zachodzić, są podzielone. Jedni zaprzeczają jej istnienia, inni wprawdzie ją stwierdzają, lecz odmawiają jej roli fizyologicznej, są wreszcie i tacy, którzy ją stawiają na równi z karyokinezą, popierając swe twierdzenie spostrzeżeniem, że komórki powstałe przez amitozę drugie pokolenie tworzą karyokinetycznie.

Nie wchodząc w to, czy podział amitotyczny w tych tkankach, gdzie rzeczywiście i stanowczo został stwierdzony, może być równie dobrym fizyologicznie jak karyokineza, muszę jednak zaznaczyć, że z pośród różnych form tego bezpośredniego podziału, opisanych przez auto-

¹⁾ Na fig. 3 jest obraz podobny do tego, jaki Göppert opisuje; jest to jednak tylko przypadek, że dwie pętle tak równoległe do siebie idą i pozornie wyobrażają podział wzdłuż. W rzeczywistości leżą one stosunkowo znacznie dalej od siebie niż na rysunku, gdyż jedna należy do środkowej części jądra, druga zaś do podniesionego ku górze końca.

rów, żadna nie przypomina kształtów jąder polimerycznych w leukocytach limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów. Wogóle nie widzę nigdzie w literaturze dowodu, że takie formy jąder, jakie się u wspomnianych leukocytów spotykają, absolutnie i koniecznie trzeba uważać za objawy amitotycznego podziału.

Wobec tak niepewnych danych pod tym względem zająłem się zbadaniem tej kwestyi, zwracając przedewszystkiem uwagę na ułożenie i strukturę pojedynczych części jądra tak w spoczynku, jak i podczas pierwszych stadyów podziału.

Jak wiadomo postawił Rabl teorię, że ułożenie chromatyny w jądrze w spoczynku jest w zasadzie zupełnie równe temu, jakie podczas ostatnich stadyów karyokinezy występuje. Pętłe chromatynowe są podczas stadyum gwiazd potomnych tak ułożone, że ich ramiona dążą ku jednemu polu, części zaś zakrzywione znajdują się najbliżej wspomnianego pola. Jeżeli teraz przyjmiemy, że pomiędzy ramionami (które Rabl nazywa „primäre Bahnen“⁴) gwiazd powstaną wypustki („secundäre Bahnen“⁴), i jeśli w te wypustki przejdą części chromatyny z ramion, to otrzymamy obraz tak powikłanej struktury, jaką zazwyczaj w jądrze obserwować można. Mimo to jednak, nawet przy powstaniu połączeń drugo- i trzeciorzędnych zawsze dopatrzeć się można w chromatynie jądra pewnego dośrodkowego ułożenia, a przy dokładnej obserwacji da się, przynajmniej w części, zrekonstruować pierwotne położenie chromosomów. Naturalnie nie można o tem zapominać, że pętlę pierwotną może równie dobrze wyobrażać cienka nitka achromatyczna, z której chromatyna do drugorzędnych połączeń się przesunęła, jak i gruby płat chromatyny, powstały przez nagromadzenie się ziarenek tej substancji w jednym miejscu.

Że okrągłe lub eliptyczne jądra leukocytów do tej teorii się stosują, wykazał M. Heidenhain i podał rysunki, ilustrujące wybornie wspomniany objaw.

W ciągu moich badań przyszedłem na podstawie moich preparatów do przekonania, że ułożenie chromatyny nawet w najskrajniejszych formach jąder wielopłatowych pozostaje, mutatis mutandis, zupełnie takie samo, jakie zachodzi podczas ostatnich stadyów karyokinezy. Wszystkie płaty jądra razem wzięte i każdy z osobna kierują końce chromosomów ku jednemu centrum, odpowiadającemu zupełnie pierwotnemu polu biegunowemu, a ta dośrodkowa dążność jest tak silna i wyraźna, że nie tylko na całych jądrach w oczy uderza, lecz nawet na przekrojach, dających niekompletny obraz kształtu jądra, z łatwością da się wysledzić. Naturalnie, że rekonstrukcja pierwotnego ułożenia

chromosomów w jądrze nie zawsze jest łatwa do wykonania, zależy bowiem od kierunku, w jakim przekrój przez komórkę poprowadzono; jednak da się ona przeprowadzić prawie na wszystkich jądrach. Na rysunkach (fig. 1, 2, 3) podałem bynajmniej nie najwybitniejsze przykłady dośrodkowej dążności chromosomów, a i na nich występuje ona w całej pełni.

Że jądro wydłużone i lekko zagięte (fig. 3 *a* i *b*) zachowało pierwotne ułożenie, to nie dziwnego, gdyż odstąpiło ono stosunkowo najmniej od formy eliptycznej, w której wspomniane ułożenie zawsze typowo występuje. Ciekawszym jest jednak fakt, że jądra prawie całym od siebie przewężeniem oddzielone (fig. 1) i pozornie tracące związek między sobą, także w całości i każde z osobna ku jednemu środkowi chromosomy swe zwracają.

Ta dążność dośrodkowa przenika całą chromatynę jądra tak, że nawet na przekrojach jąder różkowatych lub pierścieniowatych (fig. 2 *a* i *b*) wyraźnie spostrzedz ją można.

Dopóki jądro jest wałeczkowate i wydłużone, jego pole biegunowe, ku któremu chromosomy się zwracają, leży mniej więcej pośrodku jego długości (fig. 3 *a* i *b*), a pętle przyjmują kierunek od obu końców zbieżny ku środkowi, tak że punkt przecięcia się ich przedłużeń wypadłby ponad środkiem pola biegunowego. Jeżeli jednak jądro to wydłuży się, skrzywi i zajmie obwód komórki, to i pole biegunowe musi naturalnie kształt swój zmienić. Równocześnie z jądrem wydłuży się ono i skrzywi, oddając zupełnie kształt jądra, a pętle chromatynowe, kierując się ku niemu, ustawią się mniej więcej tak, że ich przedłużenia przecięłyby się w pośrodku krzywizny, jaką tworzy jądro, a więc w miejscu, gdzie zazwyczaj leży mikrocentrum. Wskutek tego powstaje ułożenie promieniste chromatyny i to takie, że płaty jej w kształcie sprych układają się od wewnętrznego ku zewnętrznemu brzegowi jądra podkowiastego. Ułożenie to jeszcze wybitniej występuje u jąder zgiętych w pierścien, lecz nie zrosłych końcami i u jąder pierścieniowatych. Jądra, podzielone na kilka płatów i oddzielone wążkami paskami od siebie, dają także podobny obraz dośrodkowej dążności chromosomów tylko system promieni chromatynowych jest w nich niejako poprzerany przez to, że między jednym a drugim płatem są długie połączenia, zwykle chromatynę nie zawierające.

Taka stałość w zachowaniu kierunku, która występuje tak wybitnie i równomiernie u wszystkich płatów jądra polimerycznego, dowodzi nam, że stanowi ono, mimo najróżnorodniejszych swych kształtów zawsze jedną całość, pozostającą w ciągłym ze sobą związku i ulegającą równocześnie i równomiernie wszystkim przemianom, zacho-

dzącym w obrębie komórki. Twierdzenie Heidenhaina, że ilościowo jest suma tych jąder równa jądru pierwotnemu, byłoby uzupełnieniem do udowodnionej przeze mnie powyżej jakościowej równości i równoczesności działania, do czego jeszcze raz powrócę.

W tych dwóch nadmienionych zdaniach i teorii równej długości promieni, tłumaczącej nam sposób powstawania jąder polimerycznych mamy już trzy dowody przeciw twierdzeniu, jakoby mniemana fragmentacja, którą Göppert w szereg stadyów ustawił, była rzeczywistym objawem podziału. Jest ona tylko objawem życia i ruchu, wywołanym przez stosunek sfery do jądra, a jej przebieg niezmiernie przypomina opisaną przez Kostaneckiego dysocjację jąder w komórkach olbrzymich, którą wspomniany autor również jako odmienną od amitozy charakteryzuje, uważając ją za objaw życia, przez ruch.

IV. Pierwsze stadya karyokinezy.

Jednym z najważniejszych dowodów, przemawiających za tem, że nawet najbardziej polimeryczne jądra utrzymują jednolitość i równoczesność działania, jest ich zachowanie się podczas karyokinezy. Dotychczas tylko Flemming zauważył mimochodem, że trafiało mu się spotykać stadium kłębka u jąder polimerycznych i wnioskuje stąd, że karyokineza może zaskoczyć jądro podczas ruchu amebowatego. M. Heidenhain podaje również tylko ogólną uwagę, że leukocyty polimeryczne dzielą się karyokinetycznie. Pierwszy z wspomnianych autorów zdaje się jednak mieć to przekonanie, że polimeryczne jądra w karyokinezie mają dążność do przybrania napowrót kształtu okrągłego.

Na szeregu stadyów kłębka zbitego, jakie na mych preparatach wyśledziłem, zdołałem się dowodnie przekonać, że jądra polimeryczne rozpoczynają karyokinezę równocześnie we wszystkich swych płatach i przechodzą do dalszych stadyów podziału bez powrotu do formy okrągłej. Jeżeli zresztą zważymy, że dążenie do podziału ogarnia równocześnie całą komórkę, to przecież musimy przyjąć, że i całe jądro uleść musi temu dążeniu i równocześnie we wszystkich swych płatach musi wejść w podział karyokinetyczny. W przeciwnym razie musielibyśmy natrafić na komórki, gdzie część jądra byłaby w spoczynku, a reszta w podziale; takich obrazów jednak nie spotykałem i sędzę, że są one wogóle niemożliwe. Wogóle kłębki w jądrach polimerycznych, choć są odrębnego charakteru, jednak w zasadzie nie bardzo się różnią od takichże stadyów w jądrach okrągłych.

Stosunkowo najmniej zmieniony obraz ma jądro lekko tylko wydłużone (fig. 7). Centrosomy rozsunięte daleko i między nimi tworzące

się wrzecionko środkowe Hermanna, posiadające już nawet promienie na jednym biegunie, znajdują się całkowicie poza jądrem, w którym znów pętla okazują typowe ugrupowanie ku polu biegunowemu. Wogóle obraz, jaki się tutaj widzi, zupełnie prawie się nie różni od podanego przez Hermanna opisu. Bardziej zmieniony jest kłębek powstający w jądrze podkowiastem, taki jaki na fig. 6. Na pierwszy rzut oka wydawaćby się mogło, że mamy tu do czynienia z jądrem w spoczynku, jednak uważniej przeglądając, widać formowanie się kłębka i można rozróżnić tworzące się pętłe chromatynowe, ustawiające się równocześnie zgiętymi końcami ku środkowi. Ponieważ jądro to jest silnie zakrzywione, więc też i jego pole biegunowe musiało ulegnąć zmianie co do położenia (patrz wyżej). W którym miejscu należy go szukać, na to wskazuje kierunek pętli chromatynowych. Końcowe z nich zagięły się i zwracają się ku miejscu, gdzie pierwotnie leżały centrosomy, wszystkie zaś inne w mniejszym lub większym stopniu już ku temu punktowi swe końce zagięte skierowały (schemat 6. b.). W zagięciu jądra leży młodziutkie, dopiero co powstające wrzecionko środkowe Hermanna: dwa centrosomy daleko od siebie rozsunięte, okazujące między sobą jasne pole, od dolnego z nich widać słaby pęczek promieni, ku jądru odchodzący. Gdybyśmy sobie pomyśleli, że oba końce tego jądra zagną się jeszcze troszkę więcej, że pętłe chromatynowe jeszcze troszkę się ku wrzecionku skierują, ono zaś wyprostuje się i zajmie położenie prostopadłe do płaszczyzny jądra, to mielibyśmy ustawienie chromatyny zupełnie podobne, jakie widać w stadium gwiazdy macierzystej. I rzeczywiście takie skrócone postępowanie trafia się u jąder polimerycznych bardzo często, nieraz bowiem można widzieć gwiazdę macierzystą, której pętla, już nawet dzielące się wzdłuż, nie leżą w jednej płaszczyźnie, lecz mają końce w najrozmaitszy sposób pozaginane, a wrzecionko środkowe między nimi, nie zajmuje prostopadłego położenia do płaszczyzny równikowej, lecz leży do niej ukośnie (fig. 10). To byłoby dowodem tego, że karyokineza w leukocytach na moich preparatach, zwłaszcza w tych, które mają jądro polimeryczne, przebiega szybko, a nawet z pominięciem pewnych stadyów. Podobny objaw zauważył Flemming, kiedy badając wędrowne leukocyty spostrzegł, że komórki potomne już w stadium gwiazd potomnych zupełnie się oddzieliły, gdy tymczasem zazwyczaj całkowite przewężenie następuje dopiero w późnym stadium kłębka potomnego.

Podobne stosunki jak u podkowiastych znajdujemy i u pierścieniowatych jąder. Ich powstawanie opisał dokładnie Meves, który je badał w spermatogoniach salamandry. Opierając się mianowicie na twierdzeniu Kostaneckiego, który zauważył, że podczas potomnego kłębka

łużnego tworzy się w polu przeciwbiegunowem podobne zagłębienie, jakie powstaje na polu biegunowem, dowiódł, że zagłębienia te mogą się połączyć i utworzyć otwór, idący na wylot przez jądro. Otwór ten nie zawsze się zamyka w dalszych stadyach, lecz może pozostać przez całe życie komórki i istnieć w jądrze będącem w spoczynku.

Ten sposób tłumaczenia sobie powstawania jąder pierścieniowych jest jedynie racjonalny, tem bardziej, że nawet na jądrach zewsząd zamkniętych, miejsce, gdzie leżą pola biegunowe i przeciwbiegunowe jest, jak słusznie zauważył Kostanecki, „*punctum minoris resistentiae*“ i przy lada sposobności bardzo łatwo pęknąć może¹⁾.

Ułożenie chromatyny w jądrach pierścieniowych nie zmienia się prawie zupełnie od czasu kłębka potomnego. Dlatego też, jeżeli jądro pierścieniowate ma przejść w karyokinezę, pojawia się w niem od razu dośrodkowe ułożenie chromosomów i już na bardzo wczesnem stadyum kłębka zbitego można rozróżnić położenie późniejszych pętli (fig. 5 a, b). Położenie to jest od razu takie, że skoro tylko cała ilość chromatyny do pętli wciągniętą zostanie i zniknie błona jądrowa, mamy ułożenie zupełnie takie samo, jak podczas stadyum gwiazdy macierzystej. Przez to wczesne ułożenie pętli omija komórka całą wędrówkę chromosomów od brzegu ku równikowi, a wskutek tego, podobnie jak u jąder podkowiatych karyokineza przebiega znacznie szybciej.

Jądra na bardzo wiele płatów podzielone, chcąc z kłębka przejść w gwiazdę macierzystą, muszą się trochę skupić razem, choćby tylko dlatego, aby do pętli wciągnąć całą ilość chromatyny, jaka w połączeniach między pojedynczemi częściami może być zawarta. Każdy z płatów nie stanowi osobnej dla siebie całości i nie jest utworzony ze stałej ilości chromosomów, gdyż widać często (fig. 8, a zwłaszcza 9), jak pojedyncze pętli chromatynowe przechodzą z jednego płata do drugiego. Wogóle zauważyć mogę, że nawet w stanie spoczynku, a tem mniej podczas podziału, płaty jąder nigdy nie tracą komunikacyi między sobą; zawsze są połączone przynajmniej cienką nitką achromatyczną; naturalnie, że na przekrojach stosunkowo łatwo spotkać komórkę z dwoma lub więcej jądrami, od siebie całkiem oddzielonemi, ale nie jest to dowodem, żeby te jądra zatraciły zupełnie połączenie między sobą. Mogą to być i są z pewnością części jądra

¹⁾ Całkiem nieuzasadniony wydaje mi się sposób powstawania jąder pierścieniowych taki, jaki Göppert podaje, t. j. przez utworzenie się równoczesne dwóch zagłębień z dwóch stron jądra, które się w końcu stykają i łączą. Figury, jakie Göppert podaje, były bez wątpienia jądrami w zwykły sposób powstałymi, lub miały jeszcze niezupełnie wyrównane zagłębienie przeciwbiegunowe.

pierścieniowatego lub różkowatego, odcięte od reszty komórki. Położenie sfery i drobne wypustki z jąder, jakie często dążą ku plazmie (fig. 2), są niezbitymi dowodami, że obraz tego rodzaju wyobraża tylko luźne części jąder polimerycznych, zostających zawsze ze sobą w związku. Takie też jądra przechodzą, jak wyżej wspomniałem, zawsze równocześnie w stadya podziału, dając tem jeszcze jeden dowód jedności i równoczesności objawów.

Z tego wszystkiego widzimy, że karyokinetyczny podział leukocytów limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów przebiega prawie zupełnie normalnie, a małe stosunkowo zmiany, jakie go wyróżniają od innych komórek, nadają mu tylko pewien odrębny charakter.

Widać w nim wielkie analogie do karyokinetycznego podziału jąder komórek olbrzymich, opisanych przez Kostaneckiego; zasadnicza jednak różnica jest w tem, że tam mamy do czynienia z wielkimi jądrami, powstałymi przez wzrost kilku pomniejszych, z których jednak każde zachowało swoją samodzielność, podczas gdy tu mamy tylko jedno jądro podzielone na płyty, nie mające ani swobody ruchów ani swobody działania, a zostające w najściślejszej zależności od reszty jądra. Dlatego też tam przychodzi do wielobiegunowej karyokinezy, podczas gdy tu zawsze dwubiegunowy podział się odbywa. Jednak jedna rzecz pozostaje zupełnie podobna w obu rodzajach komórek, t. j. fakt, że wszystkie jądra lub płyty jednego równocześnie i równomiernie zaczynają się dzielić. Jądra komórek olbrzymich, choć ze sobą w związku przez jakiś czas pozostają, jednak podczas podziału każde z nich swe chromosomy w jednym punkcie koło własnego bieguna gromadzi; u leukocytów zaś każdy płatek oddaje swoją chromatynę do pętli, te jednak dążą ku jednemu tylko, wspólnemu biegunowi. Ogólny obraz pierwszych stadyów karyokinezy komórek olbrzymich jest często bardzo podobny do polimerycznych kłębków leukocytów (por. fig. 4 pracy Kostaneckiego i fig. 8 mojej); różnica między nimi występuje wybitnie dopiero podczas grupowania się pętli przy biegunie.

Niektórzy autorowie, widząc stadya kłębka na jądrach polimerycznych, podobne do tych, które powyżej opisałem, uważali je jako ten rodzaj podziału, który Arnold określił jako fragmentację pośrednią, t. j. fragmentację ze zmianami w ilości i ułożeniu chromatyny. Zauważyć jednak muszę, że ani z opisów Arnolda, ani też autorów, którzy jego badania potwierdzają, nie da się wywnioskować, co właściwie należy uważać za fragmentację pośrednią, gdyż różni autorowie różne obrazy na dowód jej istnienia przytaczają. Żadne z nich jednak nie świadczą o tem, że polimeryczne jądra z pewnem prawidłowem ułożeniem chromatyny mają być uważane za objaw powyż przytoczonego

podziału. Owszem na podstawie moich badań i uwzględniając strukturę plazmy, mogę stanowczo twierdzić, że nie mają one nic wspólnego z fragmentacją pośrednią, w rozumieniu Arnolda, i są tylko kłębkami zbitymi w bardzo wczesnym stadium rozwoju. Podobnie więc jak Kostanecki w komórkach olbrzymich, tak ja u leukocytów stanowczo zaprzeczam możliwość istnienia podziału przez fragmentację pośrednią.

Zupełnie nieuzasadnione wydaje mi się również twierdzenie, że formy płatowate leukocytów mogą prowadzić do degeneracji. Pomijam już to, że, jak i Heidenhain zaznacza, rzadkością jest leukocyt o polimerycznym jądrze, na którymby był widoczny proces chromatolizy, ale dość spojrzeć pod słabym powiększeniem na limfatyczny brzeg wątroby jaszczurów, aby się przekonać, że tak wielka ilość leukocytów polimerycznych, jaka się na tym miejscu znajduje, nie może równocześnie podlegać degeneracji. Starłem się wynaleźć liczebny stosunek jąder okrągłych do wielopłatnych, i w tym celu liczyłem kolejno po sobie następujące komórki, znacząc ile jest jąder okrągłych, ile zaś polimerycznych. Z pomiędzy tysiąca komórek przeliczonych otrzymałem w najwyższym razie 24 okrągłe jądra na 100 komórek liczonych, w najniższym zaś 12 na 100. Inne liczby wahały się pomiędzy 14 a 17 na 100, wogóle przeciętnie licząc, otrzymałem ilość jąder okrągłych około 18%. Zdaje mi się, że chyba nie można przypuścić, aby tak wielka ilość polimerycznych jąder (przeszło 80%) miała być skazana na zagładę. Owszem jądra te są rdzennie zdrowe i posiadają ogromny zasób sił żywotnych. Z pomiędzy kłębków, jakie się wogóle w limfatycznym brzegu wątroby jaszczurów znajdują, przeważna część jest polimeryczna, widać więc, że i jądra tego kształtu mają wielką dążność do podziału, co o ich siłach żywotnych dostatecznie świadczyć może.

Reasumując to wszystko, co dotychczas o leukocytach limfatycznego brzegu wątroby jaszczurów powiedziałem, zaznaczam dobitnie, że podziału amitotycznego jąder polimerycznych na podstawie moich preparatów uznać nie mogę, ponieważ po pierwsze: płaty tych jąder nigdy się zupełnie nie rozdziwiają (obraz jąder leżących rozdzielnie pochodzi z przekroju); powtóre: suma ich jest ilościowo równa jądru pierwotnemu; po trzecie: jakościowo stanowią jednolitą całość i zachowują mimo swych różnorodnych kształtów ułożenie chromatyny, mutatis mutandis, zupełnie takie samo, jak w ostatnich stadiach karyokinezy, a wreszcie karyokinezę rozpoczynają we wszystkich płatach równocześnie i równomiernie, co o ich ciągłym związku i jedności dowodnie świadczy.

V. Ciałko międzykomórkowe.

Jak wiadomo z opisów Flemminga a przede wszystkim Kostaneckiego, podczas stadyum gwiazd potomnych (fig. 10) pojawiają się na nitkach wrzecionka środkowego małe ciała, które w chwili, kiedy gwiazdy już są od siebie całkiem odsunięte, tworzą w równiku niepodzielonej komórki szereg podobny nieco, lecz nie analogiczny, do utworu znanego jako „Zellplatte“ (Strasburger) u roślin. W miarę jak się zaczyna przewężanie komórki, ziarenka te skupiają się coraz bardziej zupełnie równomiernie z promieniami wrzecionka tak, że kiedy już tylko dwa stożki, wierzchołkami ku sobie zwrócone, z wrzecionka pozostaną, a komórki potomne prawie całkiem się przewężą, pozostaje na ich granicy tylko małe ciało, ciemno się barwiące (fig. 11). W miarę dalszego przewężania się ciało to coraz bardziej maleje i wreszcie rozpada się na dwa, które tkwią w ścianach obu, już rozdzielonych, komórek potomnych. Tych resztek trzyma się jeszcze ostatnia pozostałość wrzecionka w postaci wąskiej wiązki włókienek; cofania się wrzecionka ku polu biegunowemu, jakie opisał Kostanecki, dostrzedz nie mogłem i sądzę, że u leukocytów, które badałem, nie zachodzi. Przeciwnie, stwierdziłem, że związek między jądrem a promieniami wrzecionka podczas ostatnich stadyów karyokinezy ustaje, jak o tem wspomnę, mówiąc o komórkach z granulacyami.

W ostatniej swej pracy M. Heidenhain, przytaczając badania Kostaneckiego, przyznaje im zupełną rację, twierdzi jednak, że prócz ciałek na wrzecionku środkowym przyczynia się do utworzenia ciała międzykomórkowego jeszcze druga rzecz, którą na preparatach, barwionych swoją metodą, zaobserwował. Mianowicie kiedy przewężenie się, na granicy komórek potomnych, już dość znacznie postąpiło, zauważyć można, że obwodowa część plazmy, najbardziej zaciśnięta, zaczyna się ciemniej barwić; skoro już tak wielkie nastąpi przewężenie części równikowej, że obie komórki potomne są tylko wązkim paskiem plazmy połączone, wtedy widać, że ta część plazmy, która leży na samej zewnętrznej powierzchni przewężenia, barwi się całkiem czarno, tworząc pierścień, zaciśkający niejako resztki wrzeciona, przechodzące przez jego środek. Pierścień ten za następnem przewężeniem zaciśnie się zupełnie i stanie się podobny do zwykłego ciała międzykomórkowego. Szczególny ten utwór, stosunkowo dość duży, bardzo trudno otrzymać w całości na cienkich skrawkach; zwykle widać go tylko połowę, druga część zostaje odcięta (fig. 12).

Długi czas nie mogłem sobie zdać sprawy, z czego właściwie ów pierścień powstaje; wytłomaczenie znalazłem dopiero, badając metodą Heidenhaina różne tkanki. Zauważyłem mianowicie, że ma ona tę specyficzną własność, że barwi te części plazmy, które albo same są kurezliwe, albo też wskutek warunków zewnętrznych na częstą zmianę objętości są narażone. Przedewszystkiem więc barwi bardzo intensywnie elementa pierwotne włókienek mięsnych, dalej silnie zaznacza ten brzeg nabłonka migawkowego, na którym stoją rzęski, wreszcie plazmę nabłonka w tych miejscach, które często swą objętość zmieniają np. w pęcherzu żółciowym, barwi nadzwyczaj silnie. Ta właściwość metody naprowadziła mnie na myśl, że czarny pierścień, obwodzący miejsce zaciśnięcia się komórek potomnych, pochodzi od zabarwienia tej części plazmy, która na równiku komórki macierzystej zwęża się i zaciska podczas oddzielania się komórek potomnych. Sam Heidenhain wyraża przypuszczenie, że pierścień ten, tworzą może włókienka plazmy, przebiegające okrężnie; przypuszczenie to wydaje mi się zupełnie prawdopodobne, sądzą jednak, że włókienek tych niema jako takich w czasie absolutnego spoczynku komórki i dlatego barwieniem wysłedzić ich nie można, a tylko podczas podziału tworzą się z tej części plazmy, która wypełnia przestrzeń między promieniami. Nie mogę jednak przypisać samodzielnej kurezliwości tym okrężnym nitkom i sądzą, że ulegają one ciśnieniu, jakie na nie wywierają przyczepiające się w tem miejscu promienie biegunowe, a zostając wskutek tego w pewnem naprężeniu barwik silniej przyjmują.

VI. Komórki z granulacjami.

W limfatycznym brzegu wątroby jaszczurów znajdują się leukocyty, mające plazmę mniej lub więcej wypełnioną ciążkami okrągłymi, granulacjami, które według ich reakcyj barwikowych zaliczyć można do tej kategorii, którą Ehrlich jako α -granulacyę oznacza.

Jak wiadomo z opisu Heidenhaina, granulacye te układają się promienisto od sfery, do której środka nie dochodzą a ich szeregi tworzą równocześnie współśrodkowe koła, podobnie jak mikrosomalne zgrubienia nitek plazmatycznych fig. 14. Mniejsze granulacye gromadzą się zwykle, choć nie zawsze, bliżej sfery, większe dalej od środka, a to ich zachowanie się tłumaczy Heidenhain tem, że prawdopodobnie powstają one blisko sfery, a rosnąc usuwają się coraz dalej. Nie przeczę zupełnie możliwości tego twierdzenia, jednak, mojem zdaniem, jest daleko prostszy sposób wytłomaczenia sobie tego zjawiska. Jeżeli mianowicie

przyjrzymy się dokładnie plazmie komórki zgranulowanej, to spostrzeżemy, że żadna z nitek promienistych nie jest granulacją przerwana, że więc granulacye te leżą li tylko w deutoplazmie, archoplazma jest od nich całkiem wolna. A jeżeli tak, to granulacye mają tylko bardzo ograniczone miejsce swego pobytu i muszą się tak grupować, aby wyzyskać całą wolną przestrzeń między promieniami. Do miejsc więc ciśniejszych, bliżej sfery, idą granulacye mniejsze, większe zaś zajmują obszerniejsze przestrzenie interfilarne przy brzegu komórki. Takie zapartywanie łożaczy również, dlaczego w miejscach równo od sfery odległych leżą granulacye mniej więcej równe; po prostu przestrzenie między promieniami są, w równej odległości od sfery, na całej przestrzeni komórki jednakowo szerokie i dlatego granulacye, jakie tam miejsce zająć mogą, muszą być mniej więcej jednakiej wielkości. Dlaczego jednak i pod działaniem jakich sił gromadzą się granulacye blisko sfery nawet w takim razie, kiedy ich niewiele w komórce, tego stanowczo rozstrzygnąć nie mogę; zdaje mi się jednak, że już od początku tworzenia się zajmują one stałe położenie według tego pravidła, jakie powyżej podałem.

Ten fakt, że granulacye nie mogą przeniknąć archoplazmy, powoduje dość ciekawy sposób ich rozłożenia w komórce podczas podziału karyokinetycznego¹⁾. Jak wiadomo, podczas tworzenia się kłębka powstają równocześnie w plazmie całe systemy promieni w postaci wrzecionka Hermanna, promieni biegunowych i t. p. Cała ta archoplazmatyczna masa spycha na bok ku polu przeciwbiegunowemu wszystkie granulacye, które zajmują tam całą wolną przestrzeń, omijając starannie środek jądra i tylko pojedynczo między promienie archoplazmy się wsuwając (fig. 15). Kiedy już pętle chromatynowe ułożą się w gwiazdę macierzystą, a wrzecionko zajmie położenie pionowe do płaszczyzny równikowej, granulacye plazmatyczne odsuwają się ku bokom komórki i stają w przeważnej ilości w miejscu, gdzie najmniej promieni dochodzi, t. j. po obu stronach płaszczyzny równikowej, a więc w tej części plazmy, która podczas podziału najmniej aktywną rolę odgrywa i raczej biernie się zachowuje. Niewiele tylko granulacyi wciska się między pętle gwiazdy lub promienie biegunowe (fig. 16 i 17), zachowując w tem ostatniem miejscu poniekąd ułożenie promieniste, odpowiadające kierunkowi przestrzeni między promieniami biegunowymi. Podobnie rzecz się ma w stadyum gwiazd potomnych. I tu, jak poprzednio, środek

¹⁾ Reinke podaje w Zellenstudien I rysunek komórki z granulacjami w karyokinizie, nie widać na nim jednak zupełnie ich charakterystycznego rozłożenia.

komórki wolny tak, że podwójny stożek przewężonego wrzecionka środkowego zupełnie swobodnie między gwiazdami przebiega. Oba bieguny są również zupełnie pozbawione granulacyi, te bowiem grupują się po obu stronach przewężenia w obu komórkach potomnych (fig. 15). W chwili, kiedy wrzecionko środkowe tak się zaciśnie, że pozostanie tylko podwójny stożek, rozluźnia się połączenie promieni tych stożków z jądrem, a tylko mała wiązka, dotykająca ciała międzykomórkowego, sterczy jeszcze ku plazmie (fig. 19). Otóż w tę wolną od promieni przestrzeń, która teraz przy polu przeciwbiegunowem jądra powstaje, wsuwają się granulacye, pozostawiając zupełnie wolne miejsce, gdzie odzielenie następuje; z tego też widać, że wciśnięcie się masy deutoplazmy, pomiędzy jądro a resztę wrzeciona, uniemożliwia jego cofnięcie się ku polu biegunowemu.

Z tego wszystkiego widać, że zachowanie się granulacyi w komórkach jest zupełnie bierne i odpowiada całkiem zachowaniu się innych utworów deutoplazmatycznych np. pigmentu. Ten bowiem, według opisów Zimmermanna i Nussbauma, unika także podczas karyokinezy tych miejsc, gdzie promienie plazmatyczne gęsto występują; jednak ponieważ ziarenka jego są znacznie mniejsze niż α -granulacye, mogą się przeto łatwiej wcisnąć między promienie, nigdy jednak całej, dzielącej się komórki równomiernie nie wypełniają.

Zdaniem mojem, w podobny sposób bierne zachowuje się cała deutoplazma i wszystkie jej utwory, pozostawiając natomiast rolę czynną samej archoplazmie. Choć nawet deutoplazma wypełni się całą ciałami obcemi lub zużyje wszystkie swe siły na spełnienie funkcji wydzielniczej, archoplazma pozostaje nienaruszona i w danym razie może wprowadzić całą komórkę w stan podziału.

Spis prac uwzględnionych.

- Arnold: Beobachtungen über Kernteilungen in den Zellen der Geschwülste. Virchow's Archiv Band 78.
- Tenże: Beobachtungen über Kerne und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarks. Virch. Arch. Bd. 93.
- Tenże. Über Kern- und Zellteilung bei akuter Hyperplasie der Lymphdrüsen und der Milz. Virch. Arch. Bd. 95.

- Arnold: Über Kernteilung und vielkernige Zellen. Virch. Arch. Bd 98.
- Tenze: Über Teilungsvorgänge an den Wanderzellen; ihre progressiven und regressiven Metamorphosen. Arch. für Mikr. Anat. Bd 30.
- Benda: Zellstrukturen und Zellteilungen des Salamanderhodens. Verhandl. der Anatom. Gesellsch. auf der VII Versammlung. 1893.
- Blochmann: Über directe Kernteilung in der Embryonalhülle der Scorpione. Morphol. Jahrbuch X. 1885.
- Boveri: Zellenstudien. Heft I—II. Jena. G. Fischer 1887—8.
- Flemming: Zellsubstanz, Kern- und Zellteilung. Leipzig 1882.
- Tenze: Über Teilung und Kernformen der Leukocyten und über deren Attractionssphären. Arch. für Mikr. Anat. Bd. XXXVII.
- Tenze: Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle. Arch. für Mikr. Anat. Bd XXIX.
- Tenze: Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. II Teil. Arch. für Mikr. Anat. Bd. XXXVII.
- Tenze: Entwicklung und Stand der Kenntnisse über Amitose. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. II Bd. 1892—93.
- Frenzel: Zur Bedeutung der amitotischen (direkten) Kernteilung. Biol. Centralblatt. 1891.
- Göppert: Kernteilung durch indirecte Fragmentierung in der lymphatischen Randschicht der Salamandrinenleber Arch. für Mikr. Anat. Bd XXXVII.
- Gulland Lovell: The Nature and Varieties of Leukocytes. Edinburg 1891.
- Hansemann: Über Centrosomen und Attraktionssphären in ruhenden Zellen. Anat. Anzeig. 1893.
- Heidenhain M.: Über Kern- und Protoplasma. Leipzig W. Engelmann. 1892.
- Tenze: Neue Untersuchungen über die Centrankörper und ihre Beziehungen zum Kern- und Zellenprotoplasma. Arch. für Mikr. Anat. Bd. 43.
- Hermann: Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Centralspindel. Arch. für Mikr. Anat. Bd 37.
- Tenze: Methoden zum Studium des Archoplasmas und der Centrosomen Tierischer und Pflanzlicher Zellen. Ergeb. der Anat. und Entwickgesch. II Bd 1892—3.
- Hertwig O: Zelle und Gewebe. Jena. G. Fischer. 1892.
- Kölliker: Handbuch der Gewebelehre. 1889.
- Kostanecki: Über Centralspindelkörperchen bei karyokinetischer Zellteilung. Anat. Hefte 1892.
- Tenze: Über Kernteilung bei Riesenzellen. Anat. Hefte 1892.
- Tenze: Über die Schicksale der Centralspindel bei karyokinetischer Zellteilung. Anat. Hefte 1892.
- Lövit: Über amitotische Kernteilung. Biol. Centralblatt. 1891.
- Meves: Über amitotische Kernteilung in den Spermatogonien des Salamanders. Anat. Anzeiger. 1891.
- Tenze: Über eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne. Inaug. Diss. Kiel 1893.
- Tenze: Über eine Metamorphose der Attractionssphäre in den Spermatogonien der Salamandra maculosa. Arch. für Mikr. Anat. 1894. XLIV.
- Nussbaum: Über die Verteilung der Pigmentkörnchen bei Karyokinese. Anat. Anzeiger. 1893.
- Rabl: Über Zellteilung. Morphol. Jahrbuch. X.
- Rath von: Über die Bedeutung der amitotischen Kernteilung in Hoden. Zool. Anzeiger.

- Reincke: Untersuchungen über das Verhältnis der von Arnold beschriebenen Kernformen, zur Mitose und Amitose. Inaug. Diss. Kiel. 1891.
- Tenže: Zellenstudien I. Arch. für Mikr. Anat. XLIII.
- Tenže: Zellenstudien II. Arch. für Mikr. Anat. XLIV.
- Verson: Zur Bedeutung der amitotischen Kernteilung Biol. Centrbl. 1891.
- Waldeyer: Über Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. für Mikr. Anat. XXXII.
- Ziegler: Die biologische Bedeutung der amitotischen Kernteilung in Thierreich. Biol. Centrbl. 1891.
- Ziegler und Rath: Die amitotische Kernteilung bei den Arthropoden. Biol. Centralblatt 1891.
- Zimmermann: Über die Teilung der Pigmentzellen, speciell der verästelten interepithelialen. Arch. für Mikr. Anat. Bd. XXXVI.

Objaśnienie tablicy.

Kontury wszystkich rysunków zdjęte za pomocą aparatu do rysowania systemu Abbégo, przy użyciu Apochromatu Zeissa, immers. olej. o 200 mm. odległ. ogniska à 1:30 apert., i okul. kompens. Nr. 12. Szczegóły uzupełniałem pod okulem kompensacyjnym Nr. 6, kontrolując położenie pojedynczych części komórki za pomocą okularu mikrometrycznego. Fig. 1—7. i 10—14. z salamandry, reszta z trzaski.

- Fig. 1—4. Komórki z polymorficznym jądrem w spoczynku. Schematy objaśniają dośrodkową dążność chromosomów. Fig. 3 ma w plazmie komórki pierścien powstały przez zsuniecie się kilku kół współśrodkowych
- Fig. 5—9. Kłębki zbite w jądrach polimerycznych. W plazmie fig. 6 i 7 tworzące się wrzecionko Hermanna. Schematy okazują ułożenie tworzących się pętli.
- Fig. 10. Gwiazda macierzysta, z boku widziana, z wrzecionkiem ułożonym ukośnie do płaszczyzny równikowej.
- Fig. 11. Gwiazdy potomne. Na wrzecionku środkowym widać ciała mające utworzyć później ciało międzykomórkowe.
- Fig. 12. Komórki potomne. Jądra w stadium kłębka luźnego. Pośrodku ciało międzykomórkowe z resztkami wrzecionka środkowego.
- Fig. 13. Komórki potomne z ciałkiem międzykomórkowym w kształcie pierścienia.
- Fig. 14. Komórka z α -granulacjami, w stanie spoczynku. Granulacye ułożone promienisto i współśrodkowo.
- Fig. 15—19. Karyokineza w komórkach granulowanych. Archoplazma wolna od granulacyi, które gromadzą się w tych miejscach, gdzie najmniej promieni.

D O D A T E K.

Po ukończeniu rękopismu i złożeniu go Akademii Umiejętności otrzymałem pracę Dra O. van der Stricht'a p. t.: Contribution a l'etude de la forme de la structure et de la division du noyau" (Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique T. XXIX Nr. 1.), w której autor wyprowadza polimeryczne formy jąder od ostatnich stadyów karyokinezy. Zauważył on mianowicie, że w chwili tworzenia się kłębków potomnych może jedna lub kilka pętli chromatynowych pozostać w tem samym położeniu, jakie zajmowały w gwieździe potomnej, t. j. że ich ramiona, mimo utworzenia się wypustek lub lekkiego przegięcia, będą sterczały na zewnątrz od pola biegunowego, tworząc w ten sposób wyniosłość na reszcie jądra, która, przechodząc zupełnie normalnie przez wszystkie stadia mitozy, przybiera kształt okrągławy. Po ukończeniu podziału następuje zupełny spokój w komórce, a wyniosłości powyżej wspomniane, zachowując swoje pierwotne ułożenie, nadają jądro kształt wielopłatowy, i mogą jako takie przetrwać do następnego podziału.

Nie mam zupełnie zamiaru osłabiania ważności spostrzeżeń v. d. Stricht'a, owszem przyznaję, że istnieje pewnego rodzaju związek, między ostatnimi stadyami mitozy a jądrem polimerycznym, dowiodłem bowiem w powyższej rozprawie, że ułożenie chromatyny pozostaje zawsze dośrodkowe, mimo najskrajniejszych form jądra; jednak muszę zauważyć, że tłumaczenie wszystkich kształtów polimerycznych, jakie się u leukocytów mogą znajdować, li tylko zachowaniem pierwotnego ułożenia chromosomów wydaje mi się zbyt śmiało i zanadto obszerne.

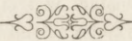
Wiadomo z doświadczeń różnych badaczy, że jądro leukocytów może zmieniać swą formę w bardzo obszernych granicach (np. pod wpływem ruchu komórki); widać też często takie jądra, które nie dadzą się objaśnić ruchem amebowatym, a swym kształtem wcale nie przypominają gwiazdy potomnej mimo dośrodkowego ułożenia chromosomów. Sądzę, że chcąc wytłomaczyć takie właśnie jądra i ich zmianę, trzeba koniecznie przyjąć siłę działającą wewnątrz komórki po jej przejściu w stan spoczynku. Taką to właśnie siłą tłumaczącą nam wiele wewnętrznych objawów w komórce jest odkryta przez Heidenhaina różnica napięcia promieni, którą powyżej opisałem.

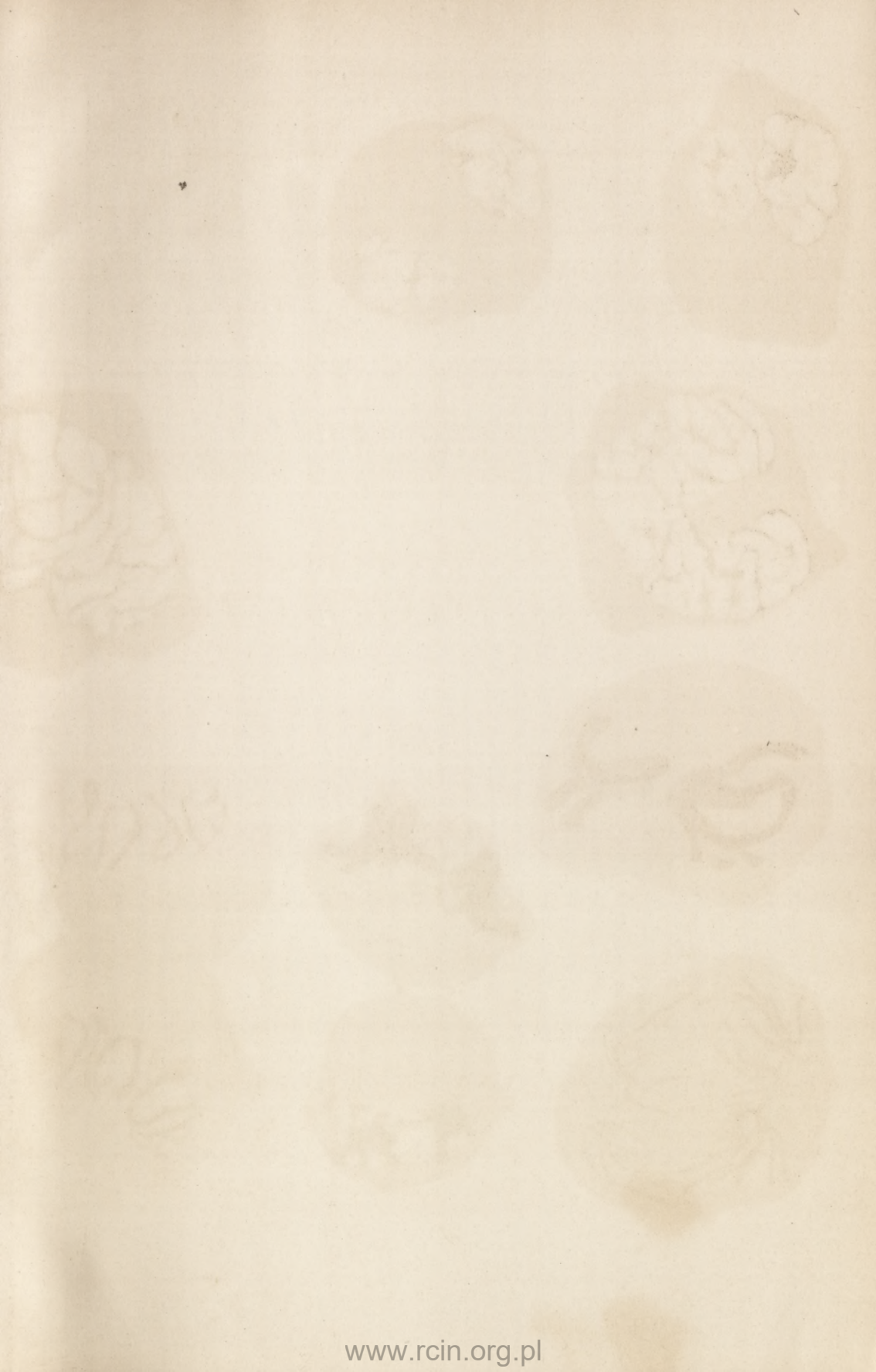
Van der Stricht nie zaprzecza wprawdzie kategorycznie jej istnieniu, lecz sądzi, że mogłaby ona wtedy tylko objaśnić polimeryę jąder, gdybyśmy przyjęli, że ich pierwotnie (t. j. po przejściu w stan spoczynku) kulisty kształt, zmienia się dopiero pod działaniem ciśnienia promieni; ponieważ jednak jego preparaty wykazują, że jądro od razu jako polimeryczne kończy karyomitosę, więc naturalnie zastosowanie tej teorii byłoby, według przedstawienia wspomnianego autora, prawie niemożliwe.

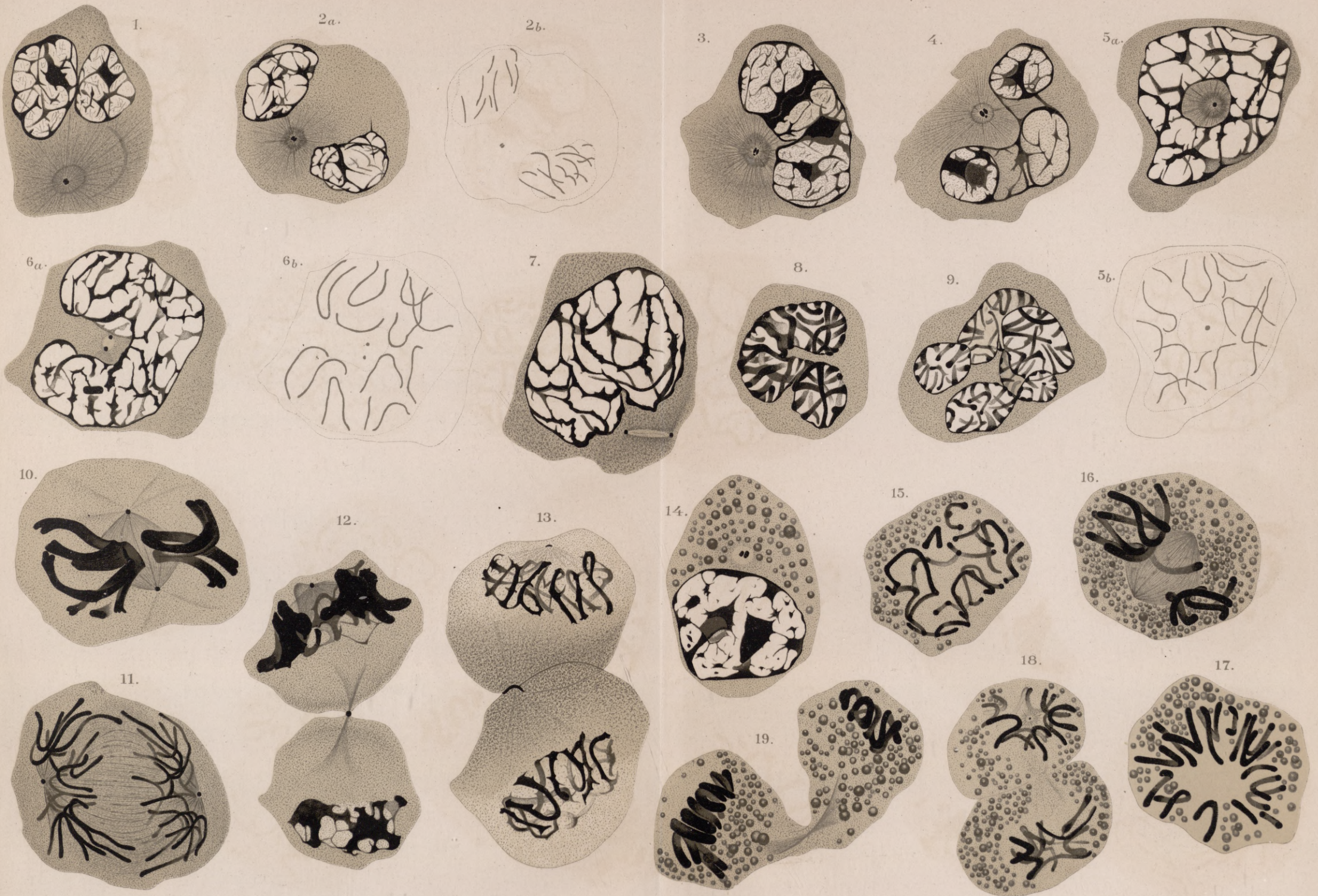
Mojem zdaniem, do wywołania napięcia promieni wystarczy w zupełności fakt, że podczas ostatnich stadyów podziału jądro pierwotnie z luźnych chromosomów złożone, przez ich powikłanie, utworzenie wypustek i soku jądrowego, a wreszcie przez otoczenie się błoną, powiększa znacznie swą objętość i przez to rozsuwa promienie. Czy ono przytem zachowa kształt kulisty, czy też przyjmie płatowy, to, według mego mniemania, może wpłynąć tylko na zmianę kierunku ciśnienia, lub spowodować, że

zamiast całego jądra jedna jego część ulegnie parciu nitek archoplazmatycznych; w każdym jednak razie, różnica napięcia promieni powstać musi, i pociągnie za sobą te zmiany, które w powyższej rozprawie dokładniej przedstawiłem.

W końcu zaznaczam, że przyjęcie teorii Heidenhaina, jako najlepiej uzasadnionej uważam za rzecz konieczną; muszę jednak dodać, że spostrzeżenia v. d. Stricht'a, stanowią, jako uzupełnienie badań poprzedniego autora, równie cenną zdobycz naukową, tłumaczącą nam bardzo dobrze niektóre formy jąder płatowych.







Siedlecki ad naturam.

