



PONTIFICIA  
ACADEMIA  
SCIENTIARVM

# COMMENTARII

---

Vol. I

N. 40

---

PASQUALE GRAZIADEI

APPUNTI SUL SIGNIFICATO MORFOLOGICO  
DELL' APPARATO RETICOLARE INTERNO  
(GOLGI) STUDIATO IN CELLULE NERVOSE  
DI CEFALOPODI



PONTIFICIA  
ACADEMIA  
SCIENTIARVM

COMMENTARII

Vol. I - N. 40

pag. 1-16

## APPUNTI SUL SIGNIFICATO MORFOLOGICO DELL'APPARATO RETICOLARE INTERNO (GOLGI) STUDIATO IN CELLULE NERVOSE DI CEFALOPODI

PASQUALE GRAZIADEI

*SUMMARIVM* — Ex investigationibus, quas partim usitatis rationibus fecit partim auxilio electronici microscopii, Auctor ostendit in caephalopodum neuronibus, apparatus reticularem internum (GOLGI) multa habere similia neuronibus vertebratorum animalium. Quaedam praeterea addit de interpretandis imaginibus, quae optico et quae electronico microscopio obtinentur.

Dal 1898, quando GOLGI descrisse la prima volta l'apparato reticolare che porta il suo nome, come un fine e caratteristico reticolo endocellulare nelle cellule del Purkinje del Cervelletto di mammiferi, sino ad oggi, i giudizi degli Autori si sono susseguiti discordi e spesso antitetici nei riguardi non solo della struttura e della funzione, ma anche della reale esistenza di questo apparato nella cellula allo stato vitale.

Taluni credettero di poter qualificate l'apparato del Golgi come un artefatto provocato dalla deposizione dei sali di argento o del tetrossido di osmio su strutture endocellulari di varia natura, quali ad esempio il cosiddetto vacuoma (PARAT, 1925, 1928, 1930; PARAT e PAINLEVÈ, 1925), i lipocondri (BA-

---

Nota presentata dall'Accademico Pontificio S.E. ANTONIO PENZA il 12 ottobre 1963 durante la Sessione Plenaria della Pontificia Accademia delle Scienze.

KER, 1944, 1949, 1950, 1953, 1957; THOMAS, 1947, 1954; SHAFIO, 1953, 1954). Il valore di queste ricerche è stato in seguito infirmato dalla ripetuta dimostrazione di lipidi, mitocondri e vacuoli contemporaneamente all'apparato di Golgi in una stessa cellula, data da numerosi Autori (BEAMS, 1930, 1931; CHU e SWINGARD 1956; DALTON e FELIX 1954; LACY e ROGERS, 1956) e dalla dimostrazione data da GERSH (1949) dell'apparato di Golgi in materiale non impregnato ed incluso con la tecnica di Altmann-Gersh.

Altri Autori attribuiscono al reticolo un significato ben definito nella economia cellulare studiandone il comportamento in numerose condizioni funzionali e patologiche della cellula. Le ricerche di GATENBY (1917, 1929, 1931, 1955) e di HIRSCHLER (1918, 1927) stabilirono ad esempio una analogia fra l'apparato di Golgi dei vertebrati ed i dittosomi (Perroncito) degli invertebrati. NASSONOV (1924) dimostrò che, analogamente all'apparato di Golgi, un'area immediatamente circostante il vacuolo contrattile di alcuni protozoi era in grado di ridurre il tetrossido di osmio e suggerì una analogia fra le due strutture. Queste osservazioni, confermate ed estese da altri (DUBOSCO e TUZET 1937, GATENBY e SINGH 1938, JEPPE 1947) portarono a supporre che anche l'apparato di Golgi sia coinvolto nell'equilibrio idrico della cellula. BOWEN (1929) e successivamente BURGOS e FAWCETT (1955) dimostrarono una stretta relazione fra l'apparato di Golgi e lo sviluppo dell'acrosoma negli spermatici e prospettarono la possibilità di un diretto intervento dell'apparato di Golgi nella funzione secretrice della cellula. Che l'apparato presenti modificazioni in rapporto allo stato funzionale della cellula era già stato dimostrato dal Golgi (1908) stesso nelle cellule delle fossette gastriche di alcuni animali ed ancora dal PENSA (1913) nelle cellule cartilaginee di cavia in corrispondenza della zona di ossificazione della cartilagine costale.

Ricerche del tutto recenti hanno confermato la partecipazione dell'apparato di Golgi a diverse manifestazioni del metabolismo cellulare in numerose categorie di elementi (BERN,

NISHIOKA e HAGADORN, 1961; CARO, 1961; CLERMONT, 1956; DALTON e FELIX, 1961; HAGUENAU e BERNHARD, 1955; POLLISTER, 1930, 1939; ZEIGEL e DALTON, 1961).

Per quanto riguarda la struttura dell'apparato di Golgi la microscopia elettronica negli ultimi dieci anni fornì dati che hanno consentito di differenziare questo apparato da altre strutture citoplasmatiche. L'impiego delle alte risoluzioni ottiche rese possibili da questa tecnica, rivelò per l'apparato reticolare una ultrastruttura caratteristica (DALTON, 1961; DALTON e FELIX, 1954); ma la microscopia elettronica dimostrò essenzialmente due fatti di notevole interesse: la esistenza, nella zona dove la microscopia usuale dimostra l'apparato del Golgi, di aggregati submicroscopici di struttura costante e la differenza di queste strutture in confronto di ogni altro incluso citoplasmatico. La microscopia elettronica dimostrò in particolare che l'apparato si riconosce, in sezioni ultrasottili, per tre strutture fra loro in stretta relazione: una serie di grossi vacuoli, un complesso di spazi sacciformi appiattiti e delimitati da un sistema di doppie membrane e un aggregato di piccole vescicole. Questi tre componenti hanno affinità per il tetrossido di osmio, rendendo così probativo il confronto con i reperti della microscopia ordinaria, e sono presenti in tutte le categorie di cellule sin ora osservate con caratteri morfologici sostanzialmente sovrapponibili.

Alla luce di queste conoscenze, sommariamente esposte e limitando la citazione ad alcuni fra gli Autori che più estesamente si sono occupati del problema, mi è parso interessante continuare gli studi sull'apparato del Golgi nelle cellule nervose dei cefalopodi, studi che avevo già intrapresi con le tecniche classiche alcuni anni or sono e che ora ho potuto continuare e perfezionare con osservazioni al microscopio elettronico (1).

---

(1) Le osservazioni al microscopio elettronico sono state compiute nel Reparto di Microscopia Elettronica del Department of Anatomy, University College London (dir. Young), grazie ad una Borsa di Studio della N.A.T.O. messami a disposizione dal Consiglio delle Ricerche Italiano.

Come riferii anche precedentemente (GRAZIADEI 1960) pochi Autori si sono occupati dello studio dell'apparato di Golgi nei neuroni di molluschi e fra questi vanno ricordati WEIGL (1910), YOUNG (1932), LACY e HORNER (1956), LACY e ROGERS (1956), LACY (1957). È emerso da queste ricerche che le cellule nervose dei molluschi presentano un apparato di Golgi talune volte in forma di masserelle o filamenti scarsamente anastomizzati (WELGL, YOUNG l.c.) o di masse più o meno cospicue di materiale osmiofilo raccolto in una zona citoplasmatica definita (LACY e coll.) talaltra anche in forma di un vero e proprio reticolo esteso a quasi tutto il citoplasma, a maglie chiuse (GRAZIADEI) dal quale, come già il GOLGI descrisse nei suoi primi lavori, si staccano propaggini che si insinuano per qualche tratto nel prolungamento della cellula nervosa. Va a questo proposito ricordato però che le cellule nervose gangliari dei cefalopodi sono di norma monopolari, ma l'unico e generalmente cospicuo prolungamento acquista il carattere di neurite ad una certa distanza dal pirenoforo e dopo aver fornito numerose ramificazioni dendritiche. Nel primo tratto conserva quindi i caratteri del corpo cellulare. Orbene i reperti sopra riferiti sostanzialmente confermano che l'apparato reticolare interno può essere dimostrato anche nelle cellule nervose di invertebrati con aspetti sovrapponibili a quelli primitivamente descritti dal GOLGI nelle cellule nervose dei vertebrati (vedi fig. 1). Ma ho voluto cercar di stabilire, e per questo ho compiuto ulteriori studi su questo materiale, le modalità di questi aspetti e come vanno interpretati, nel senso di precisare, innanzitutto con un confronto tra la microscopia tradizionale e quella elettronica, se quanto noi vediamo nel preparato è da ritenersi struttura come tale preesistente *in vivo* o seppure, pur esistendo nella cellula vivente un arrangiamento molecolare altamente organizzato e strutturato, questo non venga, e sino a che punto modificato dalla azione dei reagenti. A questo scopo effettuai ricerche su materiale variamente fissato, impregnato e colorato, lo osservai a fresco e dopo semplice fissazione in con-

trasto di fase e cosippure in sezioni ultrasottili al microscopio elettronico. Mi sembra di aver raccolto così elementi di sufficiente interesse per la soluzione di questo problema.

Il materiale utilizzato nella presente ricerca proviene da numerosi esemplari di *Octopus vulgaris* e di *Sepia officinalis*. Mi sono servito del ganglio stellato (ove risiedono neuroni motori per la motilità del muscolo del mantello) e di un ganglio periesofageo, il lobo frontale inferiore, ove hanno sede elementi di connessione che si risolvono nell'interno della massa gangliare periesofagea. Per le osservazioni col microscopio luce usai numerosi metodi di impregnazione argentea che dovetti adattare al materiale usato. Però ottenni i migliori risultati col metodo originale del Golgi, previa fissazione in acido arsenioso, con una modificazione del metodo del Cajal e con il metodo del Bielschowsky nella modificazione proposta dal Palumbi. Per le osservazioni col microscopio elettronico fissai piccoli pezzi di uguale materiale in soluzione tamponata all'1% di tetrossido di osmio per 4 h a C C° e quindi, previa disidratazione, il materiale fu colorato con acido fosfotungstico 1% in alcool assoluto per 3 h. Il materiale è stato incluso in araldite e sezionato col microtomo di Porter-Blum. Le sezioni montate su griglie di rame furono osservate con un M.E. Siemens 1 b ad ingrandimenti variabili da 2.000 a 80.000 x.

Nei preparati osservati col microscopio luce potei dimostrare in numerose cellule gangliari un reticolo a maglie anastomizzate, solitamente disposto attorno al nucleo a guisa di corona. I filamenti componenti il reticolo hanno un profilo regolare senza traccia di particelle formanti corona di rosario; essi sono talvolta appiattiti con l'aspetto di nastri o lamine ad andamento sinuoso. Il loro diametro varia, nei vari punti di un reticolo, da 3 a 1 micron ed in qualche punto la loro finezza raggiunge i limiti di risoluzione del microscopio ottico. Il reperto morfologico in queste cellule può pertanto sovrapporsi direttamente alle figure ed alle descrizioni fornite dal GOLGI per le cellule nervose dei vertebrati (vedi fig. 1). È da notare che la

dimostrazione di questo complesso reticolo potei ottenerla non solo servendomi dei metodi specifici ma anche con l'uso, ad esempio, del metodo di Bielchowsky su materiale fissato in formolo neutro al 10% in acqua di mare. Tale apparato inoltre, ben definito e completo in alcune cellule, mancava del tutto o era parzialmente dimostrabile in altre. Accanto alle cellule con reticolo completo se ne notano infatti altre nelle quali il reticolo non è interamente formato, le sue maglie sono più grossolane, granulari, qua e là interrotte, mentre nel citoplasma circostante si notano masserelle argentofile e numerosi vacuoli di varie dimensioni. In altre cellule che penso di poter ritenere in uno stato di incompleta impregnazione, si notano, invece di reticoli, blocchi di vario volume fra i quali sono disposti frammenti bastonciniiformi di materiale argentofilo oppure vengono dimostrati solo lievi e mal definiti addensamenti di sostanza. Orbene mettendo a confronto questi quadri, che a loro volta si combinano e presentano fra loro infinite forme di transizione, non si può a meno di concludere che essi rappresentano le fasi successive di un processo di addensamento di materiale citoplasmatico che, in seguito all'azione dei reagenti e della morte stessa, culmina con la separazione, nel complesso sistema colloidale citoplasmatico, di una fase più densa che assume, in determinate circostanze, la forma di un reticolo. Questo non indica che l'apparato di Golgi sia da considerare un semplice artefatto privo di significato e le ricerche al microscopio elettronico danno al riguardo più precise informazioni. Ma va peraltro ritenuto che quanto ci appare nel preparato allestito non è la immagine che noi possiamo presumere preesista come tale *in vivo*.

Nel citoplasma delle cellule nervose osservate col microscopio elettronico potei osservare quanto è già stato rilevato valendosi di questa tecnica, nella zona di Golgi di cellule nervose e di altri tessuti di vertebrati. Vale a dire un sistema di doppie membrane delimitanti spazi sacciformi appiattiti in stretta relazione con un sistema di vacuoli e di vescicole. Queste strutture, per il fatto di occupare la stessa posizione del reti-

colo dimostrato nei preparati ottenuti con la tecnica tradizionale, per la loro affinità per il tetrossido di osmio e per la omologia con i reperti ottenuti dagli Autori precedenti in una estesa varietà di cellule ed attributi concordemente al complesso di Golgi, possono essere senza esitazione ritenuti l'immagine ultramicroscopica in sezioni ultrasottili di questo apparato. La mancanza di aspetti reticolari e la apparente discontinuità delle immagini elettroniche sono dovute alla estrema limitazione dello spessore delle sezioni, in ciascuna delle quali quindi non vi possono essere altro che discontinui frammenti delle maglie del reticolo. È da rilevare che la fissazione più rapida che avviene nei piccoli pezzi usati per le inclusioni di questi preparati è in grado di garantirci una conservazione delle strutture cellulari oggi ritenuta ottimale. Ne è una prova la scomparsa del polimorfismo di questo apparato nelle fotografie elettroniche e la disposizione regolare dei suoi componenti. Però ci si può chiedere sino a che punto, anche con questa tecnica, quanto noi vediamo nella fotografia rappresenti l'immagine reale del citoplasma vivente. È da ritenersi verosimile infatti che anche in questo caso la fissazione abbia determinato, nel delicato equilibrio delle fasi colloidali della cellula, bruschi mutamenti di stato che, per essere provocati con modalità costante, determinano aspetti morfologici forse sovrapponibili ma purtuttavia differenti da quelli preesistenti nell'elemento vivente. In caso diverso l'esame in contrasto di fase di questo materiale osservato allo stato vitale avrebbe rivelato aspetti non diversi nè da quelli dei preparati fissati ed osservati col microscopio luce nè da quelli osservati con il microscopio elettronico, mentre quell'esame risultava sempre negativo. Quantunque il microscopio elettronico consenta una risoluzione maggiore del microscopio luce, però mi è stato possibile alcune volte sorprendere, anche nei preparati istologici osservati con questo mezzo ottico tradizionale e ottenuti con le tecniche argentiche, aspetti molto fini paragonabili alle immagini fornite dal microscopio elettronico, pur tenendo conto del diverso ingrandimento e del diverso po-



tere di risoluzione dei due mezzi di osservazione. Alcuni aspetti laminari che presenta il reticolo nei preparati all'argento, cui si affiancano piccole formazioni vescicolari e vacuoli sono sovrapponibili ad aspetti consimili osservabili in fotografie ottenute dal microscopio elettronico, quando quelle siano rapportate ad un uguale ingrandimento di queste. Confrontasi a questo proposito le figg. 2 e 3. Sembra pertanto necessario suggerire una analoga cautela nella interpretazione del reperto morfologico che si ottiene con l'una e con l'altra tecnica. I differenti metodi di fissazione anche i più adatti per una accurata conservazione di molte strutture cellulari, non sembrano, e lo studio dell'apparato di Golgi pare confermarlo, sufficienti ad evitare squilibri del delicato assestamento colloidale del protoplasma vivente.

Le presenti osservazioni che integrano quanto già ho riferito nel corso di precedenti lavori (GRAZIADEI, 1960) mi paiono una conferma delle osservazioni precedentemente basate su preparati allestiti con le tecniche classiche. Esse sono inoltre una conferma, con tecniche diverse, di quanto già esplicitamente affermò il PENZA nel 1934, essere cioè l'aspetto reticolare dell'apparato di GOLGI il prodotto finale di complessi mutamenti di ordine chimico-fisico avvenuti nel citoplasma in seguito alla azione dei reagenti. Questo vale per la microscopia ottica dove l'esame a fresco in luce ordinaria ed in contrasto di fase non svelano strutture reticolari che, anche solo lontanamente ricordano i reperti che si ottengono con le tecniche appropriate per la dimostrazione delle strutture stesse. Ma vale anche, seppure su altra scala e altro ordine di grandezza, per la microscopia elettronica; infatti, anche questa tecnica si vale di materiale fissato e trattato con procedimenti che, pur essendo i migliori oggi in nostro possesso, non possono però ancora ritenersi scevri di azioni perturbatrici sui protoplasmi. Tali affermazioni non limitano l'importanza dei reperti morfologici, anzi tendono ad interpretarli nel loro reale significato. Per quanto riguarda in particolare i reperti ottenuti col microscopio

pio elettronico, molte prove esistono oggi che quanto vediamo corrisponde ad una reale inomogeneità in zone topograficamente definite del citoplasma. Ma non si può esser certi che lo aspetto morfologico da noi dimostrato rappresenti in concreto un atteggiamento strutturale come tale preesistente *in vivo*. Mi par più aderente al vero ritenere che le zone dove noi vediamo le strutture definite come apparato del GOLGI corrispondano *in vivo* a punti nei quali si svolgono eventi particolari, altamente specializzati del metabolismo cellulare ad opera di un materiale con proprietà chimiche ben definite. Che d'altra parte l'apparato del Golgi sia un componente essenziale nella complessa architettura dei citoplasmi è fuori dubbio oggi più di quanto non lo sia stato per il passato. Le ricerche più recenti di ultracentrifugazione ne avrebbero provato una gravità minore di quella dello jaloplasma; inoltre l'indagine istochimica ha localizzato nella zona di Golgi numerose attività enzimatiche. Numerosi autori (v. ad es. le riviste riassuntive di POLLISTER & POLLISTER 1957 e di DALTON 1961) non esitano ad attribuire all'apparato di Golgi il significato di un vero e proprio organello. Orbene mi preme rilevare, e ciò risulta dalle osservazioni soprariferite, che, nel trasferire il concetto di organo e di struttura morfologica dal livello sopracellulare a quello endocellulare e ultrastrutturale, noi dobbiamo usare la massima cautela poichè la delicatezza delle strutture allo studio e la limitazione dei nostri mezzi di indagine fanno sì che i dati rivelatici dalle varie tecniche non possono essere ritenuti, senza discriminazione, la dimostrazione reale di quanto si svolge nella cellula viva.

## BIBLIOGRAFIA

- BAKER J.R., *The structure and chemical composition of the Golgi element.* « Quart. J. micr. Sci. » 85, 1-71, 1944.
- BAKER J.R., *Further remarks on the Golgi element.* « Quart. J. micr. Sci. », 90, 293-307, 1949.
- BAKER J.R., *Studies near the limit of vision with the light microscope, with special reference to the so-called Golgi Bodies.* « Proc. Linn. Soc. » London 162, 67-72, 1950.
- BAKER J.R., *The expression « Golgi apparatus », « Golgi body », and « Golgi substance ».* « Nature » 172, 617-619, 1953.
- BAKER J.R., *The Golgi controversy.* « Symp. of the Soc. for exper. Biol. », Number 10, pp. 10, 1957.
- BEAMS H.W., *Studies on the vacuome and the Golgi apparatus in the acinar cells of the pancreas of the rat.* « Anat. Rec. » 45, 137-159, 1930.
- BEAMS H.W., *A cytological study of the spinal-ganglion cells of the rat, with special reference to the Golgi apparatus, vacuome, canalicular apparatus (Saftkänälchen), mitochondria, clear canals of Panfield, and Nissl bodies.* « Anat. Rec. » 49, 309-340, 1931.
- BERN H.A., NISHIOKA R.S., HAGADORN I.R., *Association of elementary neurosecretory granules with the Golgi complex.* « J. Ultrastr. Res. » 5, 311-320, 1961.
- BOWEN R.H., *The cytology of glandular secretion.* « Quart. Rev. Biol. », 4, 299-324, 1929.
- BURGOS M.H. and FAWCETT D., *Studies on the fine structure of the mammalian testis. I. Differentiation of the spermatids in the cat (Felis domestica).* « J. Biochem. Biophys. Cytol » 1, 287-300, 1955.
- CARO L.G., *Electron microscopic radioautography of thin sections. The Golgi zone as a site of protein concentration in pancreatic acinar cells.* « J. Biochem. Biophys. Cytol. » 10, 37-54, 1961.
- CHU C.H.U. and SWINGARD C.D., *Morphological and cytochemical identification of the Golgi apparatus.* « J. Biochem. Biophys. Cytol. » 2, 263-280, 1956.

- CLERMONT Y., *The Golgi zone of the rat spermatid and its role in the formation of cytoplasmic vesicles.* « J. Biochem. Biophys. Cytol. » 2, 119-122, 1956.
- DALTON A.J., *Observations of the Golgi substance with the electron microscope.* « Nature » 168, 244-247, 1951.
- DALTON A.J. and FELIX M.D., *Studies on the Golgi substance of the epithelial cells of the epididymis and duodenum of the mouse.* « Am. J. of Anat. » 92, 277-306, 1953.
- DALTON A.J., *Golgi apparatus and secretion granules.* « The Cell », London & New York Academic Press Inc. Vol. II, pp. 603-619, 1961.
- DALTON A.J. and FELIX M.D., *Cytological and cytochemical characteristics of the Golgi substance of epithelial cells of the epididymis in situ, in homogenates and after isolation.* « Am. J. of Anat. » 94, 171-207 1954.
- DALTON A.J. and FELIX M.D., *A study of the Golgi substance and ergastoplasm in a series of mammalian cell types.* « Symp. VIIIth Internat. Congr. of Cell Biology », Leiden 1954.
- DALTON A.J. and FELIX M.D., *A comparative study of the Golgi complex.* « J. Biochem. Biophys. Cytol » 2, 79-84, 1956.
- DUBOSCQ P. and TUZET O., *L'ovogénèse, la fécondation et les premières stades du développement des éponges calcaires.* « Arch. zool. exp. et gen. » 79, 157-316, 1937.
- GATENBY J.B., *The cytoplasmic inclusions of the germ cells. Part. I. Lepidoptera.* « Quart. J. micr. Sci. » 62, 407-463, 1917.
- GATENBY J.B., *Study of Golgi apparatus and vacuolar system of Cavia, Helix and Abraxas, by intra-vital methods.* « Proc. Roy. Soc. » B. 104, 302-321, 1929.
- GATENBY J.B., *The prozymogen granules (vacuom) of R.R. Bensley in the pseudotriron pancreas, and the modern neutral-red cytology.* « Am. J. of Anat. » 48, 421-478, 1931.
- GATENBY J.B., DALTON A.J. and FELIX M.D., *The contractile vacuole of Parazoa and Protozoa, and the Golgi apparatus.* « Nature » 176, 301-302, 1955.
- GATENBY J.B. and SIGH B.N., *The Golgi apparatus of Copromonas subtilis and Euglena sp.* « Quart. J. micr. Sci » 80, 567-591, 1938.
- GERSCH I., *A protein component of the Golgi apparatus.* « Arch. Path. » 47, 99-109, 1949.
- GOLGI C., *Intorno alla struttura delle cellule nervose.* « Boll. Soc. Med. Chir. » Pavia, 1898.
- GOLGI C., *Di una minuta particolarità di struttura dell'epitelio della mucosa gastrica e intestinale di alcuni vertebrati.* « Comunicazione al Congresso di Bormio della Unione Zoologica Italiana », 1908.
- GRAZIADEI P., *Osservazioni sulla struttura delle cellule nervose nel ganglio stellato di Sepia officinalis.* R. Acc. Naz. Lincei, « Cl. Sc. Fis. Mat. Nat. » 38, 686-690, 1960.

- GRAZIADEI P., *Sulla struttura delle cellule nervose e dell'intreccio neuropilare nel ganglio stellato di Sepia officinalis*. « Arch. It. Anat. Embriol. » 65, 269-283, 1960.
- HAGUENAU F. and BERNHARD W., *L'appareil de Golgi dans les cellules normales et cancéreuses des vertébrés*. « Arch. Anat. Microscop. » 44, 27-55, 1955.
- HIRSCH G.C., *The external secretion of the pancreas as a whole and the communication between the endoplasmic reticulum and the Golgi bodies*. « Biological Structure and Function ». London and New York Academic Press Inc. 1960 pp. 1-195.
- HIRSCHLER J., *Ueber den Golgischen Apparat embryonaler Zellen. Untersuchungen an Embryonen von Lymnaeus stagnalis, Z. Mollusca*. « Arch. Mikr. Anat. u. Entv. » 91, 141-181, 1918.
- HIRSCHLER J., *Studien ueber die sich mit Osmium schwaerzenden Plasmakomponenten (Golgi-Apparat, Mitochondrien) einiger Protozoenarten, nebst Bemerkungen ueber die Morphologie die ersten von ihnen im Tierreichen*. « Zeitschr. f. Zell. u. mikr. Anat. » 5, 704-786, 1927.
- JEPPS M., *Contribution to the study of the sponges*. « Proc. Roy Soc. » B. 134, 408-417, 1947.
- LACY D., *The Golgi apparatus in neurons and epithelial cells of the common Limpet, Patella vulgata*. « J. Biochem. Biophys. Cytol. » 3, 779-796, 1957.
- LACY D. and HORNE R., *A cytological study of the neurons of Patella vulgata by light and electron microscopy*. « Nature » 178, 976-978, 1956.
- LACY D. and ROGERS G.E., *Recent observations by light and electron microscopy of the cytoplasmic inclusions of the neurons of Patella vulgata*. « Journ. of the Roy. Micr. Soc. » 75, 172-175, 1956.
- NASSONOV D., *Der Excretionsapparat (kontraktile vakuole) der Protozoa als Homologon des Golgischen Apparats der Metazoazellen*. « Arch. f. mikr. Anat. » 103, 437-482, 1924.
- PARAT M., *Vacuome et appareil de Golgi*. « C.R. Ass. Anat. XX Reunion », pp. 306-313. Torino 1925.
- PARAT M., *Contribution à l'étude morphologique et physiologique du cytoplasme: chondriome, vacuome, appareil de Golgi, enclaver, etc.* « Arch. d'Anat. Microscopique » 24, 73-357, 1928.
- PARAT M., *Evolution phylo- et ontogenétique du vacuome, du chondriome actif et du système ou zone de Golgi de la cellule animale*. « C.R. Ass. Anat. XXV Réunion », pp. 238-251. Amsterdam 1930.
- PARAT M. and PAINLEVÉ J., *Mise en évidence du vacuome (appareil réticulaire de Golgi) et du chondriome par les colorations vitales*. « Bull. Histol. Appl » 2, 33-47, 1925.
- PARAT M. and PAINLEVÉ J., *Sur l'exacte concordance des caractères du vacuome et de l'appareil de Golgi classique*. « C.R.Ac. Sc. » 180, 1134-1136, 1925.
- PENSA A., *La cellule cartilagineuse (Formations endocellulaires)*. « C.R. Ass. Anat. XV Réunion », pp. 161-177, 1913.

- PENSA A., *Vacuoma e apparato reticolare interno*. « Atti VI Conv. Soc. It. Anat. » Roma 1934.
- POLLISTER A.W., *Cytoplasmic phenomena in the spermatogenesis of Gerris*. « J. Morph » 49, 455-507, 1930.
- POLLISTER A.W., *The structure of the Golgi apparatus in the tissues of Amphibia*. « Quart. J. micr. Sci » 81, 235-271, 1939.
- POLLISTER A.W. and POLLISTER P.F., *The structure of the Golgi apparatus*. « Intern. Rev. of Cytol » 8, 85-106, 1957.
- SHAFIQ S.A., *Cytological studies of the neurones of Locusta migratoria*. I<sup>o</sup> *Cytoplasmic inclusions of the motor neurones of the adult*. « Quart. J. micr. Sci. » 94, 319-328, 1953.
- SHAFIQ S.A., *Cytological studies of the neurones of Locusta migratoria*. II<sup>o</sup> *Cytoplasmic inclusions during differentiation and growth of the nerve cell*. « Quart. J. micr. Sci. » 95, 305-314, 1954.
- THOMAS O.L., *The cytology of the neurones of Helix asp.* « Quart. J. micr. Sci. » 88, 445-462, 1947.
- THOMAS O.L., *The cytoplasmic inclusions of worm ganglion cells*. « La Cellule » 56, 229-241, 1954.
- WEIGL R., *Ueber den Golgi-Kopsh'schen Apparats in den ganglienzellen der Cephalopoden*. « Bull. Ac. Sc. » Cracovia B, 691-710, 1910.
- YOUNG J.Z., *On the cytology of the neurons of Cephalopods*. « Quart. J. micr. Sci. » 75, 1-47, 1932.
- ZEIGEL R.F. and DALTON A.J., *Speculations based on the morphology of the Golgy systems in several types of protein secreting cells*. « J. of Cell Biol. » 15, 45-54, 1962.

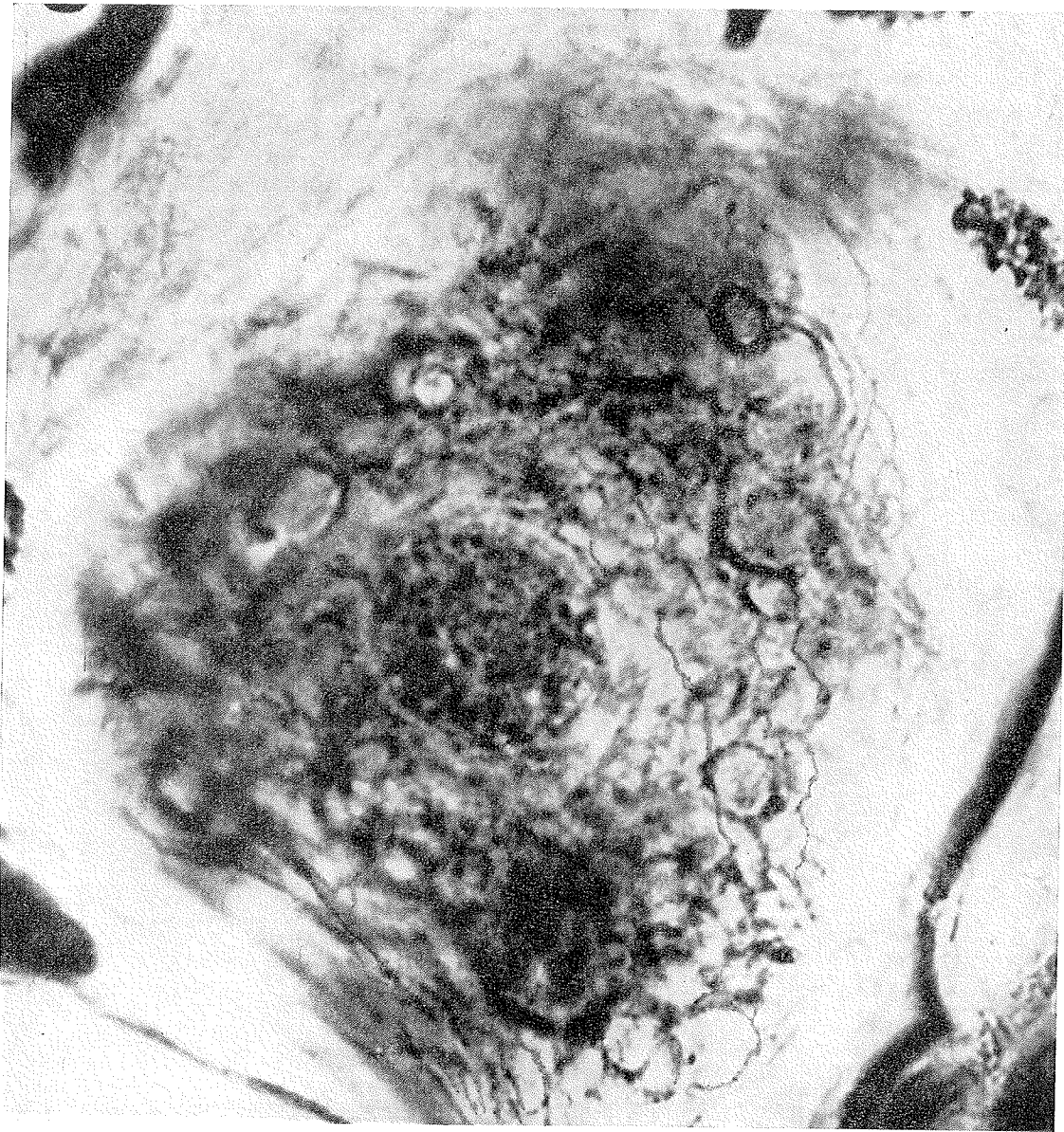


FIG. 1 — Apparato reticolare interno (GoLGI) in cellula gangliare di Octopus dimostrato mediante metodo di riduzione argentea. Ingr.  $\times 750$ .



FIG. 2 — Frammento di apparato reticolare interno (Golgi) in cellula gangliare di Octopus dimostrato mediante riduzione argentea. Ingrand. fotogr. riportato allo stesso ordine di grandezza della fig. 3. Notasi la corrispondenza del particolare contrassegnato con G, con quello della fig. 3.





4μ

FIG. 3 — Frammento di apparato reticolare interno (Golgi) in cellula gangliare di Octopus. Fotogramma ottenuto col microscopio elettronico, ridotto a 1/3. Notasi la corrispondenza fra il particolare contrassegnato con G e quello della fig. 2.