BIBLIOTECA MEDICA R. ROMA
B 65
63

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
(Anno CCCVII 1910)

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA BIOLOGIA CELLULARE

MITOCONDRI, CROMIDII E APPARATO RETICOLARE INTERNO

NELLE CELLULE SPERMATICHE

MEMORIA

DEL DOTT.

A. PERRONCITO

(CON TRE TAVOLE)

mi. DC.
B
65
63

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
(ANNO CCCVII 1910)

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA BIOLOGIA CELLULARE

MITOCONDRI, CROMIDII E APPARATO RETICOLARE INTERNO

NELLE CELLULE SPERMATICHE

MEMORIA

DEL DOTT.

A. PERRONCITO

(CON TRE TAVOLE)

ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

SERIE 5ª — *Classe di scienze fisiche matematiche e naturali*
VOL. VIII. — *Seduta del 6 marzo 1910.*

RELAZIONE

letta dal Socio B. GRASSI, a nome anche del Socio C. GOLGI, relatore, sulla Memoria del dott. A. PERRONCITO, avente per titolo: *Contributo allo studio della biologia cellulare. Mitocondri, cromidii e apparato reticolare interno nelle cellule spermatiche*, letta nella seduta del 6 marzo 1910.

L'A., nella presente Memoria, prendendo in considerazione le cellule spermatiche di un buon numero di animali, vi dimostra l'esistenza dell'apparato reticolare interno, che studia specialmente nel suo significato e nei suoi rapporti con le altre parti della cellula.

In base a fatti ben dimostrati egli sostiene che non soltanto apparato reticolare interno e mitocondri sono formazioni distinte, ma che anche fra le formazioni mitocondriali se ne devono distinguere due categorie, il cui sviluppo ed il cui destino finale sono diversi.

I fatti più importanti messi in luce dall'A. si riferiscono all'apparato reticolare interno; essi fanno cadere tutte le ipotesi avanzate fino ad oggi sul suo significato e dimostrano che esso è un organo a manifestazioni vitali caratteristiche, il quale mantiene la propria individualità anche attraverso alla divisione cellulare.

Egli dimostra che durante il processo di riproduzione cellulare tale apparato si divide in modo determinato e indipendentemente dai fatti che si svolgono per parte del nucleo, dà luogo ad una serie di figure caratteristiche che offrono una notevole somiglianza con quelle della mitosi nucleare; a questo fenomeno ha dato il nome di Dittocinesi.

Infine l'A. descrive una serie di nuove particolarità che completano in varî punti il piano di organizzazione delle cellule spermatiche.

I risultati qui brevissimamente riassunti, mentre allargano e precisano le conoscenze intorno a talune categorie di elementi — le cellule spermatiche nelle loro fasi di sviluppo — pur includono un importante contributo alla biologia generale delle cellule. A quei risultati il dott. Perroncito è arrivato coll'applicazione dei migliori procedimenti di indagine istologica: il rigore col quale le indagini furono condotte basta, per sè, a fornire la più sicura guarentigia dei fatti descritti.

La Commissione non esita a dichiarare che la Memoria del dott. Perroncito è ben meritevole di essere pubblicata negli Atti della nostra Accademia.

Gli studî biologici segnano in questo momento una fase caratteristica. Lo schema di cellula si è andato in questi ultimi anni complicando in modo affatto inaspettato, sì che l'organismo cellulare ci appare, dopo gli studî recenti, assai più complesso e mutevole che non si pensasse per il passato, le sue attività maggiori, meno misurabili e più varie. Conseguenza di questa rivoluzione intervenuta nelle nostre conoscenze fu il risollevarsi di antiche idee che si ritenevano tramontate e il tentativo di tornare sotto nuove forme al passato all'infuori degli schemi della teoria cellulare e mentre da una parte si sostiene l'esistenza su vasta scala di sincizii, tendendo quasi ad una nuova maniera di teoria unitaria, dall'altra si rimettono in onore le teorie granulari per qualche tempo considerate come definitivamente abbandonate.

Di questo nuovo favore per le teorie granulari si trovano segni dovunque:

Meves attribuisce ai mitocondri un valore biologico così alto da giungere quasi ad avvicinarsi alle teorie granulari. Giglio Tos ha esposto e sostiene una teoria dei « biomori » ispirata a quella dei bioblasti di Altmann. Perfino Ramon y Cajal, il banditore del neurone, pura, troppo rigida espressione della teoria cellulare di Virchow, a proposito della rigenerazione dei nervi ha lanciato l'ipotesi dei « neurobioni ». Forse gli è sembrato più facile a comprendersi una riproduzione straordinariamente attiva di organismi elementari, che una energia così smisurata esplicantesi per parte di una sola cellula, come quella che si esplica nel processo di rigenerazione dei nervi.

Non è mio compito di entrare in discussioni di tale natura, rileverò soltanto che i nuovi studî sulla cellula e le sue attività biologiche non sono tali da dare fondamento a queste teorie, nè tanto meno la dimostrazione di attività fisico-chimiche per parte dei granuli potrebbe dare questo fondamento, dal momento che sappiamo dagli studî di Henry che tutti gli enzimi, indipendentemente da qualsiasi fenomeno di vita, sono capaci di svolgere azioni di tale natura.

Lasciando adunque fino ad ora, come è buon diritto, in onore la teoria cellulare, con quelle modificazioni che i fatti messi in luce gradatamente le hanno portato, consideriamo piuttosto quali sono le particolarità di struttura scoperte o meglio studiate da poco tempo, per cui oggi più si accende la curiosità dei ricercatori.

Non è mia intenzione di fare una rassegna particolareggiata di tutte le formazioni definite descritte entro il protoplasma, perchè su questo argomento non mancano riviste antiche e recenti; io mi limiterò a richiamare sommariamente quelle su cui oggi maggiormente si discute e delle quali mi sono occupato in questo studio.

Lasciando da parte il centrosoma ed i suoi annessi, esse sono:

Le *formazioni iuxtanucleari*; descritte specialmente da V. La Valette, Saint George e da Prenant nelle cellule spermatiche degli animali inferiori, le quali si possono ritenere come figure incomplete dell'apparato reticolare di Golgi e delle formazioni mitocondriali.

Talune delle figure di Prenant sono già relativamente di una straordinaria finezza.

L'*apparato reticolare interno di Golgi*; esso, scoperto dal Golgi nel 1898 nelle cellule nervose e dimostrato poi da una serie di ricercatori in un numero ormai grandissimo di elementi cellulari normali e patologici, deve ormai assurgere, come sarà anche meglio dimostrato da questo studio, alla dignità di una parte costitutiva essenziale della cellula.

I *mitocondri*; scoperti da Benda nello stesso anno e di poi studiati da una serie di altri ricercatori, ma soprattutto da Meves il quale giungeva alla dimostrazione di fatti nuovi, al riguardo di tali formazioni, del più alto interesse scientifico. Come vedremo però, non tutto quanto passa sotto il nome di *mitocondri* deve essere ritenuto tale; in questa categoria si sono ascritte una serie di formazioni chiamate: *condromiti, condroconti, condrosomi*, ecc.

I *trofospongi* di Holmgreen (1899); descritti per un gran numero di elementi come reti canalicolari endocellulari comunicanti coll'esterno, che si vollero identificare con l'apparato di Golgi.

I *pseudocromosomi* e le *centralcapseln* di Heidenheim (1900) e i *centroformien* di Ballowiz; secondo questi autori in rapporto con la centrosfera.

Infine i *cromidii* di Hertwig (1899); formazioni cromatiche di origine nucleare esistenti in taluni protozoi e poi descritte da altri autori (Goldsmith, ecc) in parecchi elementi cellulari.

Si aggiungano i *blefaroplasti*; descritti nelle cellule vegetali, e ritenuti da Meves e da altri analoghi ai mitocondri.

La tendenza odierna è quella di fare di tutte queste formazioni un'unica categoria e molti ed autorevoli osservatori si sono dichiarati in questo ordine di idee. Mentre infatti Heidenhain, Meves, Goldsmith, Arnold, ecc., tendono a ravvicinare i mitocondri, i cromidii, i blafaroplasti, i pseudocromosomi e l'apparato reticolare, considerandoli come aspetti diversi di una formazione unica, Holmgreen e Ramon y Cajal sostengono ed ammettono senz'altro la identità dell'apparato di Golgi coi trofospongi di Holmgreen e li considerano come una rete canalicolare.

Taluni poi (Meves, Heidenhain, Arnold, ecc.), si spingono ad identificare queste formazioni con le strutture protoplasmatiche, quali la *filarmasse* di Flemming, i bioblasti di Altmann, ecc.

Contro queste correnti si levava dapprima la voce autorevole di Retzius, il quale, nei suoi studî magistrali sui nemaspermi, a proposito delle formazioni mitocondriali, ammonisce essere sommamente imprudente di considerare come mitocondri ogni sorta di formazioni granulari che si descrivono ora nei più diversi elementi cellulari, e ritiene che le formazioni descritte come mitocondri si debbano soltanto in parte considerare come di tale natura.

Riguardo all'identificazione fra apparato reticolare interno e trofospongi di Holmgreen da una parte Kopsch, in seguito ad interessanti ricerche sui gangli spinali, l'aveva senz'altro rifiutata e recentemente Golgi considerati tutti i caratteri dei due apparati, con un minuto esame comparativo ne ha dimostrata la sostanziale differenza.

Quando dal campo anatomico passiamo al campo fisiologico e morfologico ad indagare cioè la biologia ed il significato di siffatti apparati, non possiamo non riconoscere di essere a questo riguardo completamente al buio.

Io supposi che potessero essere terreno di elezione per lo studio della biologia di queste formazioni e la determinazione del loro significato, le cellule della serie spermatica; in quanto si tratta di cellule, la cui vita è breve, la evoluzione rapida e a momenti ben determinabili, le manifestazioni biologiche vivaci e spiccate, pur trattandosi di elementi di organizzazione molto elevata.

Ho perciò rivolta la mia attenzione dapprima soprattutto sull'apparato reticolare interno che mi riuscì di mettere in evidenza. A studiare meglio il significato degli apparati considerati, ho esteso lo studio ad elementi molto grandi e ad animali in cui la spermatogenesi è ben nota.

Mi sono rivolto quindi ai molluschi e dalla *Paludina vivipara* ho avuto i più precisi e brillanti risultati.

Metodi di ricerca.

Dopo lo studio degli elementi a fresco ho saggiato innanzi tutto le colorazioni vitali, specialmente mediante il neutralroth e il brillant kresilblau (metodo Cesaris Demel).

Ho poi applicato tutti i migliori fissativi: alcool, sublimato, sublimato acetico, miscela di Zenker, miscela Flemming, secondo le diverse formule e modificazioni,

Hermann, anche secondo le modificazioni di Meves, il metodo di fissazione Benda-Meves. Tutte le colorazioni che potevano supporsi utili, furono da me applicate, colori di anilina basici e acidi, colori al carminio e all'ematossilina, ematossilina ferrica, metodo di Benda-Meves al kristalviolett.

Quanto alla dimostrazione dei mitocondri, io ho dovuto convincermi dalle mie ricerche, che non esistono metodi specifici (1); anche il metodo Benda al kristalviolett colora negli stessi elementi ora i nuclei, ora i mitocondri di Benda, ora i condrosomi di Meves (2), ora l'apparato reticolare. Lo stesso si dica dell'ematossilina ferrica applicata dopo lo stesso fissatore, il Flemming e il sublimato acetico. Per la dimostrazione dell'apparato reticolare, ho applicato specialmente i tre metodi fino ad ora proposti: la reazione nera di Golgi, con aggiunta di cloruro di platino alla miscela fissatrice secondo la proposta di Veratti; il metodo di Kopsch all'acido osmico; infine il nuovo metodo di Golgi all'acido arsenioso e nitrato d'argento.

Nella serie di grandi elementi spermatici della paludina vivipara si ha il grande vantaggio che i tre metodi riescono tutti, se non con eguale facilità, con grande nitidezza e ci si trova quindi nelle ideali condizioni di poter confrontare fra loro le figure che si ottengono coi tre metodi sugli stessi elementi e nello stesso momento della loro vita. E poichè i tre metodi, per quanto fondati su reazioni chimiche assolutamente diverse, si corrispondono esattamente, si ha la sicurezza che le immagini ottenute corrispondono a disposizioni reali della cellula vivente.

D'altronde, anche i risultati dell'osservazione a fresco corrispondono, sebbene siano assai meno completi, a quelli delle tre reazioni considerate.

Anche i condrosomi di Meves si colorano colla maggiore evidenza ed eleganza mediante il nuovo metodo di Golgi all'acido arsenioso-nitrato d'argento; si deve però avere l'avvertenza di prolungare l'azione della miscela fissatrice o meglio di farla agire ad una temperatura di 45-50 gradi; il liquido fissatore, agendo per poco tempo a questa temperatura, dà delle fissazioni molto delicate e perfette. L'osservazione si può fare sulle sezioni o meglio in preparati per disgregazione.

PALUDINA VIVIPARA.

Serie oligopirene (Meves).

Gli elementi della serie: grande spermatocito-nemasperma oligopirene della paludina vivipara, si prestano senza dubbio in modo eccezionale allo studio dei fenomeni che si svolgono per parte delle diverse formazioni costitutive della cellula: l'abbondanza del loro protoplasma fa sì che i rapporti fra esse si presentino singolarmente chiari e schematici.

Spermatocito.

Il grande spermatocito o auxocito della paludina vivipara è, appena formatosi dallo spermatogonio, una piccola cellula a scarso protoplasma, a nucleo relativamente grande, eccentrico, vesciculare, nucleolato, la cui cromatina è disposta a fini granuli.

(1) Di uguale parere è anche Retzius, Biol. Unt., 1909.

(2) Sarà spiegato in seguito il perchè di questa distinzione.

Fin da questa epoca si possono mettere in evidenza entro il protoplasma due formazioni nettamente distinte.

Si può osservare innanzi tutto un sistema di filamenti estremamente fini di solito presentanti l'aspetto di catene di granuli variamente intrecciati, di granuli sferici isolati e di corti filamenti coi due estremi ingrossati; a quanto sembra (è difficile affermarlo data la scarsezza del protoplasma di questi elementi) situati negli strati più periferici del protoplasma e dalla parte del nucleo dove si trova accumulato quasi tutto il protoplasma cellulare. Qualche filamento si spinge nel tenue velo di protoplasma che riveste dagli altri lati il nucleo; talvolta filamenti e granuli costituiscono accumuli compatti. A mano a mano che l'elemento cresce essi tendono a disporsi prevalentemente secondo il maggior asse della cellula ed una parte di essi si dispone costantemente a formare un accumulo a contatto della membrana nucleare dal lato ove la quantità di protoplasma è maggiore.

A parte questo, come ho detto, sembra che questi filamenti che hanno così evidenti analogie coi mitocondri descritti da Meves in molte cellule sessuali e che io chiamo senz'altro *condrosomi di Meves*, occupino la porzione più periferica del protoplasma. È da notare poi che a mano a mano che l'elemento cresce, va sempre più delineandosi nettamente una porzione interna di protoplasma libera dai condrosomi di Meves.

A lato del sistema di filamenti descritto si può sempre mettere in evidenza nelle stesse cellule l'esistenza dell'apparato reticolare di Golgi. Si tratta di filamenti più robusti di quelli costituenti i condrosomi, i quali sono fittamente intrecciati e riccamente anastomizzati fra loro. L'apparato di Golgi, estremamente piccolo e semplice quando l'elemento è giovane e piccolo, va gradatamente sviluppandosi e complicandosi a mano a mano che la cellula cresce di volume; esso occupa precisamente quella porzione interna di protoplasma situata in vicinanza del nucleo, dal lato ove la porzione di protoplasma è maggiore, che è lasciata libera dai condrosomi di Meves.

Nello spermatocito di primo ordine a sviluppo completo e prima che si iniziino i processi che preludono alla divisione cellulare, troviamo l'apparato reticolare separato dal nucleo da un tenue strato protoplasmatico occupato dai condrosomi; questi sono situati anche da ogni lato all'intorno dell'apparato reticolare stesso e presentano per la maggior parte la classica forma a corto filamento con gli estremi ingrossati o a minuscolo diplococco.

Deve pure essere ricordato che in tutta la porzione della cellula, occupata dall'apparato di Golgi, il protoplasma presenta una differenziazione speciale per la quale esso è fortemente colorabile col cristallviolett, coll'ematossilina ferrica, e con altri coloranti varî; essa non è null'altro che l'idiozoma degli autori.

Una questione molto importante anche dal punto di vista della interpretazione del significato delle formazioni che sono speciale oggetto delle mie ricerche, è quella della situazione e del comportamento del centrosoma.

Gli autori che si sono occupati della questione hanno descritto i centrosomi in numero di due dalla parte del nucleo ove è più abbondante il protoplasma e al centro

di una porzione di protoplasma differenziata facilmente rilevabile: l'idiozoma. Se non che, a parte che una sostanza ben differenziabile esiste realmente nel punto in cui è stata descritta, con i metodi usati per la dimostrazione dei centrosomi (ematossilina ferrica) i grani che si colorano possono essere in numero molto diverso (da moltissimi a uno) a seconda che si spinge più o meno la decolorazione.

Soltanto Popoff dà una figura in cui i due centrosomi col relativo arcoplasma sono situati precisamente dalla parte opposta del nucleo, a ridosso della membrana nucleare; l'autore sostiene, date le immagini da lui osservate, che la posizione del centrosoma non è necessariamente legata a quella dell'idiozoma.

Ora, in preparati fissati con sublimato acetico o liquido di Hermann, e colorati coll'ematossilina ferrica io ho potuto notare, precisamente dal lato del nucleo opposto a quello ove si trova l'idiozoma, un corpicciuolo a forma di coppetta, la cui sezione ottica sagittale si presenta semilunare, e la trasversa circolare.

Tale corpicciuolo si impregna facilmente col nuovo metodo di Golgi all'acido arsenioso-nitrato d'argento, e può essere facilmente seguìto nella sua evoluzione ulteriore.

Nello spermatocito non completamente sviluppato, esso è a forma di coppa e si trova addossato alla membrana nucleare al lato opposto del nucleo da quello in cui si trova l'idiozoma; a mano a mano che l'elemento si sviluppa, secondo l'ovvia interpretazione delle figure, facilmente e chiaramente osservabili, questo corpicciuolo eseguisce un movimento, prima staccandosi dal nucleo in direzione radiale, poi percorrendo una traiettoria semicircolare e portandosi al polo opposto della cellula rispetto a quello in cui prima si trovava. Qui giunto esso si scompone in due parti, delle quali, l'una rimane nel punto dove è avvenuta la divisione, l'altra compiendo di nuovo una traiettoria arcuata si riporta al punto ove giaceva la formazione unica primitiva. Forse, anzi certamente, non sempre il fenomeno si svolge in modo così caratteristico; qualche volta infatti noi troviamo i due corpicciuoli in cui si è diviso il primitivo a due poli del nucleo, secondo un asse obliquo rispetto al maggiore della cellula ed altre disposizioni che si staccano da quelle precedentemente descritte: ad ogni modo, la descrizione data credo rappresenti la regola generale.

Ora, questo corpicciuolo è il centrosoma? o per lo meno racchiude il centrosoma? Senza dubbio la sua costanza, il suo comportamento ed i suoi caratteri di colorabilità sono argomenti di importanza capitale per ammetterlo.

Rimane la questione della natura degli altri granuli che sono stati descritti e ritenuti pressochè generalmente fino ad oggi, i centrosomi; d'altronde non si può non notare che essi rappresentano una formazione, per chi li segue nei preparati, assai meno definita sia dal punto di vista morfologico, sia nella sua evoluzione.

Le forme prevalenti di quelle formazioni che io ho chiamato condrosomi di Meves sono essenzialmente il granulo, il corto filamento a due estremi ingrossati, il filamento nodoso; sono da aggiungersi le serie di corti filamenti foggiati a manubrio e miste di filamenti a manubrio e di granuli. Molte questioni si presentano al riguardo.

Le differenze che si presentano nella disposizione dei mitocondrî corrispondono a qualche cosa di reale o sono dovute alla diversa riuscita dei metodi?

Sono esse casuali o corrispondono al diverso momento della vita dell'elemento cellulare?

Sia per rispondere all'una che all'altra questione, dobbiamo fare molte distinzioni e procedere con somma prudenza.

Innanzi tutto, senza dubbio non si può accettare qualsiasi riuscita di metodo anche preciso, come un'espressione di una figura reale e completa e soltanto da confronti di molti e molti preparati ci si può fare un sano criterio di giudizio.

Soprattutto fra le serie di granuli e i filamenti nodosi, se pure esiste una differenza e non tutto è dovuto a diversa riuscita dei metodi, si deve trattare di momenti molto vicini. Ad ogni modo vi sono talune forme così costanti da non potersi in alcun modo mettere in dubbio come realmente esistenti: per esempio la forma a corto filamento coi due estremi ingrossati.

Quanto alla seconda questione, dall'osservazione della serie delle figure si rileva chiaramente come, se non con una legge di tempo matematicamente fissa, che d'altronde non si può ravvisare in tutti gli altri processi che si compiono in tali elementi, nei filamenti condrosomici ha luogo una progressiva disgregazione a mano a mano che ci avviciniamo al momento della divisione cellulare; in questo momento, noi non troviamo più che corti filamenti ad estremo ingrossato e qualche raro granulo sferoidale: io credo perciò che queste due forme debbano ritenersi come rappresentanti della unità condrosomica.

Ho detto che tale scomposizione non si compie in epoca fissa. Talvolta infatti accade di trovare elementi giovani con condrosomi granulari (fig. 15); altre volte di trovare elementi già notevolmente sviluppati con condrosomi rappresentati da lunghi filamenti intrecciati, però non avviene mai che all'atto in cui l'elemento cellulare entra in cariocinesi, essa non si sia compiuta definitivamente.

Un fatto che mi è stato dato di osservare nel grande spermatocito della paludina vivipara, e che credo di un certo interesse, è quello che ho riprodotto nelle figure 55-56-57-58. Quando l'auxocito è già abbastanza sviluppato accade molto spesso di vedere che il nucleo non presenta contorni regolari, specialmente dal lato ove si trova l'idiozoma, ma sfrangiati e bene spesso presenta delle escrescenze digitiformi o vescicole peduncolate a mo' di gemme; qualche volta si vedono infine vescicole giacenti nel protoplasma, in vicinanza del nucleo, chiare e contenenti granuli di cromatina.

In un caso inoltre, dai preparati si aveva nettamente l'impressione di fuoruscita tumultuosa dei materiali nucleari entro il protoplasma (fig. 58). Ma, lasciamo a parte quest'ultimo reperto ottenuto in un solo caso e in preparati trattati col metodo di Golgi all'acido arsenioso-nitrato d'argento e colorazione successiva (per quanto questo metodo, bene applicato, sugli elementi spermatici della paludina, dia delle eccellenti fissazioni).

Il primo dubbio possibile che io ho pensato di chiarire riguardo al reperto in questione, fu quello sulla reale esistenza del fatto; potei però a questo riguardo constatare che il reperto si ottiene invariabilmente con tutti i buoni fissatori nucleari.

Una ipotesi davanti alla quale voglio tenere un'assoluta riserva, per quanto mi sembri poco probabile, è quella che si tratti di un fatto patologico che si svolga

in taluni gruppi degli auxociti; sta in favore di questa ipotesi il fatto che negli invertebrati con molta facilità si trovano fatti patologici negli elementi sessuali.

Infine può trattarsi, e mi pare l'ipotesi più probabile, di un fatto normale nella fisiologia di tali elementi e più specialmente di uno scambio di materiali fra nucleo e protoplasma che si svolge con caratteri di singolare evidenza. Non si tratterebbe qui di un fatto nuovo, perchè sebbene non così evidenti, molti fatti di scambii organici fra nucleo e protoplasma furono già descritti in altri elementi.

In queste vescicole che si sequestrano dal nucleo, la cromatina è generalmente assai scarsa, ad ogni modo si presenta la questione della sua sorte ulteriore; certo è che le vescicole dopo sequestrate scompaiono e coi colori schiettamente nucleari entro il protoplasma di questi elementi non si colorano granuli di sorta. Ad ogni modo a parte la formula generica dello scambio di materiali fra nucleo e protoplasma si affacciano subito quattro formazioni diverse a cui potrebbe essere destinata in ultima analisi la cromatina che fuoresce dal nucleo.

Innanzi tutto potrebbe essere destinata all'incremento dei mitocondri e dell'apparato di Golgi e ciò si presenterebbe probabile se, come pensano Popoff, Goldschmidt ecc., essi non fossero che dei cromidii analoghi a quelli descritti da Hertwig nei protozoi; in secondo luogo essa potrebbe essere destinata a quella parte differenziata del protoplasma (idiozoma degli autori) che sta a contatto del nucleo e che contiene l'apparato reticolare interno, vivamente colorabile con l'ematossilina e col kristall-violett; la quale poi si frammenta quando sta per cominciare la cariocinesi e si disgrega per tutto il corpo cellulare.

In questi elementi inoltre si deve notare che accade un fatto abbastanza singolare; mentre il nucleo si mostra poco prima dell'inizio della cariocinesi assai povero di cromatina, al momento della rottura della membrana nucleare appaiono improvvisamente dei grossi cromosomi e si potrebbe pensare che alla loro formazione contribuisse anche questa cromatina provvisoriamente migrata nel protoplasma.

Lasciando da parte la questione su cui dovrò ritornare sull'origine dei mitocondri e dell'apparato reticolare interno, non discuterò per mancanza di fatti probativi al riguardo le altre possibilità esposte e concluderò solamente col dichiarare che per quanto io abbia spinta l'indagine non mi è stato dato di seguire la sorte della cromatina sequestrata dal nucleo entro il protoplasma.

DIVISIONE INDIRETTA.

Dittocinesi e cariocinesi. Loro rapporti.

Il fenomeno della divisione indiretta per parecchi anni si ritenne si svolgesse esclusivamente o quasi, per parte del nucleo; studii ulteriori dimostrarono la parte attiva e notevole che vi prendono il protoplasma e il centrosoma. Parecchi autori illustrarono una partecipazione dei mitocondri (su questa questione tornerò in seguito).

Ora i miei studî mi hanno condotto a mettere in evidenza una serie di fatti che costituiscono un caratteristico e complicato fenomeno, il quale si svolge per parte

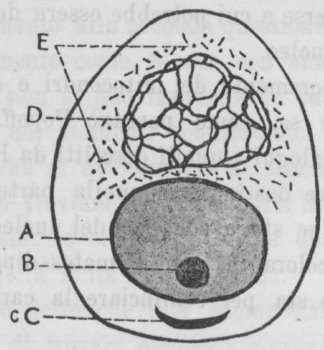

Fig. 1.

A nucleo, *B* nucleolo, *C* centrosoma (?), *D* apparato di Golgi, *E* condrosomi di Meves.

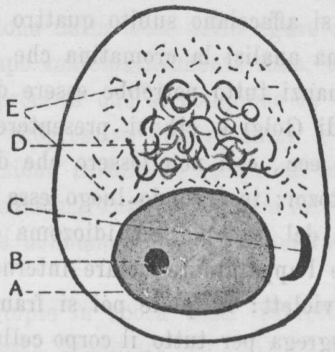

Fig. 2.

A nucleo, *B* nucleolo, *C* centrosoma (?), *D* dittosomi, *E* condrosoma di Meves.

dell'apparato reticolare interno, in notevole parte quando il nucleo è ancora in riposo. Ad esso ho dato il nome di *dittocinesi*.

Eccone le fasi in rapporto con quanto avviene nelle altre parti costitutive della cellula:

1) *L'apparato di Golgi si spezzetta gradatamente in segmenti a forma di bastoncino arcuato,* uguali fra loro; qualcuno si dispone già in questa epoca a formare un anello. Essi si mantengono per un determinato periodo, fors'anche relativamente lungo, in questo stato e occupando la posizione antica. Alla periferia della regione occupata da tali formazioni a cui ho dato il nome di *dittosomi*, incomincia ad avvenire una mescolanza fra essi e i condrosomi di Meves.

Taluno potrebbe obbiettare che la segmentazione dell'apparato reticolare, non sia un fatto reale, ma un'apparenza dovuta ad una incompleta riuscita del metodo usato. Nè questa obbiezione in linea generale è priva di fondamento poichè è noto a chiunque abbia pratica di qualsiasi dei metodi di dimostrazione dell'apparato reticolare, che è estremamente facile avere delle reazioni incomplete le quali fanno apparire frammentarî apparati reticolari affatto normali. Ma è anche vero che un

occhio esercitato può sempre distinguere queste reazioni incomplete e d'altronde qui abbiamo argomenti di valore assolutamente decisivo, che parlano per l'esistenza di un fatto reale.

Il risultato costante coi tre metodi diversi; l'uguaglianza dei segmenti messi in evidenza; l'ulteriore comportamento oltremodo caratteristico dei segmenti stessi.

Durante questo periodo i condrosomi si spargono gradatamente per tutto il protoplasma.

2) *Corona.* — Successivamente *i dittosomi vanno disponendosi su un unico piano ed assumendo una disposizione molto simile a quella del monoaster della cariocinesi.* Questa figura molto caratteristica è probabilmente di durata assai breve, infatti si trovano abbastanza rari gli spermatociti che la presentano nel suo momento

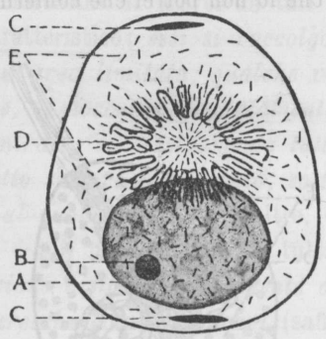

Fig. 3.

A nucleo, *B* nucleolo, *C* corpi polari di Van Bénéden (?), *D* dittosomi disposti a formare la corona, *E* condrosomi di Meves.

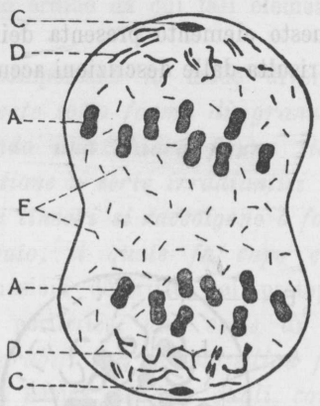

Fig. 4.

A cromosomi, *C* corpi polari, *D* dittosomi. *E* condrosomi di Meves.

culminante; molto più facile è trovare momenti immediatamente precedenti o seguenti. Alla figura perfetta di *corona* segue un'altra figura che ha una certa somiglianza con quella della piastra equatoriale della cariocinesi; io non potrei però dire quale sia la sua maniera di formazione e di derivazione della corona.

Frattanto i condrosomi si dispongono in serie lineare fra i dittosomi con una disposizione a raggiera avente il proprio centro al centro della corona. Nel resto del protoplasma essi sono irregolarmente distribuiti. In questo momento, nel nucleo appena comincia a mostrarsi più evidente e a placche la cromatina, preludendo alla divisione cariocinetica.

3) In seguito *i dittosomi si dispongono in due ammassi che si allontanano l'uno dall'altro e vanno a disporsi ai due poli opposti della cellula, altre volte si spargono irregolarmente per tutto il corpo cellulare poi si raccolgono ai poli.* Se la divisione sia avvenuta per uno sdoppiamento di ciascuno dei dittosomi primitivi, o per il movimento di alcuni di essi verso un polo e di altri verso l'altro polo io non potrei fino ad ora dire. A questa epoca parecchi dei dittosomi assumono forma ad anello o a disco.

I condrosomi sono irregolarmente sparsi per tutto il protoplasma cellulare.

4) *Si inizia la cariocinesi propriamente detta; avviene la scomposizione del nucleo in cromosomi i quali rimangono liberi presso il centro dell'elemento mentre intorno ai due corpi polari stanno accumulati i dittosomi.* Seguono le figure caratteristiche della cariocinesi ed ha luogo la divisione dello spermatocito di primo ordine in due spermatociti di secondo ordine.

I condrosomi rimangono distribuiti pressochè uniformemente nel protoplasma e rimangono in parte nell'una, in parte nell'altra delle cellule figlie.

Spermatocito di secondo ordine.

Questo elemento presenta dei caratteri assolutamente particolari. Il nucleo, per quanto risulta dalle descrizioni accurate di Meves che io non potrei che confermare, non

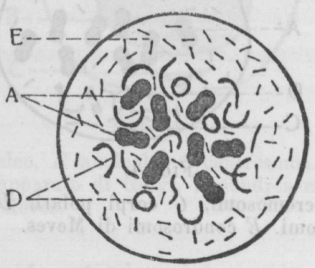

Fig. 5.

A cromosomi, *D* dittosomi, *E* condrosomi di Meves.

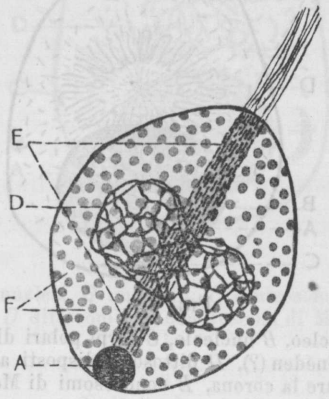

Fig. 6.

A nucleo, *D* apparato di Golgi, *E* condrosomi di Meves, *F* mitocondri di Benda-Retzius.

si ricompone almeno nella grande maggioranza dei casi completamente e, mentre una parte dei cromosomi si riunisce a costituire una vescicola che ha tutti i caratteri del nucleo, qualcuno rimane sempre isolato nel protoplasma.

L'apparato di Golgi si trova di solito allo stato di dittosomi divisi, soltanto in casi eccezionali si presenta sotto forma di apparato reticolare a filamenti anastomizzati e ramificati abbastanza grossolani, derivato da una ricomposizione per parte dei dittosomi provenienti dalla scomposizione dell'apparato di Golgi dello spermatocito di primo ordine.

I condrosomi si presentano o sparsi pel protoplasma o a serie lineari irregolarmente disposte.

Questo elemento entra ben presto in divisione indiretta e dà luogo a due spermatidi.

GRANDE SPERMATIDE O SPERMATIDE OLIGOPIRENE.

COMPIMENTO DELLA DITTOCINESI.

Il grande spermatide è una cellula tondeggiante, a protoplasma abbondante, a nucleo relativamente piccolo e povero di cromatina; quando già è ricostituito il nucleo *i dittosomi* sono ancora liberi e soltanto lentamente *si avvicinano gli uni agli altri e per progressive anastomosi vanno ricostituendo l'apparato reticolare;* ad ogni modo questa ricostituzione è ben dimostrabile. L'apparato reticolare che viene a formarsi da questa ricostituzione è elegante, completo, caratteristico, molto somigliante a quello dei grandi spermatociti di primo ordine da cui tali elementi derivano.

I condrosomi di Meves in tali elementi si comportano in modo diverso ma molto caratteristico; *essi si raccolgono gradatamente sotto forma di granuli sferici in un'area limitata, qualche volta descrivendo una chiara figura stellata; comunque, si accentua gradatamente una disposizione a serie irradiantisi da un punto centrale; successivamente tutte queste serie lineari si raccolgono a formare un fascetto sempre più stipato, sottile ed allungato, il quale fa capo con un estremo al nucleo.* Si nota inoltre, oltre alle formazioni descritte, nel protoplasma cellulare e più precisamente in tutta la sua zona periferica, *una serie di grosse granulazioni visibili chiaramente a fresco e colorabili con l'ematossilina ferrica e con parecchi colori nucleari* (saffranina, fucsina basica, ecc.) *le quali, come vedremo poi, non sono altro che i veri mitocondri di Benda.*

A mano a mano che lo spermatide procede nella sua evoluzione, esso assume una forma allungata, poi fusata. Il nucleo si porta ad uno degli estremi della cellula e va gradatamente trasformandosi nella testa del nemasperma, dal polo opposto si origina il noto ciuffo di ciglia; *il fascetto dei condrosomi di Meves si dispone a costituire l'asse della cellula facendo capo con un estremo al nucleo, con l'altro al ciuffo di ciglia. L'apparato reticolare di Golgi, giace entro il protoplasma nel punto più dilatato dell'elemento e i mitocondri di Benda si mantengono senza modificarsi nella porzione più periferica del protoplasma.* Più tardi, a mano a mano che la porzione della cellula ove si trova il nucleo va gradatamente allungandosi e assottigliandosi, avvengono in tutte le formazioni importanti modificazioni. *Il fascio assiale dei condrosomi di Meves va gradatamente allungandosi e assottigliandosi e mantiene la sua posizione occupando l'asse del nemasperma*: a torto è stato affermato che tali formazioni costituiscano in fine il « *mitochondrienmantel* », del nemasperma.

L'apparato di Golgi occupa per un tempo notevole e fino a che essa esiste, l'espansione posteriore del corpo del nemasperma, alcune volte mantenendosi intatto, altre volte scomponendosi gradatamente di bel nuovo in dittosomi a bastoncino arcuato, ad anello, a disco. Ad ogni modo questa scomposizione dell'apparato reticolare ha sempre luogo quando l'espansione terminale del nemasperma sta per

sparire e i dittosomi rimangono a far parte del nemasperma, chiusi fra l'asse costituito dai condrosomi di Meves e il mantello mitocondriale di cui ora parlerò.

I mitocondri di Benda, a mano a mano che la trasformazione avviene, *vanno allineandosi a strie trasversali o più probabilmente disponendosi su una linea elicoidale. Più tardi essi si riuniscono a costituire un ben evidente filamento elicoidale a giri avvicinati;* tale trasformazione talora si inizia già durante la trasformazione dello spermatide in nemasperma, talora anche a nemasperma pressochè definitivamente costituito non è ancora avvenuta. In questi casi il nemasperma presenta quel rivestimento striato a granuli tondeggianti così ben descritto e analizzato specialmente da Retzius, noto col nome di *Mitochondrienmantel.*

Nemasperma oligopirene o vermiforme.

Riguardo a questo elemento già classicamente descritto specialmente da Retzius io aggiungerò soltanto qualche nota sui punti riguardo ai quali le mie ricerche hanno modificato le idee prima accettate.

La porzione assiale di questo nemasperma si trova occupata specialmente dai condrosomi di Meves. La porzione periferica è occupata dal mantello mitocondriale o filamento elicoidale derivato dai mitocondri di Benda.

Nello spazio fra queste due formazioni si trovano incuneati i dittosomi derivati dalla scomposizione dell'apparato di Golgi, a quest'epoca difficilmente dimostrabili. Soltanto all'estremo caudale del corpo del nemasperma sono ancora chiaramente dimostrabili uno o più corpicciuoli provenienti dall'apparato reticolare: essi si colorano elegantemente in vivo col « brillant-kresilblau » e col « neutralroth »; sono anzi caratteristici i nemaspermi vermiformi della paludina sottoposti a questi procedimenti in preda a vivaci movimenti e portanti nel loro corpo le formazioni colorate.

Un fatto abbastanza notevole è che il noto cappuccio, che ricopre o costituisce la testa del nemasperma, si colora elettivamente con tutte le reazioni che servono a mettere in evidenza l'apparato reticolare. Questo cappuccio comincia ad apparire non appena nello spermatide il nucleo si è portato ad un polo della cellula e talora si presenta subito come un piccolo cappuccio membranoso, talvolta reticolare.

Deriva esso dall'apparato reticolare? Finora io non ho argomenti in favore di una tale ipotesi se non il criterio microchimico della colorazione mediante gli stessi reattivi molto diversi tra loro; ma poichè il valore chimico di una tale reazione è molto scarso, così non credo che allo stato attuale delle nostre conoscenze una simile ipotesi possa considerarsi fondata.

Serie eupirene della Paludina vivipara.

La serie: piccolo spermatocito-nemasperna eupirene della Paludina vivipara è certo, fra le serie spermatiche più diffusamente note. Studiata ripetutamente da parecchi autori e da ultimo a fondo da Meves, le figure relative ad essa date da questo autore dal punto di vista dei mitocondri, sono largamente discusse e riprodotte in riviste e trattati. Ad ogni modo un rilievo che si impone al riguardo di queste figure è

quello che esse non hanno, almeno a mio modo di vedere, alcun contatto con molte altre figure di mitocondrî che sono state date per altri elementi, tranne le prime dove Meves rappresenta questi elementi sotto forma di granuli distribuiti in una limitata regione del protoplasma. Fatta adunque fin d'ora la più ampia riserva circa la loro interpretazione, io devo dichiarare che i metodi da me usati, mi hanno dato la conferma in massima delle figure di Meves; soltanto io penso che esse in parte non rappresentino che la *silhouette* o i contorni di formazioni ben più consistenti e realmente esistenti, e devo aggiungere a queste figure molte altre che ora illustrerò e che ne fanno modificare profondamente l'interpretazione. In questa serie di cellule più piccole però, data la scarsità del protoplasma, i fatti non si svolgono colla chiarezza con cui avvengono nei grandi elementi; talora bisogna ricorrere, per interpretare le forme, al paradigma della serie oligopirenica. e talune figure non sono, a mio modo di vedère, tuttora interpretabili con assoluta sicurezza. All'incontro in tali elementi l'evoluzione della sostanza cromatica del nucleo si presenta più chiara e schematica, per modo che il giudizio del momento di vita in cui si trova la cellula è estremamente facile.

Sviluppo del piccolo spermatocito.

Il piccolo spermatocito è una cellula a grande nucleo vescicolare dapprima a cromatina pulverulenta poi filamentosa; nettissimo vi è il processo di sinapsis e finalmente dal grumo cromatico della sinapsis si svolge un elegantissimo nastro dentellato di cromatina.

Durante tutto questo periodo l'apparato reticolare interno dapprima estremamente semplice e rappresentato da un piccolo anello o da un cestello di tre o quattro filamenti intrecciati e anastomizzati, si fa relativamente complicato ed elegante; esso presenta il suo maggiore sviluppo nel momento in cui nel nucleo si mostra ben netto il nastro cromatico. L'apparato reticolare ha una certa tendenza a costituire nel suo contesto degli anelli.

Certo è che alcune delle figure di Meves di mitocondrî in questo periodo, fanno pensare che si tratti di colorazioni incomplete dell'apparato di Golgi.

Nello stesso elemento e in questi stessi periodi si possono mettere in evidenza formazioni a granuli e a corti filamenti, in tutto simili ad alcune delle figure di Meves, e a quelle formazioni dimostrabili nel grande spermatocito a cui ho dato il nome di condrosomi di Meves.

Dittocinesi e Cariocinesi.

La dittocinesi nel piccolo spermatocito incomincia nel punto in cui il nastro cromatico del nucleo si scinde e costituisce i noti segmenti che si foggiano ad anello o a cifra 8; un po' più tardi quindi, rispetto al nucleo, di quanto avviene pel grande spermatocito. L'apparato reticolare anche qui si divide in *dittosomi*, i quali vanno gradatamente disponendosi sovra un piano a formare un'evidentissima figura stellata: *la corona*. Qualcuno dei dittosomi si presenta a forma singolare e caratteristica con un piccolo foro centrale di forma elittica.

Costituita la corona, secondo leggi non ancora ben determinate anche qui i dittosomi si dividono *in due gruppi che si portano ai due poli della cellula.*

Lo stadio di corona e questo ultimo movimento dei dittosomi avvengono nel momento in cui il nucleo presenta la disposizione in anelli cromatici.

A questo punto si inizia la cariocinesi in stretto senso e le tetradi cromatiche si liberano dal protoplasma; a partire da questo momento però, data la estrema complicazione delle figure, per quanto ben definite ed elegantissime, e la piccolezza dell'elemento, è molto difficile di sceverare le diverse formazioni. Ad ogni modo, a parte i cromosomi, mi sembra fra gli elementi colorabili in nero col metodo dell'acido arsenioso, che dà in siffatti elementi risultati veramente brillanti, si possano distinguere: filamenti di lunghezze apparentemente uguali o multiple, omogenei, variamente intrecciati tra loro e coi cromosomi; filamenti a netta struttura granulare (quasi di granuli disposti in fila) variamente intrecciati, di lunghezza varia, descriventi anelli a complicate volute, talora anastomizzati e ramificati a formare una specie di canestro entro il quale stanno i cromosomi.

Io non voglio affermare che si tratti di due formazioni sicuramente diverse; dato però che esse siano tali, riferirei la prima all'apparato reticolare, la seconda ai condrosomi.

Quanto alle figure di Meves, riguardo a questo periodo, esse trovano riscontro, se non completamente, almeno in parte, nella seconda categoria di figure descritte.

Piccolo spermatocito di secondo ordine.

Appena costituito, lo spermatocito di secondo ordine si presenta come una piccola cellula con nucleo a blocchetti cromatici irregolari, grandi e vivamente colorabili; in esso sono particolarmente notevoli le forme di ricostituzione dell'apparato reticolare. *I dittosomi si riuniscono,* a quanto sembra, *in un lungo filamento qualche volta ramificato il quale va progressivamente avvolgendosi su se stesso ad un polo del nucleo fino a costituire un gomitolo abbastanza lasso che si trasforma poi in reticolo.*

La ricostituzione dell'apparato reticolare è fugacissima e poco dopo troviamo il nucleo colla cromatina disposta ad anelli e l'apparato reticolare già scomposto in *dittosomi che costituiscono la corona.* Segue la cariocinesi di questo elemento ed ha origine il piccolo spermatide.

Piccolo spermatide e nemasperma eupirene.

Il piccolo spermatide, sulla cui descrizione non insisterò per non ripetere quanto è già stato finamente e con precisione descritto da Meves, contiene oltre al nucleo e al centrosoma che dà luogo al filamento caudale, due categorie di formazioni; innanzi tutto, al polo opposto a quello d'onde ha origine il filamento caudale, si può mettere in evidenza un piccolo anello o una formazione reticolare molto piccola e semplice; questa formazione, a mano a mano che lo spermatide va trasformandosi in nemasperma, descrive un mezzo giro attorno al nucleo portandosi rasente al filamento

caudale, per collocarsi poi entro l'espansione protoplasmatica ben nota del nemasperma immaturo. Contemporaneamente noi osserviamo alcune figure già descritte dal Meves: fin dall'inizio situate attorno al filamento caudale che va sviluppandosi, si trovano quattro, o cinque o più formazioni sferiche, colorabili sia coll'argento, sia coll'ematossilina ferrica, le quali si riducono dapprima a quattro, poi a due probabilmente confluendo insieme; le due si allungano e si appiattiscono le faccie con cui si guardano e fra le quali sta il filamento caudale; assumendo la forma e la disposizione di due semi di caffè. Finalmente confluiscono insieme in una specie di manicotto situato attorno al filamento caudale.

Quanto al piccolo nemasperma, io non ho che a riferirmi completamente alla magistrale descrizione di Retzius; soltanto a quella descrizione devo aggiungere due particolarità di stuttura che ho potuto mettere in evidenza col metodo della reazione nera: un filamento elicoidale disposto per lungo tratto nel corpo del nemasperma e che finisce presso la testa in un anello elissoidale e un filamento spiroelicoidale che avvolge la porzione posteriore della testa del nemasperma.

Ed ora, a quali categorie di formazioni ascriveremo queste che abbiamo descritte? Ricordiamo innanzi tutto le tre che abbiamo chiaramente distinto nel grande spermatide: i condrosomi di Meves che costituiscono l'asse del nemasperma, l'apparato reticolare che si porta gradatamente alla porzione terminale del corpo del nemasperma e resta racchiuso in questo punto, i mitocondrî di Benda che costituiscono il filamento elicoidale.

Le difficoltà che si incontrano nel ravvicinare a questo schema le formazioni che si osservano nel piccolo spermatide sono molte e gravi, esse sono soprattutto determinate dalla scarsità del protoplasma di questo elemento e dal fatto che le diverse formazioni si presentano con una fisonomia affatto nuova.

Tali difficoltà ad ogni modo non riguardano che in piccola parte una delle particolarità di struttura che ho descritte, e più specialmente la prima, quell'anello o piccolo canestro che, situato dapprima dal lato opposto del nucleo a quello dove si origina la coda del nemasperma, compie poi un mezzo giro per portarsi alla dilatazione protoplasmatica dello stesso nemasperma. La situazione finale ed il modo di comportarsi di questo apparato è esattamente lo stesso che quello dell'apparato reticolare nel grande nemasperma. Si ha veramente l'impressione grossolana che esso sia un po' esiguo in rapporto con l'apparato reticolare dello spermatocito di secondo ordine e questo lascia adito a pensare che tale formazione non rappresenti tutto quanto esiste nello spermatide dell'apparato reticolare; ma finora non vi ha alcun argomento di osservazione diretta che ci autorizzi a discutere seriamente questa ipotesi.

Molto più difficile è dire quale parte spetti ai condrosomi di Meves, ai mitocondrî di Benda e ad altre parti della cellula riguardo alle grosse formazioni che si dispongono attorno al filamento caudale dallo stesso lato del nucleo e che vanno poi trasformandosi in un manicotto facente seguito alla testa e avvolgente il filamento caudale; certo il suo comportamento si distacca da quello delle due formazioni note nel grande nemasperma e tuttavia noi sappiamo che nel piccolo spermatide esistono certamente i condrosomi di Meves che abbiamo dimostrato chiari e caratteristici negli spermatociti da cui essi provengono e i mitocondrî di Benda giacchè troviamo nel

nemasperma il caratteristico filamento elicoidale. Da questo punto di vista senza voler decidere in modo assoluto la questione, si può però affermare che il disporsi a manicotto è più caratteristico dei mitocondrî di Benda nè d'altronde si può escludere che in questi elementi le due formazioni sieno in rapporti così stretti (e forse conglobati insieme l'una all'altra) da essere impossibile il distinguerle. Sarebbe ancora da stabilire la provenienza del filamento spiroelicoidale della testa, ma da questo punto di vista io nulla di preciso potrei dire.

Anche nel piccolo nemasperma col metodo di Kopsch si ha la colorazione nera di uno strato periferico nella parte anteriore della testa e anche qui si potrebbe ripetere quanto abbiamo detto pel nemasperma oligopireno.

MAMMIFERI.

Più difficilmente solubile, e sarebbe stata insolubile se considerata in se stessa, è la questione che riguarda i mitocondri e l'apparato reticolare delle cellule spermatiche dei mammiferi.

Riguardo ai mammiferi, i mitocondrî sono noti in seguito alle classiche ricerche di Benda. Quanto all'apparato reticolare esso vi fu descritto da Sjowall. Se non che dalle figure di Sjowall nessuno può convincersi che si tratti dell'apparato reticolare. Egli figura e descrive infatti delle masse colorabili in nero col suo metodo, in generale sferiche, raramente appena finestrate, che non assomigliano per nulla nè all'apparato reticolare interno che si può mettere in evidenza in tutte le altre cellule, nè all'apparato reticolare interno che io stesso sono riuscito a mettere in evidenza negli stessi elementi. Probabilmente nelle figure di Sjowal si tratta o dell'apparato reticolare profondamente alterato e rigonfiato, o di questo e di un'altra sostanza, intrecciata coll'apparato reticolare o in qualche modo rivestente i suoi filamenti o che ne riempie le maglie che talvolta si impregna anche coll'argento, l'idiozoma.

Fra i mammiferi io ho studiato più specialmente la cavia, il coniglio, il topo, il cane ed il gatto.

Innanzi tutto, noto incidentalmente, ho potuto mettere in evidenza un elegante e robusto apparato reticolare dalla cui descrizione mi esimo, riferendomi alla figura, nelle cellule di Sertoli; è di forma classica ed assomiglia a quella che si riscontra nelle cellule nervose.

Negli spermatogonii del coniglio l'apparato reticolare è a maglie strette, abbastanza grande rispetto al diametro della cellula e situato a lato del nucleo che esso non comprende nelle sue maglie; in tali elementi si riesce a colorarlo (le buone reazioni nei mammiferi sono sempre molto difficili e frammentarie) con relativa facilità specialmente nel coniglio e nel gatto.

Nello spermatocito l'apparato reticolare è relativamente più piccolo, talora finamente e classicamente reticolare, tal'altra costituito da pochi filamenti o da molti filamenti riuniti a formare un apparato reticolare molto fitto e stipato; alcune figure dànno l'idea di qualche cosa di molto mutevole, si trovano infatti forme

estremamente allungate, strozzate; infine figure assai simili a quelle di ricomposizione dell'apparato reticolare della piccola serie della paludina vivipara. Nello spermatide l'apparato reticolare è più piccolo ma tuttavia ben dimostrabile. Figure analoghe si possono mettere in evidenza nel cane, nel gatto, nel ratto. Nel ratto anzi mi è avvenuto di sorprendere qualche figura negli spermatociti in cui si sarebbe detto trattarsi di apparato reticolare in via di segmentazione; ma, data la reazione poco sicura che si ottiene su questi elementi, dato i limitati tratti di canalicolo in cui la reazione avviene, infine che in tali elementi io non ho ottenuto preparati dimostrativi se non con un solo metodo di impregnazione metallica, io non voglio affermare senz'altro che si tratti di vere figure di segmentazione. Ad ogni modo pare probabile che si tratti di questo processo, data la sicura corrispondenza dell'apparato reticolare con quello delle cellule spermatiche della paludina, e la esatta corrispondenza di tutti gli stadî che si sono finora potuti mettere in evidenza. Oltre a queste figure io ho pure potuto mettere in evidenza in alcuni spermatidi figure di bastoncini arcuati diffusi nel protoplasma cellulare. Certo mi si è affacciato il dubbio che potesse trattarsi di frammenti dell'apparato reticolare, ma non avendo una tale supposizione altro fondamento che quello di una analogia morfologica non perfetta, voglio tenere di fronte ad essa una assoluta riserva.

Una questione molto importante dal punto di vista biologico è quella dalla sorte dell'apparato reticolare nella trasformazione dello spermatide in nemasperma; riguardo a questo però io devo dire che nei mammiferi non sono giunto ad una risoluzione completa della questione. Si lotta qui contro difficoltà d'ogni maniera date e dalla rarità di buone reazioni e dalla estrema scarsità del protoplasma degli elementi. Ad ogni modo sembra che una parte dell'apparato reticolare passi nel corpo residuale e una parte rimanga nel nemasperma. Alcune volte si vede una divisione in due, altre volte si trovano anelli o filamenti, probabilmente derivati dalla divisione dell'apparato reticolare.

Mitocondri e condrosomi nei mammiferi.

Non ho fin qui fatto cenno dei mitocondrî già ben noti in tali elementi specialmente dagli studî di Benda e di Duesberg; soltanto rileverò come nello spermatide mi è avvenuto di dimostrare specialmente nel coniglio e nel ratto particolari formazioni le quali si ricollegano colle figure che disegnano nella grande serie della paludina vivipara i condrosomi di Meves.

Tali figure io ho osservato più precisamente nello spermatide del ratto e del coniglio durante il suo periodo di trasformazione in nemasperma. Si tratta nel ratto di una determinata categoria di granuli sferici i quali si dispongono dapprima ad occupare una determinata regione ben delimitata dal protoplasma e diversa da quella in cui giace l'apparato reticolare; in seguito essi si ordinano in serie lineari le quali si dispongono poscia a costituire un fascetto molto simile a quello descritto nel grande spermatide della paludina (si confronti la figura 92 colle figure 43-48).

Quando si inizia la trasformazione dello spermatide in nemasperma, appena il nucleo si è portato ad un estremo della cellula, questo fascetto si colloca immedia-

tamente a ridosso del nucleo a costituire l'asse dello spermatide stesso e quindi del nemasperma. Anche nel coniglio ho potuto dimostrare una formazione assiale perfettamente corrispondente.

Anche a proposito del nemasperma del coniglio mi è avvenuto di mettere in evidenza un filamento elico-spirale che avvolge la parte posteriore della testa; esso si origina entro il protoplasma dello spermatide e si colloca poi nella sua posizione definitiva. A mano a mano che il nemasperma diviene completo questo apparato va assumendo la forma definitiva di un cappuccio rivestente la metà posteriore della testa del nemasperma stesso.

Una siffatta particolarità di struttura esiste anche nel gatto e probabilmente anche in tutti gli altri mammiferi, nel gatto anzi l'estremo anteriore di questo filamento si impregna con facilità maggiore mediante i sali d'argento ed avviene spesso che di esso si colora soltanto appunto questo anello anteriore.

A parte questo filamento sulla cui derivazione non ho finora elementi sicuri di giudizio, esistono adunque anche nelle cellule spermatiche dei mammiferi tre ordini di formazioni ben dimostrabili. L'apparato reticolare interno, i mitocondrî di Benda, i condrosomi di Meves la cui sorte finale, per quanto ci è dato seguirla, appare identica a quella a cui le stesse formazioni vanno incontro nella paludina vivipara.

Le diverse formazioni e loro classificazione.

Volendo ora venire ad una classificazione delle formazioni intraprotoplasmatiche che ho potuto mettere in evidenza durante il corso de' miei studî e seguire attraverso a due divisioni cellulari e alla trasformazione dello spermatide in nemasperma, io prenderò come paradigma il grande spermatide della paludina, il quale presenta una disposizione, a mio modo di vedere, assolutamente schematica.

In esso troviamo il nucleo ad un estremo della cellula, l'apparato reticolare di Golgi al centro di essa, le formazioni che ho chiamate condrosomi di Meves disposte a costituire un fascio centrale, i mitocondri di Benda alla periferia della cellula stessa. Tutti questi elementi si mantengono nel loro sviluppo ulteriore indipendenti. Noi abbiamo quindi in questo elemento contemporaneamente tre categorie di formazioni nettamente distinte fra loro le quali hanno un comportamento evolutivo caratteristico corrispondente ad una legge ben determinata. I mitocondri di Benda, i condrosomi di Meves, l'apparato di Golgi.

Che l'apparato di Golgi sia una formazione distinta dalle formazioni mitocondriali non vi ha dubbio; nella paludina e nei mammiferi basta un confronto di figure per convincersene; si tratta di apparati che hanno una evoluzione propria e distinta. Che essi poi abbiano una genesi comune o un rapporto diretto di derivazione io non potrei negare per quanto tutti i fatti descritti nei miei studî includano piuttosto argomenti contrarî ad una tale supposizione. Certo è ad ogni modo che attraverso alle tre generazioni delle cellule spermatiche si possono sempre mettere in evidenza un apparato di Golgi, sia nella sua forma classica, sia sotto forma di dittosomi e un apparato mitocondriale. Ma anche per l'apparato mitocondriale ho detto, e non mi

dissimulo che una tale affermazione desterà una certa sorpresa, che i condrosomi di Meves descritti nel grande spermatide della paludina vivipara e i loro omologhi non sono quelli che il Benda ha descritto in tale elemento come mitocondri e i loro omologhi, ma che si tratta di due formazioni distinte.

Un punto storicamente caratteristico a questo riguardo è quello in cui Benda fa la critica del metodo di colorazione usato dal Meves: egli sostiene che il metodo usato dal Meves per la colorazione dei mitocondri è inadatto allo scopo; infatti, secondo lui, Meves colora soltanto un piccolo gruppo dei mitocondri occupanti un'area limitata nelle cellula, mentre essi occupano tutta la zona periferica del protoplasma cellulare.

Il fatto è che i reperti avuti da Benda e da Meves sono entrambi rispondenti alla realtà e completi dal punto di vista della particolarità presa in considerazione, soltanto si riferiscono a formazioni diverse e il cui destino finale è diverso; mentre infatti i mitocondri di Benda sono destinati a dar luogo al filamento elicoidale del nemasperma, i condrosomi di Meves costituiscono in ultima analisi l'asse del nemasperma stesso. Su questo punto anzi, i fatti che ho fino ad ora osservati, unitamente ai reperti di Benda e di Duesberg per i mammiferi, mi autorizzano senz'altro ad ammettere che allo stesso modo le stesse formazioni si comportano anche nei mammiferi.

Distinte queste tre formazioni, vediamo se delle formazioni descritte sotto altro nome nelle cellule spermatiche ed in altri elementi, da me già enumerate in principio di questa Nota, possano eventualmente identificarsi, o se hanno rapporti di qualche maniera con alcuna di quelle da me considerate.

Lascio da parte i *cromidii* e i *trofospongi di Holmgreen*, su cui tornerò più particolarmente in seguito e mi occuperò dell'*idiozoma*, delle *formazioni iuxtanucleari dei pseudocromosomi* « *centralcapseln* » e *centroformien* ».

Quanto al significato dell'*idiozoma*, considerato finora come un annesso del centrosoma, io credo che vi sia tutt'ora molto da discutere, ed è anzi probabile, almeno per quanto riguarda la paludina, che l'idiozoma non abbia nulla a che fare col centrosoma.

In questa oscurità di significato non si può non pensare, tra le formazioni che potrebbero avere con esso qualche analogia, alla sostanza di Nissl delle cellule nervose; le zolle di Nissl, veramente, che presentano coll'idiozoma alcuni caratteri simili di colorabilità, sono estese a tutto il corpo cellulare e intrecciate con l'apparato reticolare e il rimanente protoplasma, l'idiozoma invece è soltanto intrecciato con l'apparato reticolare e non occupa che una piccola porzione del corpo cellulare. Anche l'apparato reticolare però nelle cellule nervose è esteso a tutto il protoplasma e qui non ne occupa che una piccola porzione. Ad ogni modo una analogia fra le due formazioni non si può certo affermare.

Le formazioni iuxtanucleari (*nebenkern* di La Vallette St. George, *protoplasma superiore* di Prenant) si riferiscono specialmente all'apparato reticolare interno. Le figure date dagli autori sono infatti in parte ben riconoscibili come figure incomplete di apparati reticolari interni, sotto il nome di *nebenkern*, però sono comprese anche formazioni riferibili ai mitocondri e formazioni riferibili alla centrosfera.

I *pseudocromosomi*, descritti specialmente dall' Heidenhain si riferiscono senza dubbio all'apparato di Golgi; si tratta di colorazioni incomplete di esso o di elementi cellulari còlti durante il processo dittocinetico in cui i dittosomi si sono già divisi l'uno dall'altro. Quanto alle capsule o formazioni membranose da cui deriverebbero i pseudocromosomi, io non le ho mai verificate e credo autorizzato il dubbio che i reperti in questo senso sieno dovuti a prodotti artificiali del metodo usato. Per conto mio credo di aver dimostrato con assoluta sicurezza la derivazione dei dittosomi, nella categoria dei quali devono rientrare per la maggior parte i pseudocromosomi degli autori, dall'apparato reticolare, il quale si forma colla cellula e mantiene durante tutta la vita dell'elemento stesso la sua individualità e la sua fisonomia caratteristica.

Pei *centroformien* di Ballowiz non vi ha dubbio che corrispondano all'apparato reticolare di Golgi.

Formazioni mitocondriali

(mitocondri, condroconti, condromiti, condrosomi, ecc.).

Per una trattazione ordinata di questo intricato argomento, sarebbe innanzi tutto opportuno di sceverare fra tutte le formazioni descritte come mitocondri quelle che si devono considerare veramente tali, poi dividere quelle che corrispondono alla primitiva formazione descritta da Benda, da quelle illustrate specialmente da talune ricerche di Meves. Ma non è mia intenzione di far qui un'ampia rivista di tutte le formazioni descritte sotto tale denominazione e di discuterle una per una. Soltanto mi limiterò ad esaminare ed a discutere, in base ai fatti osservati, le diverse ipotesi emesse circa la loro origine, la loro natura, il loro significato, ed il loro comportamento biologico.

Riguardo alla loro derivazione e natura, si sostengono parecchie ipotesi: derivazione dal nucleolo (Wassilieff), natura e derivazione nucleare (Goldsmith, Popoff, ecc.) natura protoplasmatica essenziale e derivazione autonoma, (Benda, Heidenhain, Meves, ecc.) natura deutoplasmatica (Russo).

L'opinione che ammette la derivazione dal nucleolo dei mitocondri, opinione isolata di Wassilieff, non credo possa esser messa in linea. Per conto mio, non ho osservato un solo fatto che avvalorasse questa ipotesi per quanto abbia sempre avuto i nucleoli ben colorati in tutti i miei preparati di mitocondri studiati in qualsiasi momento della vita della cellula.

La questione dell'origine nucleare dei mitocondri si lega intimamente con quella dell'analogia di tali formazioni coi *cromidii*, formazioni cromatiche derivate dal nucleo e deve esser quindi considerata con grande attenzione.

Dal punto di vista morfologico, se non esiste identità, si ha però una somiglianza abbastanza decisa fra alcune formazioni mitocondriali e talune disposizioni della cromatina. Questo criterio ha però un valore relativamente scarso perchè, trattandosi di filamenti e di granuli, nell'uno e nell'altro caso, forme non caratteristiche, ma dif-

fusissime negli elementi cellulari di ogni maniera, si comprende come sia facile di trovare delle analogie morfologiche. Quanto agli argomenti che si riferiscono ad affinità chimiche, essi sono invece tutti recisamente contrarî, per quanto riguarda i condrosomi di Meves; nessuno infatti dei colori elettivamente nucleari colora queste formazioni. I mitocondri di Benda invece, sebbene di solito non si colorino, in qualche caso isolato e durante un momento evolutivo relativamente assai breve, nella paludina vivipara, possono colorarsi con taluni colori nucleari.

Anche il fatto da me descritto di fuoruscita di materiali nucleari nel protoplasma potrebbe essere un argomento a sostegno dell'ipotesi dell'origine nucleare dei mitocondri e tanto più in quanto in taluni casi, nelle vescicole che si sequestrano dal nucleo si trovano delle figure cromatiche identiche per forma e grandezza a quelle che assumono i condrosomi di Meves. A questo riguardo però si deve tener conto del fatto che i condrosomi di Meves si trovano già estremamente numerosi nello spermatocito prima che si inizî il processo di fuoruscita di materiali dal nucleo ed esistono nella cellula fino dalla sua formazione: se poi aggiungiamo gli argomenti che ci vengono forniti dall'aver seguìto l'evoluzione ulteriore dei condrosomi nelle successive cariocinesi in cui essi passano metà nell'una e metà nell'altra cellula figlia, serbando un comportamento ben individuato e consideriamo che non è dimostrato che in tutti gli spermatociti avvenga il processo descritto, di scambio di materiali fra il nucleo ed il protoplasma, noi non possiamo non pensare che una derivazione nucleare dei mitocondri, che si risolve in una omologia coi cromidii, sia improbabile.

Argomenti più suggestivamente favorevoli si potrebbero trovare ad una derivazione nucleare dei mitocondri di Benda, per quanto riguarda la paludina vivipara; stanno in favore dell'ipotesi i loro caratteri di colorabilità e il fatto, che realmente dal momento in cui è costituito lo spermatide, la massa della cromatina appare fortemente diminuita: contemporaneamente a questa diminuzione per lo meno apparente della cromatina, ha luogo la comparsa dei mitocondri di Benda. Se non che, oltre al fatto che non si può dimostrare che non tutta la cromatina non è rimasta nel nucleo e che essi potrebbero derivare anche dall'idiozoma colla sostanza del quale vi è analogia di colorabilità, sta l'altro argomento di ben maggior valore, in quanto basato su osservazioni dirette, che nei mammiferi, come Benda ha dimostrato, tali formazioni si seguono, autonome, attraverso a tutta la serie spermatica.

La natura protoplasmatica delle formazioni mitocondriali trova largo consenso fra gli osservatori; vi ha però una divergenza a seconda che si ritiene, che si tratti di una differenziazione del protoplasma stesso fino ad un certo punto individuabile, oppure che siano parte integrante del protoplasma stesso, la parte più nobile e più squisitamente vitale (Heidenhain, Meves). Più specialmente il Meves ravvicina senz'altro i mitocondri con la massa filare di Flemming e i bioblasti di Altmann, trovando in essi il punto di raccordo fra le teorie dei due autori (anche l'apparato reticolare corrisponde per lui ai mitocondri e quindi alla stessa formazione, ma riguardo a questo ho già dimostrato che si tratta di una formazione diversa).

Quanto ad una identificazione tra formazioni mitocondriali e massa filare di Flemming sostenuta da Heidenhain e Meves io osserverò soltanto che per taluni ele-

menti si avrà realmente una corrispondenza fra la struttura filamentosa descritta dal Flemming stesso o da altri osservata e la disposizione dei mitocondri dimostrata più tardi negli stessi elementi con metodi d'indagine più fini, ma che certamente la disposizione dei mitocondri non corrisponde che in taluni casi alla massa filare, secondo la teoria passata ormai ai trattati e divenuta classica come teoria della struttura filamentosa di Flemming. L'aspetto filamentoso considerato da quella teoria probabilmente è dato dai mitocondri, dall'apparato di Golgi, e infine da vere e proprie strutture del protoplasma. Quanto ai granuli o bioblasti di Altmann si deve fare la stessa restrizione. Per bioblasti l'Altmann descrisse ogni sorta di granulazioni, fra le le quali con tutta probabilità talune e non la maggior parte, corrispondono ai mitocondri; il che vuol dire che non è lecita una identificazione assoluta fra questa formazione ben definita e tutto ciò che è stato descritto sotto la denominazione di bioblasti.

Vi è infine chi sostiene che i mitocondri non siano che paraplasma e che la loro quantità si può sperimentalmente modificare sottomettendo a speciali trattamenti l'animale a cui appartengono le cellule prese in esame. Così modificando la nutrizione il Russo sostiene che si può far variare la quantità dei mitocondri nelle cellule sessuali. Per conto mio non credo che le formazioni descritte dal Russo come mitocondri siano realmente mitocondri e penso che a buona ragione il Levi ha contestato le sue conclusioni.

Per mio conto, in base alle ragioni esposte, penso che probabilmente i mitocondri sieno una formazione di spettanza del protoplasma e giacciano nel protoplasma avendo nello sviluppo della cellula una certa autonomia; che essi ad ogni modo non siano (come pensa Meves) « il protoplasma ».

Dal punto di vista della loro composizione chimica è stato detto che essi siano costituiti prevalentemente da lipoidi, nessun argomento seriamente fondato però fino ad ora abbiamo a sostegno di questa idea.

Quanto alla funzione, Benda ha pensato che essi abbiano importanza dal punto di vista del movimento della cellula. Egli induceva questo dal fatto che i mitocondri costituiscono nel nemasperma il filamento elicoidale. Su questo punto, pur senza volere in alcun modo infirmare questa ipotesi di Benda, si può osservare, che, per quanto sia oscura la funzione del filamento elicoidale del nemasperma, non è certo l'ipotesi di una azione meccanica l'unica possibile, a questo riguardo, anzi sarebbe meno spiegabile un'azione meccanica per parte del filamento spiro-elicoidale da me descritto in rapporto con la porzione posteriore della testa del nemasperma (e recentemente da Retzius in spermii di altri animali). D'altronde, per quanto sarebbe assolutamente campata in aria un'ipotesi in questo senso, è singolare la somiglianza morfologica del corpo dei nemaspermi con taluni dispositivi elettrici. Koltzoff ha pensato che i mitocondri siano destinati a costituire l'apparato di sostegno, lo scheletro in certo senso della cellula. E anche questa ipotesi fino ad un certo punto

sarebbe conforme al modo di comportarsi dei condrosomi di Meves che si dispongono nel nemasperma lungo l'asse dell'elemento. Però anche riguardo a questa ipotesi come a tutte quelle circa la natura e la funzione dei mitocondri, credo si debba finora tenere una completa riserva.

Riguardo alla riproduzione cellulare, i mitocondri si dispongono, secondo la maggioranza degli autori, a costituire un rivestimento intorno al fuso acromatico; in parecchi casi però questo non avverrebbe; riguardo a questo punto le mie ricerche non hanno che confermato questo modo di vedere e rilevato inoltre alcune loro disposizioni finora non note che assumono durante la dittocinesi; ma non è il caso di insistere quì nei particolari osservati. Si è fatta la questione se si tratti di una divisione passiva o di una divisione attiva dei mitocondri; in base ai risultati delle mie ricerche che ho esposto, io inclino coi più a ritenere che si tratti di una divisione passiva senza però voler fare a questo proposito una precisa affermazione.

Rimane a considerare la questione del destino finale delle formazioni mitocondriali durante la differenziazione dei diversi elementi a costituire i tessuti. Meves nel suo interessantissimo lavoro sui condroconti dell'embrione di pollo ci descrive l'esistenza di elementi simili ai mitocondri delle cellule seminali, che egli anzi ritiene loro omologhi; segue queste formazioni fino ad un certo grado di differenziazione ed ammette, con molta riserva, l'ipotesi che essi costituiscano la parte del protoplasma destinata a subire una differenziazione; a differenziarsi per esempio in fibrille nervose, in fibrille muscolari, ecc. A parte la questione tutt'altro che risolta, se i condromiti dell'embrione corrispondano ai mitocondri delle cellule sessuali, a parte il dubbio giustificato che non in tutte le figure di Meves si tratti della stessa formazione e che taluna soprattutto fra quelle di cellule in cariocinesi, non si riferisca invece all'apparato di Golgi (1), questa ipotesi si presenta come molto seducente e logica. Ad ogni modo è più prudente, e per conto mio norma assoluta della scuola a cui appartengo, di attendere prima un sicura base di fatti dimostrati; e questa base fino ad oggi le manca.

Infine Meves attribuisce ai mitocondri un valore fisiologico altissimo, elevandoli alla dignità di portatori dei caratteri ereditarî, dignità fin qui riconosciuta per consenso pressochè unanime al nucleo. Se non che, a mio modo di vedere, questa opinione manca fino ad oggi di fondamento poichè nulla si può dire circa una eventuale partecipazione dell'apparato reticolare e dei mitocondri al trasporto dei caratteri ereditarî fino a che non sia noto il loro comportamente durante il processo di fecondazione (2). Le modificazioni del nucleo sono così costanti e caratteristiche, corrispondono ad una legge così precisa e con varianti costanti in ciascuna specie di animali, che è difficile il negare al nucleo una parte preponderante in siffatta funzione. Simili varianti non sono state dimostrate finora per gli altri apparati della cellula. Ad ogni

(1) Si comprende d'altronde che il Meves non abbia considerata questa questione poichè egli ammette che mitocondri e apparato reticolare non rappresentino che due aspetti della stessa formazione.

(2) Anche Retzius nel suo recente lavoro sugli spermii si esprime decisamente in questo senso.

modo sarebbe logico piuttosto ammettere che le diverse eredità: cellulare, individuale, della specie, fossero assegnate a diverse parti della cellula; ma quando volessimo assegnarle ci troveremmo senza elementi di giudizio per fare una classificazione.

L'apparato di Golgi e la dittocinesi.

L'apparato di Golgi, scoperto dapprima nelle cellule nervose, deve ormai riguardarsi come un organo costitutivo essenziale della cellula, la cui importanza si impone non solo nel campo della biologia normale, ma anche in quello della patologia.

Il rifare la storia delle conoscenze su questo apparato sarebbe cosa vana (1), ricorderò soltanto che le ricerche svoltesi su questo argomento specialmente per opera della scuola di Golgi, hanno condotto alla dimostrazione della presenza dell'apparato reticolare in quasi tutti gli elementi cellulari normali ed in parecchi elementi patalogici.

Fino ad oggi però è sempre sfuggito, come rileva lo stesso Golgi, il suo significato, sul quale si sono emesse soltanto ipotesi molto discutibili e nulla assolutamente è emerso circa la sua fisiologia e la parte che esso potesse eventualmente avere nella vita della cellula.

Le mie ricerche, come risulta da quanto ho esposto, mi hanno condotto invece a dimostrare ben definite e caratteristiche attività vitali di questo organo costitutivo della cellula. Rilevo subito che la conoscenza di questi fenomeni biologici fa cadere tutte le interpretazioni avanzate fino ad oggi sulla natura dell'apparato di Golgi e ci dimostra che esso occupa un posto molto elevato nell'organizzazione della cellula.

Da quanto ho esposto risulta infatti come l'apparato reticolare sia il primo a dare il segno della divisione cellulare ed il primo a compiere la propria divisione, con una precedenza un po' maggiore sul nucleo nel grande spermatocito della paludina, con una precedenza un po' minore nel piccolo e probabilmente allo stesso momento che in quest'ultimo nei mammiferi; in esso si svolgono una serie di modificazioni, che ricordano in modo impressionante la cariocinesi nucleare (2). Noi abbiamo infatti, come risulta dalla descrizione e dalle tavole, una riproduzione impressionante delle figure cromatiche appartenenti alla profasi ed all'inizio della metafasi. Se si vuole si può trovare anche qualche figura simile a quelle dell'anafasi ma si tratta di ravvicinamenti che si impongono assai meno.

Sta ad ogni modo il fatto che, prima che si iniziino gli altri processi della divisione indiretta, l'apparato reticolare si divide in segmenti uguali fra loro, e che, attraverso ad una serie di figure caratteristiche, esso si divide in due parti ciascuna delle quali costituisce l'apparato di Golgi di una delle due cellule figlie; e che,

(1) Per una completa esposizione sull'argomento mi rimando al lavoro recente di Golgi: *Di una minuta particolarità di struttura*, ecc. Archivio per le scienze mediche, vol. XXXIII.

(2) Per questa corrispondenza e per analogia colla parola cariocinesi da δικτυον ho chiamato dittocinesi il fenomeno e dittosomi le particelle in cui si divide l'apparato reticolare per il processo dittocinetico.

come ogni nucleo cellulare deriva dal nucleo della cellula madre così l'apparato reticolare proviene dall'apparato reticolare della cellula madre.

Certamente si affacciano, a proposito della dittocinesi, molte ed interessanti questioni, che già si sono poste ed in parte risolute per la cariocinesi e sulle quali bisogna attendere la luce da ulteriori studî e più specialmente: i dittosomi passano interi per metà numerica nell'una e nell'altra delle cellule figlie, oppure ciascun dittosoma, come avviene pel cromosoma, si divide in due parti destinate l'una all'una e l'altra all'altra delle cellule figlie? Quali sono le forze che determinano il movimento dei dittosomi; forze meccaniche o chemiotattiche? Questi movimenti sono attivi o passivi?

Riguardo alla prima questione rileverò soltanto che si possono sorprendere figure simili o che ricordano quelle di piastra equatoriale; si tratta però di una semplice impressione a cui non credo di poter dare valore.

Riguardo alla seconda mi trovo pure nella impossibilità di rispondere in qualsiasi modo; ricorderò a questo proposito che durante la figura di corona i condrosomi si dispongono radialmente a serie lineari fra i dittosomi e si presenta la questione se sia passiva la disposizione dei condrosomi e attiva quella dei dittosomi o viceversa.

Quali altre manifestazioni biologiche oltre a quelle che si collegano colla riproduzione cellulare sia capace di compiere l'apparato reticolare, io non potrei definire; certamente però esso è capace di un accrescimento che si può seguire assai bene nell'auxocito della paludina. Inoltre colpisce la variabilità di forma che esso assume negli spermatociti dei mammiferi, variabilità di forma che fa pensare ad un organo facilmente modificabile, e a manifestazioni vitali squisitamente attive.

Stanno a sostegno di questa idea anche i reperti sperimentali ottenuti da Marcora nelle cellule nervose.

Ho detto che l'apparato reticolare negli elementi sessuali dei mammiferi si presenta come un apparato abbastanza proteiforme (come risulta dalle figure); parrebbe che questo sia in contraddizione con quanto è noto fino ad oggi riguardo agli altri elementi. Ma tale contraddizione non si ha di fatto; basterà ricordare i reperti di Verson e von Bergen negli elementi linfatici, di Maccabruni nei megacariociti, infine confrontare le figure date da Pensa e da von Bergen riguardo alle cellule cartilaginee. Gli apparati descritti da questi due autori si corrispondono esattamente per la struttura, ma, mentre le figure di Pensa li rappresentano estese a tutto il corpo cellulare, quelli di von Bergen le rappresentano occupanti una piccola parte di esso.

Riguardo alla struttura anatomica dell'apparato reticolare, esso si presenta in genere come un sistema di filamenti intrecciati o anastomizzati e, durante la divisione, sotto forma di bastoncini arcuati, piccoli anelli, piccoli dischi; fra le quali forme definite, stanno parecchie forme di passaggio. E' notevole che qualche volta col metodo di Kopsch e quasi sempre colla reazione all'acido arsenioso i filamenti dell'apparato di Golgi e i dittosomi appaiono notevolmente più grossi, che non con la reazione nera e ordinariamente col Kopsch. Questo fatto potrebbe essere spiegato in tre modi: o ammettendo che i filamenti che costituiscono l'apparato reticolare siano costituiti da due sostanze delle quali l'una forma l'asse l'altra un rivestimento, o

ammettendo che quando i filamenti si presentano più grossi questo fatto sia dovuto alla precipitazione di determinate sostanze (sali d'argento ecc.) sui filamenti stessi; o infine che il fatto sia dovuto ai fissatori che li raggrinzino o li rigonfino; queste due ultime spiegazioni si comprendono meno facilmente per ciò che riguarda i risultati del metodo di Kopsch.

Sulla composizione chimica dei filamenti dell'apparato reticolare o su sostanze eventualmente in esso contenute nulla di preciso finora si può dire, per quanto talune reazioni facciano pensare alla presenza di lipoidi. Ricorderò la colorazione in nero tardiva coll'acido osmico e successiva azione dell'alcool e la colorazione vitale dei suoi residui nel nemasperma col « neutralroth ».

Riguardo ad eventuali rapporti con la centrosfera, questione già ampiamente discussa da Golgi, ricorderò le ricerche recenti di Maccabruni il quale nei megacariociti mise in evidenza l'apparato reticolare che si trova in situazione diversa (esoplasma) da quella in cui giacciono i centrosomi (endoplasma) e non vide alcun rapporto fra le due formazioni. Riguardo alla paludina, in cui gli elementi si prestano all'analisi dei rapporti, certamente esiste uno stretto rapporto topografico fra idiozoma e apparato reticolare, essendo l'uno intimamente intrecciato con l'altro. Ma io penso che l'idiozoma non corrisponda alla centrosfera, poichè il corpo da me descritto come probabile centrosoma, che si trova in tutt'altra posizione, ha tutte le proprietà ed il comportamento descritto come caratteristico del centrosoma.

Riguardo all'ipotesi che l'apparato di Golgi sia una rete canalicolare e corrispondente ai trofospongi, sostenuta da Holmgren e da Cajal, dopo la descrizione fatta in questo lavoro dei fatti biologici che si svolgono per parte dell'apparato reticolare stesso, non credo possa essere più nemmeno presa in considerazione.

Volendo determinare il significato dell'apparato di Golgi dopo quanto ci è noto, io credo di essere autorizzato ad affermare che *esso è una parte costitutiva della cellula, capace di manifestazioni vitali proprie, ben evidenti, vivaci e caratteristiche, nella quale prima che nel nucleo si inizia il processo della divisione cellulare.* Esso occupa senza dubbio un posto molto elevato nella fisiologia cellulare.

Una maggior luce sulla importanza e sul significato dell'apparato reticolare noi possiamo attendere ora specialmente da due ordini di studî, i quali si devono considerare di importanza capitale; lo studio della struttura dei protozoi e lo studio del suo comportamento nel processo di fecondazione.

Non posso metter fine alla trattazione del significato dell'apparato reticolare senza ricordare una ipotesi avanzata, non precisamente per tale apparato dall'Enriques nel suo lavoro sulla dualità nucleare degli infusorii e che si presenta veramente suggestiva.

Egli pensa che il macronucleo di questi esseri unicellulari corrisponda alle formazioni ergastoplasmatiche delle cellule dei metazoi.

Se non che, a parte l'identificazione col macronucleo, per ergastoplasma si sono descritte le formazioni più diverse.

Una simile ipotesi si presenta ora suggestiva per l'apparato reticolare; noi abbiamo veduto che esso durante la divisione della cellula si comporta presso a poco

come un nucleo; si hanno in sostanza due cariocinesi in parte successive in parte contemporanee come negli infusorii.

E certo si presenterebbe logica l'ipotesi che non esistano due tipi cellulari distinti, ma che il tipo sia unico e che nelle cellule dei metazoi una delle due individualità nucleari sia rappresentata dall'apparato di Golgi.

Io non insisterò su questa ipotesi, di fronte alla quale intendo mantenere per ora, una completa riserva.

Alcune considerazioni sulle forme di passaggio e sul tipo delle cellule spermatiche.

Dagli studii analitici di Retzius risulta il piano costante di organizzazione dei nemaspermi secondo un tipo unico in tutte le specie animali, per quanto la loro forma offra differenze notevolissime. Queste mie ricerche che descrivono particolarità di struttura analoghe in animali molto lontani nella scala zoologica aggiungono nuovi dati di valore non trascurabile nello stesso indirizzo.

Nelle mie ricerche mi è avvenuto in parecchi casi di stabilire l'esistenza di talune particolarità di struttura che erano note riguardo ad altri nemaspermi e non descritte o negate riguardo a quelli da me presi in considerazione; tale fatto era poi considerato come esponente di una diversa organizzazione; così per il filamento elicoidale dei nemaspermi della paludina. Così ho pure potuto mettere in evidenza un filamento elico-spirale della testa dei nemaspermi nella paludina e nei mammiferi mentre contemporaneamente Retzius lo scopriva nei rettili, negli uccelli e in altri animali. Ho potuto mettere in evidenza nei mammiferi e nella paludina l'apparato reticolare interno e dimostrare per quanto mi è stato dato di seguirlo nei primi, un comportamento analogo. Finalmente ho messo in evidenza anche nello spermatide dei mammiferi una categoria di formazioni che si comportano come i condrosomi di Meves nella paludina, costituendo il caratteristico fascio che si dispone a costituire l'asse dell'elemento.

Ma il fatto che ho voluto rilevare già in una Nota preventiva è anche maggiormente notevole; esso si riassume nella dimostrazione che anche forme notevolmente diverse di serie spermatiche e appartenenti ad organismi molto lontani per organizzazione quali sono quella dei molluschi e dei mammiferi possono attraversare stadii in cui sono perfettamente ravvicinabili (spermatide grande della paludina, spermatide del ratto e del coniglio) e che qualche volta accade di trovare nell'evoluzione di un determinato nemasperma, nel mio caso il piccolo nemasperma della paludina, forme molto vicine o pressochè esattamente corrispondenti ai nemaspermi completi appartenenti ad altri esseri di organizzazione simile, notevolmente inferiore o talvolta anche superiore, così nel mio caso delle fucacee, dei vermi, degli echinodermi, degli antozoi, di altri molluschi, dei cordati. A questo proposito basterà confrontare le mie figure con quelle di Retzius riferentisi a questi animali.

Io non credo di dover spendere parole per rilevare l'importanza dottrinale di questi fatti.

CONCLUSIONI GENERALI.

1) L'apparato reticolare di Golgi e i mitocondri sono formazioni distinte e possono esistere contemporaneamente nella cellula.

2) Nelle cellule spermatiche si possono distinguere due categorie di formazioni mitocondriali la cui evoluzione ed il cui destino finale sono diversi, a queste due formazioni ho dato rispettivamente il nome di condrosomi di Meves e di mitocondri di Benda.

3) L'apparato reticolare di Golgi è una parte costitutiva della cellula, dotata di attività vitali proprie, squisitamente vivaci e caratteristiche.

4) L'apparato reticolare di Golgi, durante il processo di riproduzione cellulare, si divide in modo determinato, e, attraverso a figure caratteristiche, arriva a dar luogo ai due apparati reticolari delle due cellule figlie. A questo complicato fenomeno ho dato il nome di *dittocinesi*.

5) L'apparato di Golgi tra le parti costitutive della cellula è il primo a dare il segno della divisione cellulare; le prime fasi della dittocinesi si compiono quando il nucleo è ancora a riposo.

6) Tutte le ipotesi avanzate fino ad oggi sul significato dell'apparato reticolare, in seguito ai reperti esposti, devono ritenersi come assolutamente erronee.

7) Le formazioni mitocondriali non possono essere ritenute come esattamente corrispondenti ai « bioblasti » di Altmann o alla « filarmasse » di Flemming. Il loro comportamento non dà fondamento alcuno alle teorie granulari. La funzione loro attribuita di portatrici dei caratteri ereditarii, le ipotesi circa il loro significato e la loro destinazione finale, hanno finora scarso fondamento nei fatti.

8) Le cellule spermatiche di animali delle più diverse organizzazioni (e per lo meno anche delle fucacee tra i vegetali) hanno un tipo di organizzazione unico, che si rivela chiaramente sia nelle forme definitive, sia nelle forme di passaggio degli spermii, che possono corrispondere esattamente alle forme definitive di altri esseri.

Lavoro eseguito nel Laboratorio di Patologia generale ed istologia della R. Università di Pavia (diretto dal prof. C. Golgi).

BIBLIOGRAFIA

1. Altmann. Die Elementarorganismen ecc. Leipzig, 1890-1894.
2. Ancel. Arch. de Biol. T. XIX, 1902.
3. Id. Comptes R. de la Soc. de Biol. T. LIV.
4. Arnold. Virchows. Arch. B. 161.
5. Id. Münch. Med. Woch. 1902.
6. Id. Beiträge zur Path. Anat. 1905.
7. Id. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 65.
8. Id. Virchows. Arch. Bd. 196.
9. Id. Anat. Anz. Bd. 31.
10. Ballowitz. Arch. f. mikr. Anat. 1900.
11. Id. Anat. Anz. 1900.
12. Benda. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, 1896-97.
13. Id. Verh. d. Anat. Ges. in Kiel, 1898.
14. Id. Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, 1897-98.
15. Id. » 1898-99.
16. Id. » 1899-900.
17. Id. Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch. Bd. 13, 1902.
18. Bethe. Anat. Anz. Bd. XVII.
19. Bénéden (van). Arch. de Biol. T. IV.
20. Id et Julin. Bull. de l'Acad. de Belgique. 1887
21. v. Bergen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXIV.
22. Bizzozzero e Bottesselle. Arch. Scienze Med., 1909
23. Bolles Lee. La Cellule. T. XX, 1902.
24. Bouin. Bibliogr. Anat. 1899.
25. Id. » 1901.
26. Boveri. Zellen studien. Heft 6, 1907.
27. Broman. Anat. Anz., 1900.
28. Brugnatelli. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1908.
29. Brunn (von). Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII.
30. Buetschli. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXI.
31. Conklin. Biol. Bull. Vol. 8.
32. Crampton. Arch. f. Entwicklungsmek. Bd. 3.
33. Czermet. Gesammelte Abhand. Bd. III.
34. Dangeard. Botaniste, 1901.
35. Driesch. Arch. f. Entwicklungsmek. Bd. 4.
36. Id. » Bd. 7.
37. Id. » Bd. 16.
38. Id. Ergebnisse d. Anat. u. Ent. Bd. 14.
39. Duesberg. Anat. Anz. Bd. XXVII.
40. Id. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 71.
41. Fick. Anat. Anz. Bd. 7.
42. Enriques. Biologica. Vol. I, 1907.
43. Fischel. Verhand. der Pathol. Gesell., 1902.
44. Id. Arch. der Entwicklungsmek. Bd. 15.

45. Flemming. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XX.
46. Id. Biol. Zentrallblatt. Bd. III.
47. Id. Festschr. of R. Virchow, 1891.
48. Id. Zeitschrift f. Biol. Bd. XXXIV.
49. Id. Verh. der Anat. Gesell. 1899.
50. Fol. Anat. Anz. Bd. 6.
51. Frenzel. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXVII.
52. Fusari. Giorn. dell'Acc. Med. di Torino, 1909.
53. Garnier. Travail du laboratoire d'Histologie de Nancy, 1909.
54. Gemelli. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1900.
55. Holmgreen. Anat. Anz. Bd. XV-XVI-XVII-XVIII-XX-XXI.
56. Id. Anat. Hefte. Bd. XII-XV-XVIII-XXV.
57. Id. Arch. f. mikr. Anat. Bd. L-LXXI.
58. Golgi. Bollettino Soc. Med. Chir. Pavia, 1898.
59. Id. Arch. Italien. de Biol. T. 30, fasc. 1.
60. Id. Boll. Soc. Med. Pavia, 1898.
61. Id. Arch. It. de Biol., fasc. 2.
62. Id. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1900.
63. Id. Cinquantenaire de la Soc. de Biol., 1899.
64. Id. Verhandl. der Anat. Gesell. Pavia, 1900.
65. Id. Boll. Soc. Med. Pavia, 1908.
66. Id. Arch. It. de Biol., 1908.
67. Id. Archivio per le Scienze mediche, 1909.
68. Id. Arch. It. de Biol., 1909.
69. Id. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1909.
70. Goldschmidt. Zool. Jahrb. Vol. XXI.
71. Id. Arch. f. Protistenkunde. Bd. V.
72. Heidenhain. Anat. Anz. Bd. XVIII.
73. Id. Plasma und Zelle. Jena, 1907.
74. Held. Neurol. Zentralbl. Jahrg. 24.
75. Henking. Zeitschr. f. Wiss. Zool. Bd. LI.
76. Hermann. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXXIV.
77. Id. „ Bd. XXXVII.
78. Hertwig. Morph. Jahrb. Bd. 1.
79. Id. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 18.
80. Id. Die Zelle und die Gewebe, 1893.
81. Id. Die Zelle und die Allgemeine Biologie, 1906.
82. Hertwig R. Arch. f. Protistenkunde. Vol. 1.
83. Id. Festschrift f. Haeckel. Jena, 1904.
84. Hollander (d'). Bibliogr. Anat. Tom. 13.
85. Koelliker. Zeitschr. f. Wiss. Zool. Bd. XLII.
86. Koltzoff. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXVII.
87. Kopsch. Sitzungsb. d. K. Preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Bd. XL.
88. Korff (von). Arch. f. mikr. Anat. Bd. LIV.
89. Kostanecki und Wierzejski. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVII.
90. Landsteiner. Zieglers Beiträge, 1903.
91. Lenossek. A. f. mikr. Anat. Bd. LI.
92. Levi. Monit. Zool. It., 1907.
93. Loeb. Arch. f. d. ges. Phys. Bd. 99.
94. Id. Vorlesungen über die Dynamik der Lebenscheinungen, 1906.
95. Leisel. C. R. Soc. de Biol., 1901.
96. Id. Journ. de la Phys. e de l'Anatom. Tom. XXXVII.

97. Leisel. Journ. de la Phys. e de l'Anaiom. Tom. XXXVIII.
98. Marenghi. Memorie R. Istit. Lombardo Sc. e lett., 1903.
99. Maccabruni. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1909.
100. Metyner. Arch. f. Anat. und Phys., 1894.
101. Marcora. Boll. Soc. Med. Chir., 1908.
102. Id. » 1909.
103. Id. Anat. Anz., 1909.
104. Meves. Arch. f. mikr. Anat. Bd. L.
105. Id. » Bd. LIV.
106. Id. » Bd. LVI.
107. Id. » Bd. LXI.
108. Id. » Bd. LXX.
109. Id. » Bd. LXXII.
110. Id. Verh. der Anat. Ges. in Kiel, 1898.
111. Id. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 22.
112. Id. Anat. Anz. Bd. 31.
113. Meves e Duesbeg. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXXI.
114. Moriani. Atti R. Acc. Fisiocritici. Siena, 1901.
115. Id. Zieglers Beiträge. Vol. XXXV.
116. Michaelis. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVIII.
117. Munk. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. IX.
118. Negri. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1899.
119. Id. Verhand. Anat. Gesell. in Pavia. 1900.
120. Niessing. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XLVIII.
121. Nussbaum. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXIII.
122. Id. » Bd. XXVI.
123. Pensa. Boll. Soc. Med. Chir., 1899.
124. Id. » 1901.
125. Perroncito. Boll. Ist. Lomb. Scienze e Lettere, 1908.
126. Id. » 1909.
127. Id. Atti della VI Riun. Soc. It. di Patologia. Modena, 1909.
128. Platner. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXV.
129. Popoff. Anat. Anz. Bd. XXIX.
130. Id. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXX.
131. Popoff und Goldschmidt. Arch. f. Protistenkunde. Bd. VIII.
132. Prénant. La Cellule. T. III.
133. Id. » T. IV.
134. Id. Journal de l'Anat. et de la Physiol. T. XXXV.
135. Ramon y Cajal. Trabajos de investigaciones biologicas. Travaux d'Inv. Biologiques, 1902-1904-1906-1907-1908.
136. Ramon y Cajal Trattato sul Sistema Nervoso (in corso di stampa).
137. Reinke. A. f. mikr. Anat. Bd. XLIII.
138. Retzius. Biologische Untersuchungen. Bd. X-XI-XII-XIII-XIV.
139. Riquier. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1909.
140. Russo. Atti R. Acc. dei Lincei, Roma, 1906.
141. Id. » 1907.
142. Id. Boll. Acc. Gioenia di Catania, 1908.
143. Id, Atti Acc. Gioenia di Catania, ser. 5ª, vol. II.
144. Sangiorgi. Giorn. dell'Acc. di Med. di Torino, 1909.
145. Schönfeld. Arch. de Biol. T. XVIII.
146. Id. C. R. de l'Ass. des Anatomistes. V Sess., 1903.
147. Sjöwall. Anat. Anz. Bd. XXVIII.

148. Smirnow (von). Anat. Hefte. Bd. 32.
149. Somer (de). Ann. de la Soc. Med. de Gand. Vol. 85.
150. Strassburger. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 44.
151. Id. » Bd. 45.
152. Suckanoff. Revue Neurologique, 1902.
153. Id. Nevraxe. Vol. IV.
154. Van der Stricht. C. R. de l'Assoc. des Anatomistes, 1902.
155. Id. Verhand. d. Anat. Ges. Jena, 1904.
156. Id. Arch. de Biol. T. XXI.
157. Id. Verhand. d. Anat. Ges. Genf., 1905.
158. Tischler. Jahrb. f. Wiss. Bot. Bd. 42.
159. Trinci. Arch. Anat. ed Embriol. Vol. V.
160. Valette. (v. la) St. George. Arch. f. mikr. Anat. Bd. III.
161. Id. » Bd. X.
162. Id. » Bd. XII.
163. Id. » Bd. XXV.
164. Id. » Bd. XXVII.
165. Id. » Bd. XXVIII.
166. Id. » Bd. L.
167. Wassilieff. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXX.
168. Waldeyer. Ver. der Anat. Ges. Leipzig., 1887.
169. Id. Deutsche Med. Woch., 1895.
170. Id. Ver. der Anat. Ges. Göttingen, 1893.
171. Id. Die Geschlechtzellen, nel Trattato di Embriologia di Hertwig, 1903.
172. Vecchi. Boll. Soc. Med. Chir. Pavia, 1909.
173. Veratti. Anat. Anz. Vol. XV.
174. Id. Boll. Soc. Med. Chir., 1909.
175. Id. Atti della VI riunione della Soc. It. di Patologia. Modena, 1909.
176. Id. Memorie Istituto Lombardo Sc. e Lett., 1902.
177. Verson J. Arch. per le Scienze Mediche. Vol. XXXII.
178. Weissmann. Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung, 1885.
179. Zacharias. Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXX.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE DELLE TAVOLE

Fig. 1. — Forme giovanissime di spermatociti. Metodo Golgi all'acido arsenioso. Condrosomi di Meves. Obb. 2 mm. apocr. Zeiss. oc. 18 comp.

Fig. 2. — Id. id., forme di poco più avanzate.

Fig. 3. — Id. e colorazione secondo la modif. Veratti. Forma più avanzata. 2 mm., 12 comp.

Fig. 4. — Metodo Golgi acido arsenioso. Spermatocito di sviluppo più avanzato. 2 mm., 12 comp.

Fig. 5. — Spermatocito della serie oligopirene. Hermann, ematoss. ferrica. Obb. 2 mm. Zeiss, oc. 12. comp.

Fig. 6. — Id. Sublimato acetico, em. ferr. Obb. 2 mm. Zeiss, oc. 12 comp.

Fig. 7. — Id. Metodo Golgi all'acido arsenico. Corpicciuolo che si comporta caratteristicamente come un centrosoma. 2 mm., 18 comp.

Fig. 8. — Id. id., divisione dello stesso. 2 mm., 12 comp.

Fig. 9. — Id. Fissativo Benda-Meves, em. ferr. Apparato di Golgi incompletamente colorato. 2 mm., 12 comp.

Fig. 10. — Metodo Golgi all'acido arsenioso. Spermatociti giovani. Apparato reticolare di Golgi. Obb. 2 mm.., oc. 12 comp.

Fig. 11. — Reazione nera. Sperm. a sviluppo più avanzato. Apparato di Golgi. Obb. 2 mm.. oc. 12 comp.

Fig. 12. — Reazione nera. Sperm. a sviluppo pressochè completo. Apparato di Golgi. 2 mm., 12 comp.

Fig. 13. — Metodo di Kopsch. Sperm. a sviluppo quasi completo. Apparato di Golgi. 2 mm., 8 comp.

Fig. 14. — Spermatocito. Metodo Golgi all'acido arsenioso. Condrosomi di Meves. (Di una cellula è stato ritratto il piano superficiale). 2 mm., 18 comp.

Fig. 15. — Id. Metodo Golgi all'acido arsenioso. Condrosomi di Meves. Obb. 2 mm., oc. 12 comp.

Fig. 16. — Id. Metodo Golgi all'acido arsenioso. Condrosomi di Meves. Obb. 2 mm., oc. 12 comp.

Fig. 17. — Id. id., a sviluppo più avanzato.

Fig. 18. — Id. id., Centrosoma, condrosomi di Meves e app. di Golgi, contemporaneamente colorati. 2 mm., 13 comp.

Fig. 19. — Id. Reazione nera. Segmentazione dell'app. di Golgi. Obb. 2 mm., oc. 12 comp.

Fig. 20. — Id. id. Metodo di Kopsch.

Fig. 21. — Id. Metodo di Kopsch. Avviamento alla disposizione a corona. Obb. 2 mm., oc. 12 comp.

Fig. 22. — Id. Metodo Kopsch. Forma immediatamente precedente alla corona. 2 mm., 12 com.

Fig. 23. — Id. Reazione nera. Segmentazione dell'app. di Golgi e corona. 2 mm. 12 comp.

Fig. 24. — Id. Metodo Golgi all'acido arsenioso. Segmentazione dell'apparato di Golgi e corona. 2 mm., 12 comp.

Fig. 25. — Id. id. Colorazione contemporanea del nucleo, dei dittosomi e dei condrosomi. 2 mm., 12 comp.

Fig. 26. — Id. Metodo Kopsch. Forma immediatamente seguente alla corona. 2 mm., 12 comp.

Fig. 27. — Id. Metodo Kopsch. Divisione dei dittosomi in due masse che si avviano ai poli opposti della cellula. 2 mm., 12 comp.

Fig. 28. — Id. Met. Golgi all'ac. ars. Disposizione raggiata dei condrosomi. Stadio corrispondente alle figure 21-24. 2 mm., 12 comp.

Fig. 29. — Met. Golgi all'ac. ars. Condrosomi sparsi pel protoplasma. 2 mm., 18 comp.

Fig. 30. — Met. Golgi all'ac. ars. Condrosomi di Meves disposti irregolarmente. Stadio corrispondente alla fig. 27. 2 mm., 12 comp.

Fig. 31. — Flemming. Emat. ferr. Cariocinesi dello spermatocito di primo ordine. 2 mm., 12 comp.

Fig. 32. — Metodo Kopsch. Stadio identico alla fig. 31. Dittosomi ai poli della cellula in divisione; taluni si fondono, già tendendo a ricostituire l'apparato reticolare interno. 2 mm., 12 comp.

Fig. 33. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatocito di primo ordine in cariocinesi: colorazione contemporanea dei cromosomi e dei dittosomi. 2 mm., 8 comp.

Fig. 34. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatocito di secondo ordine: centrosoma (?). 2 mm., 8 comp.

Fig. 35. — Id. Apparato di Golgi. 2 mm., 8 comp.

Fig. 36. — Reazione nera. Spermatocito di secondo ordine. Dittosomi sparsi nel corpo cellulare. 2 mm., 12 comp.

Fig. 37. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatocito di secondo ordine. Condrosomi di Meves. 2 mm., 12 comp.

Fig. 38. — Spermatide oligopirene. Metodo Kopsch. Dittosomi sparsi nel corpo cellulare. 2 mm., 12 comp.

Fig. 39. — Id. id. Forme progressive di ricostituzione dell'apparato di Golgi. 2 mm., 12 comp.

Fig. 40. — Id. id. Ricostituzione completa dell'app. di Golgi.

Fig. 41. — Reazione nera. Gruppo di spermatidi. Dittosomi sparsi, e diversi stadii di ricostituzione dell'app. di Golgi. 2 mm., 12 comp.

Fig. 42. — Id. Met. Golgi all'ac. ars. Ricostruzione dell'app. di Golgi. Formazione del cappuccio. 2 mm., 12 comp.

Fig. 43. — Id. Metodo Golgi all'ac. ars. Condrosomi di Meves. 2 mm., 12 comp.

Fig. 44. — Id. Metodo Golgi all'ac. ars. Condrosomi di Meves. 2 mm., 12 comp.

Fig. 45. — Id. Stadio successivo.

Fig. 46. — Id. Stadio successivo.

Fig. 47. — Id. Stadio successivo.

Fig. 48. — Id. Met. Golgi all'ac. ars. Condrosomi di Meves. (Stadio corrispondente alla fig. 40).

Fig. 49. — Id. Met. Golgi all'ac. ars. Apparato reticolare durante la trasformazione in nemasperma. 2 mm., 12 comp.

Fig. 50. — Id. Met. Kopsch. App. ret. int. 2 mm., 12 comp.

Fig. 51. — Id. Stadio successivo. Inizio della nuova scomposizione dell'app. Golgi. 2 mm., 12 comp.

Fig. 52. — Met. Kopsch. App. ret. scomposto in dittosomi durante la trasformazione in nemasperma. 2 mm., 12 comp.

Fig. 53. — Id. id. (Stadio successivo corrispondente alla fig. 2).

Fig. 54. — Sublimato acetico, emat. ferr. Mitocondrî di Benda. Fomazione del filamento elicoidale 2 mm., 12 comp.

Fig. 55. — Spermatocito oligopirene-Hermann. Emat. ferr. Formazione di vescicole per parte del nucleo, che si sequestrano nel protoplasma. 2 mm., 12 comp.

Fig. 56. — Flemming. Saffranina, id. id.

Fig. 57. — Sublimanto acetico, emat. ferr., id. id.

Fig. 58. — Id. Metodo Golgi all'ac. ars. Apparente fuoruscita di sostanze dal nucleo nel protoplasma. 2 mm., 12 comp.

Fig. 59. — Spermatocito eupirene, di primo ordine. Metodo Golgi all'ac. ars. App. ret. int. 2 mm., 12 comp.

Fig. 60. — Id. Met. Golgi. Divisione in dittosomi dell'app. di Golgi e forma immediatamente successiva alla corona. 2 mm., 12 comp.

Fig. 61. — Id. Scomposizione dell'app. ret. in diversi momenti, e disposizione a corona.

Fig. 62. — Id. id. Condrosomi di Meves. (Stadio identico alla fig. 59).

Fig. 63. — Stadio successivo alla fig. 61.

Fig. 64. — Piccolo spermatocito di primo ordine. Met. Golgi all'ac. ars. App. ret. int. segmentato (?). 2 mm., 12 comp.

Fig. 65. — Id. Processo cariocinetico del piccolo spermatocito di primo ordine. Tetradi cromatiche e dittosomi (?).

Fig. 66. — Id. Dittosomi (?). 2 mm., 12 comp.
Fig. 67. — Id. Condrosomi (?) 2 mm., 12 comp.
Fig. 68. — Id. Condrosomi (?). 2 mm., 12 comp.
Fig. 69. — Spermatocito eupirene di secondo ordine. Met. Golgi all'ac. ars. Forme di ricostituzione dell'app. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 70. — Spermatocito di secondo ordine. Met. Golgi all'ac. ars. Forme di ricomposizione dell'app. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 71. — Id. App. di Golgi ricostruito, e corona. 2 mm., 12 comp.
Fig. 72. — Met. Golgi all'ac. ars. Divisione dello spermatocito di secondo ordine. Anafasi. App. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 73. — Met. Golgi all'ac. ars. Piccolo spermatide. App. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 74. — Id. id. Trasformazione in nemasperma.
Fig. 75. — Id. Stadii successivi.
Fig. 76. — Id. stadii successivi.
Fig. 77. — Met. Golgi all'ac. ars. Formazioni mitocondriali nel piccolo spermatide. 2 mm., 12 comp.
Fig. 78. — Id. Stadio successivo.
Fig. 79. — Id. Stadio successivo.
Fig. 80. — Reazione nera. Filamento elicoidale nel piccolo spermatide. 2 mm., 18 comp.
Fig. 81. — Reazione nera. Filamento elico-spirale della testa del piccolo spermatide. 2 mm., 18 comp.
Fig. 82. — Id. id.
Fig. 83. — Metodo Golgi all'ac. ars. Cavia. Cellula di Sertoli. App. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 84. — Met. Golgi all'ac. ars. Coniglio. Spermatogonii. Apparato reticolare. 2 mm., 12 comp.
Fig. 85. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatocito di primo ordine, di coniglio. App. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 86. — Id. id.
Fig. 87. — Metodo Golgi all'ac. ars. Spermatidi del coniglio. App. ret. 2 mm., 12 comp.
Fig. 88. — Met. Golgi all'ac. ars. App. ret. in uno spermatocito e due spermatidi del gatto.
Fig. 89. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatidi del gatto. App. ret. e sua divisione. 2 mm., 18 comp.
Fig. 90. — Id. id. Dittosomi (?). 2 mm., 18 comp.
Fig. 91. — Met. Golgi all'ac. ars. Spermatocito di primo ordine del ratto. App. ret. e lo stesso in scomposizione (?). 2 mm., 12 comp.
Fig. 92. — Id. Spermatidi App. ret. e condrosomi di Meves. 2 mm., 18 comp.
Fig. 93. — Id. Spermatide trasformantesi in nemasperma. Condrosomi di Meves. 2 mm., 18 comp.
Fig. 94. — Metodo Golgi modificato. Condrosomi di Meves. Dittosomi (?) e filamento elico-spirale della testa in uno spermatide di coniglio trasformantesi in nemasperma. 2 mm., 18 comp.
Fig. 95. — Id. Filamento elico-spirale della testa. 2 mm., 18 comp.
Fig. 96. — Met. Golgi all'ac. ars. Nemaspermi di coniglio. 2 mm., 18 comp.
Fig. 97. — Id. Condrosomi di Meves. 2 mm., 18 comp.

N. B. — Tutte le figure sono state riprodotte direttamente dai preparati con la camera chiara. Quasi tutte sono state ridotte a un terzo con la macchina da riduzione per litografia.

Esse, dal n. 1 al 58, si riferiscono alla serie oligopirene della paludina vivipara; dal n. 58 al n. 82, alla serie eupirene dello stesso animale; le successive, ai mammiferi.

573[illegible]

A. Perroncito dis.

Lit. Tacchinardi e Ferrari - Pavia

32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59

A. Perroncito dis.

Lit. Tacchinardi e Ferrari - Pavia