
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ERMINIO O. MUZII

Osservazioni sulla sarcolisi e sulla ultrastruttura dei sarcoliti di un serputide, *Eupomatus dianthus* (Verrill). (Phylum Annelida)

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 43 (1967), n.1-2, p. 109–117.

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_43_1-2_109_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Biologia. — *Osservazioni sulla sarcolisi e sulla ultrastruttura dei sarcoliti di un serpulide*, *Eupomatus dianthus* (Verrill). (Phylum Annelida) (*). Nota di ERMINIO O. MUZZI, presentata (**) dal Socio A. STEFANELLI.

SUMMARY. — Sarcolytes and lipid droplets streaming out of coelomoducts have been directly observed in *Eupomathus dianthus* (Verrill) after emission of germ cells.

Direct observation by polarized light microscopy in sea water has shown that sarcolytes, released through coelomoducts, spontaneously lose their birefringence when changing their shape.

Electron microscopic observation of sections of sarcolytes provides the explanation for the loss of birefringence; in fact myofilaments of 200–300 Å in diameter organized initially in sarcolytes as regular parallel rows, later become completely loosened and randomly coiled.

Observations confirm the view that sarcolysis is an intrinsic process of cell lysis following and somehow related to maturation of gonads and to lipid storage in the coelomic cavity. The massive expulsion of sarcolytes through the coelomoducts seems to be the natural and predominant process of release of sarcolytic byproducts. This is consistent with the rarity of intracoelomic phagocytosis, previously observed by some authors and disputed by others.

The Author suggests a physiological interpretation of sarcolysis: the maturation of gonads and related intracoelomic cellular proliferations could be responsible for an increasingly insufficient oxygen supply to the muscles. Eventually, at the time of the expulsion of gonads, an abrupt hydrodynamic change within the coelom (i.e. decrease of hydrostatic pressure) might cause an acute anoxia and an irreversible cellular damage to the muscles.

È noto che negli anellidi policheti la riproduzione è accompagnata da più o meno imponenti processi istolitici (per esempio nell'epitochia); in alcune specie di nereidi, serpulidi, sabellidi ed eunicidi la maturazione delle gonadi è accompagnata e seguita da massiva degenerazione delle cellule muscolari che, poi, si distaccano dallo stroma connettivale e si frammentano; questo processo va sotto il nome di sarcolisi. I frammenti muscolari, sempre anucleati, detti sarcoliti, divengono quindi liberi e cadono nello spazio celomatico; nei serpulidi i sarcoliti sono fusiformi e striati trasversalmente alla direzione delle fibrille [1].

Durante uno studio — ora in corso di compilazione — sulla struttura e sulla formazione del tubo calcareo in un serpulide nordamericano, *Eupomatus*

(*) Lavoro eseguito nel Laboratory of Histology and Pathology, National Institute for Dental Research, N.I.H., Bethesda, Maryland, durante un periodo di perfezionamento in USA usufruendo di un International Postdoctoral Fellowship del P.H.S.U.S.A. (Exchange Visitor Program No. G-V-111) assegnato a E. O. Muzii dall'Office of International Research del National Institute of Health, Bethesda, Maryland, per il 1964 e 1965 e compilato presso la Stazione Zoologica di Napoli.

(**) Nella seduta del 12 novembre 1966.

dianthus (Verrill) (Philum: Annelida, Classe: Polychaeta) fu osservata la espulsione di sarcoliti.

Le cause che determinano la sarcolisi sono sconosciute, anche se è evidente una relazione, almeno cronologica, con la maturazione delle gonadi.

Il processo sarcolitico, secondo Prenant, interessa solo la muscolatura longitudinale e non quella circolare e trasversale né quella parapodiale [1].

È opportuno riassumere a questo punto le conoscenze sulla muscolatura negli anellidi ed in particolare sui serpulidi. La muscolatura parapodiale nei serpulidi consiste di fibre più o meno circolari con centro sarcoplasmico ed afibrillare e con sarcoplasma e nucleo eccentrici [2] analogamente a quanto è stato osservato nella muscolatura circolare periintestinale [3] ed a quanto è stato studiato in dettaglio negli irudinei [4].

La muscolatura longitudinale, negli anellidi in generale, consiste di fibre lisce a struttura elicoidale che corrisponde alla muscolatura con striatura doppia obliqua dei vecchi autori [5].

Infatti al microscopio-luce era stata osservata nelle sezioni trasversali una striatura non assiale con periodicità [1], [6].

Questa periodicità sembra dovuta alla regolare interposizione di sarcoplasma e sarcotubi tra i filamenti miosinici [7] oppure alla alternanza di zone a filamenti miosinici con zone a filamenti actinici [8].

Anche elementi paramiosinici con periodicità assiale tipica [9] sono stati osservati in *Lumbricus* a conferma di studi chimici che avevano dimostrato la presenza negli anellidi della stessa tropomiosina che nei molluschi è ritenuta responsabile della struttura paramiosinica di alcuni tipi muscolari [10].

Dal punto di vista fisiologico, nei serpulidi, la muscolatura è responsabile dei movimenti a pistone dell'animale nel suo tubo e quindi indirettamente controlla la circolazione entro i seni vascolari perintestinali e longitudinali analogamente a quanto avviene nei sabellidi [11].

Di conseguenza i movimenti del corpo controllano la respirazione dei tessuti e in particolare della muscolatura longitudinale che, non essendo irrorata da vasi sanguigni, deve ottenere ossigeno direttamente dall'acqua di mare o, più probabilmente, attraverso il liquido celomatico che è a contatto con i numerosissimi capillari derivanti dai seni periintestinali [2] [11].

Proprio in relazione con questo tipo di respirazione dei muscoli longitudinali, che sarebbero i soli colpiti dalla sarcolisi, torna opportuno ricordare che la maturazione delle gonadi, con enorme aumento del loro volume, avviene in sede intracelomatica e che tale maturazione è accompagnata da parallela proliferazione dei tessuti pericelomatici parietali con formazione di abbondante «tissu adipo-sexuel» secondo Claparède (cit. in [1]). La formazione di questi ammassi cellulari ricchi di grassi comprime la cavità celomatica e ne riduce così lo spazio, già in gran parte occupato dalle gonadi mature, pronte per la espulsione.

Alla stessa epoca, quella della maturazione delle gonadi, lo spazio celomatico contiene inoltre gran numero di cellule libere contenenti inclusioni

sferulo-adipose; tali cellule sono gli eleociti descritti da Rosa (cit. in [1]). Esse sono presenti in tal numero da assumere aspetto poliedrico per reciproca compressione [1] ed è difficile a questo punto riconoscere i limiti della cavità celomatica nella quale si trovano gonadi, sarcoliti e cellule ripiene di goccioline di grasso.

Senza dubbio tra le cellule libere con grassi inclusi esistono cellule con funzione istiocitaria [12] e fagocitaria [13], [14], [1], [15], tuttavia secondo Prenant [1] la funzione fagocitaria dei celomociti, nei quali solo eccezionalmente si trovano sarcoliti inclusi, non può comunque essere la causa determinante il processo sarcolitico visto che tanto i sarcoliti liberi quanto quelli fagocitati sono sempre anucleati; sarebbe difficile immaginare che la fagocitosi interessi solo i miofilamenti ed il sarcoplasma con esclusione dei nuclei. Prenant considera la fagocitosi dei sarcoliti un fatto eccezionale, irrilevante e comunque secondario [1].

La sarcolisi sarebbe quindi un vero processo di citolisi intrinseca delle cellule muscolari la cui prima fase sarebbe il rigonfiamento delle lamelle muscolari - « *dégénérescence cireuse* » di Prenant - a cui seguirebbe la loro frammentazione longitudinale [6]; le cause sono sconosciute ma debbono essere in rapporto con la maturazione delle gonadi e con l'accumulo dei grassi nei tessuti connettivi pericelomatici.

La presente Nota descrive la espulsione dei sarcoliti attraverso i celomodotti e dimostra le gravi alterazioni ultrastrutturali dei sarcoliti espulsi, confermando la esistenza di una citolisi primaria nel processo sarcolitico.

MATERIALE E METODO.

I corpi di *Eupomatus dianthus* (Verrill) sono stati estratti dai tubi calcarei e, quando la estrazione riusciva senza provocare perdite di sangue, sono stati immediatamente fissati *in toto* per immersione in acqua di mare filtrata aggiunta di Os 04 2 %, poi disidratati ed inclusi in Epon 812. Sezioni spesse 2 μ sono state preparate con un ultramicrotomo Porter-Blum Mt 1 e colorate a caldo con blu di Toluidina 1 %. Il materiale particolato espulso dai celomodotti è stato raccolto in acqua di mare, centrifugato, fissato, incluso, sezionato con un Ultratom II LKB, colorato con acetato d'uranile in soluzione saturata e fotografato con un microscopio elettronico RCA EMU 2.

Le osservazioni in luce polarizzata sono state condotte su materiale fresco montato in acqua di mare e le fotografie sono state eseguite con materiale sensibile ad elevata rapidità (Polaroid 3000) ⁽¹⁾.

(1) Il materiale è stato raccolto tra giugno e novembre del 1963 nella zona intertidale della costa continentale di Chincoteague Bay, nei pressi di Franklin Town (Maryland) con la collaborazione del personale della Marine Biology Station di Oxford (Maryland) del Bureau of Commercial Fisheries, Department of Interior, USA.

DESCRIZIONE DEI RISULTATI.

Dal materiale fissato *in toto* sono state per ora fatte soltanto osservazioni al microscopio-luce. Negli animali fissati all'inizio dell'estate, nei quali le gonadi non erano ancora state espulse, la muscolatura longitudinale presenta in sezione trasversale il caratteristico aspetto pinnato e la striatura parallela all'asse longitudinale delle lamelle; i nuclei si osservano di rado e risulta difficile stabilire se appartengano agli elementi muscolari o a quelli stromali. (Tav. I, fig. 1). Negli animali fissati in autunno o in tarda estate il cavo celomatico risulta quasi privo di gonadi ed invece occupato da gran quantità di cellule con citoplasma vacuolato e spesso con granuli osmiofilii, che sono gocce di grasso. Tali cellule sono separate da setti e ponti stromali e non sembrano cellule libere; inoltre non si distingue più uno strato continuo di cellule sulla superficie parietale del cavo celomatico.

La muscolatura longitudinale è alterata in misura maggiore o minore secondo gli individui; quando l'aspetto pinnato è ancora presente, si osservano numerose lamelle muscolari rigonfie, prive di striatura, e non più connesse ad una estremità con i setti stromali. Talora le lamelle muscolari sono rigonfie ed incurvate ad una estremità ed assumono la forma di un punto interrogativo oppure sono del tutto libere da connessioni con lo stroma e ritorte a spirale (Tav. I, fig. 2).

La espulsione del materiale particolato è stata osservata direttamente al microscopio da dissezione. Dopo estrazione del corpo dell'animale dal tubo calcareo, eseguita sotto al binoculare, è stata osservata la fuoriuscita di materiale particolato di aspetto aghiforme e talora di uova. Detto materiale fuoriusciva a getto dalla superficie ventrolaterale di tutti i segmenti addominali e precisamente da sedi equidistanti l'una dall'altra in lunghezza e corrispondenti ai solchi intersegmentali, collocate bilateralmente, tutte alla stessa distanza dal solco ventrale mediano.

Stimolando meccanicamente la contrazione dell'addome si provocava una espulsione più attiva e così si evidenziavano meglio i punti di fuoriuscita del materiale particolato che senza dubbio corrispondevano alla posizione dei celomodotti.

Dopo qualche minuto di osservazione il fondo del recipiente nel quale l'animale era contenuto, in acqua di mare, risultava coperto da materiale particolato. Tale materiale montato in acqua di mare, osservato al microscopio composto, dimostrava la presenza di due componenti morfologicamente distinte: *a*) sferule con diametro tra 15 e 35 μ ripiene di gocce o granuli contenuti da una membrana limitante trasparente; *b*) elementi allungati a falce o ad ago o a fuso di lunghezza molto variabile tra 10 e 70 μ (Tav. I, fig. 3 *a*). A nicols incrociati solo gli elementi allungati si dimostravano omogeneamente birifrangenti (Tav. I, fig. 3 *b*). Dopo prolungata osservazione gli elementi allungati cambiavano progressivamente forma assumendo prima l'aspetto di fusi con o senza striature trasversali, ed infine l'aspetto di sferule irregolari

(Tav. I, figg. 4 e 5). Tale cambiamento di forma avveniva quasi istantaneamente se si diluiva il mezzo (acqua di mare); così si potevano osservare gli aghi diventare di scatto prima fusi e poi elementi circolari, e le membrane limitanti delle sferule rompersi di colpo con conseguente dispersione delle gocce.

A nicols incrociati la birifrangenza aumentava in concomitanza con il passaggio degli elementi allungati all'aspetto fusiforme, e si dimostrava l'alternarsi di bande trasversali di birifrangenza a limiti ondulati con bande senza birifrangenza (Tav. I, fig. 5).

Quando gli elementi assumevano, in fine, forma circolare, la birifrangenza scompariva quasi del tutto.

Purtroppo la mobilità degli elementi nel mezzo acquoso e la loro instabilità hanno impedito uno studio completo delle caratteristiche ottiche del materiale.

Al microscopio elettronico il materiale raccolto per centrifugazione rivela principalmente due tipi di oggetti: alcuni composti da elementi fibrillari variamente orientati che evidentemente corrispondono ai sarcoliti, altri composti da elementi rotondi e fortemente osmiofili che evidentemente corrispondono al materiale lipidico delle sferule già osservate al microscopio-luce (Tav. II, fig. 6).

Insieme a questi due tipi di oggetti si possono riconoscere batteri, uova, spermatozoi e detrito cellulare libero come mitocondri, frammenti di membrane, plasmatiche, tutti gravemente alterati.

Il materiale lipidico, composto da goccioline elementari di 1000–3000 Å di diametro, è raccolto in ammassi più grandi quasi perfettamente rotondi di 2–5 μ di diametro, spesso avvolti in membrana (Tav. II, fig. 7). Tali ammassi di 2–5 μ di diametro corrispondono per dimensioni alle gocce contenute nelle sferule osservate al microscopio-luce. Essi in qualche caso sono raccolti insieme da una membrana irregolarmente frastagliata e piegata che dovrebbe corrispondere alla membrana limitante delle sferule ripiene di gocce osservate al microscopio-luce.

Gli oggetti composti da elementi fibrillari, cioè i sarcoliti, rivelano meglio la loro struttura quando il piano di taglio è caduto parallelamente o perpendicolarmente all'asse dei miofilamenti. Infatti nel primo caso i sarcoliti dimostrano una struttura a linee parallele, nel secondo caso una struttura a punti (Tav. II, fig. 6).

Tuttavia più spesso i miofilamenti appaiono organizzati in maniera più complessa o del tutto disorganizzati.

Sono stati osservati infatti sarcoliti composti di fasci di miofilamenti paralleli, essendo però le direzioni dei fasci divergenti tra di loro o convergenti, cosicché il sarcolite assume nell'insieme un aspetto vagamente fusiforme.

In altri sarcoliti colpiti dal taglio secondo una direzione quasi parallela ai miofilamenti, appaiono zone compatte a miofilamenti paralleli alternate a zone prive di miofilamenti, o contenenti filamenti più fini non paralleli, ad andamento tortuoso, che però sembrano continuarsi almeno in parte con i

miofilamenti paralleli delle zone compatte (Tav. II, fig. 10 e Tav. III, fig. 11). Ne risulta così un disegno a bande alterne discontinue, spezzate ad angolo acuto, che ricorda molto l'aspetto a bande alterne, birifrangenti e non birifrangenti, osservato nei sarcoliti freschi in luce polarizzata (Tav. II, fig. 10 e confronta Tav. I, fig. 5).

I miofilamenti hanno un diametro che, sia in sezione trasversale che in longitudinale, misura 200-300 Å (Tav. II, fig. 8). Lo spazio tra un miofilamento e l'altro, nell'ambito di uno stesso fascio, è costante ed ha dimensioni dell'ordine di 200-400 Å. Non si nota periodicità secondo l'asse del miofilamento (Tav. II, fig. 9).

Tuttavia i miofilamenti in sezione trasversale hanno contorni imprecisi forse a causa di alterazioni intrinseche della loro struttura, ma sono disposti su file parallele e sono regolarmente sfasati tra una fila e l'altra così che i miofilamenti di una fila risultano allineati con gli spazi tra i miofilamenti adiacenti della fila successiva (Tav. II, fig. 8).

I sarcoliti a miofilamenti paralleli e quelli a zone alternate sono talora avvolti, mai completamente però, da membrane; spesso contengono organelli cellulari alterati come per es. mitocondri, e tubuli (sarcotubuli?) (Tav. III, figg. 11 e 12).

Diversamente dai sarcoliti finora descritti sono stati osservati altri oggetti composti da elementi fibrillari che però si differenziano per il maggiore o minore disordine dei miofilamenti; nell'ambito dello stesso sarcolite si osservano fasci di miofilamenti compatti e paralleli, ma anche aree dove i miofilamenti sono alternativamente presenti o assenti a zone successive e con direzioni molto differenti tra loro (Tav. III, fig. 12).

Con grande frequenza si osservano sarcoliti nei quali i miofilamenti hanno perduto ogni organizzazione a fasci o a file parallele e risultano agglomerati in un groviglio complicatissimo nel quale ogni miofilamento ha una direzione individuale sua propria (Tav. III, fig. 13). Questi sarcoliti sono sempre privi di membrane ed hanno nell'insieme forme completamente irregolari.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.

La constatazione che i sarcoliti vengono espulsi attraverso i celomodotti, sia pure in condizioni speciali come quelle derivanti dalla estrazione dell'animale dal suo tubo, risolve il problema della eliminazione dei sarcoliti liberi dal celoma. Infatti, anche se si deve supporre che in condizioni normali la espulsione dei sarcoliti avvenga in modo meno drammatico e più lento, questo meccanismo di eliminazione toglie ogni problematicità alla scarsità dei fenomeni di fagocitosi rilevata da vari Autori [1], [6], [13], [14], [15].

La espulsione delle sferule a gocce lipidiche che accompagnano i sarcoliti, fenomeno di intensità eguale, se non maggiore, alla espulsione dei sarcoliti, conferma la stretta relazione tra sarcoliti ed accumulo di grassi nel celoma [1]. Tuttavia resta da chiarire l'origine e la istogenesi sia dei sarcoliti che delle sferule a gocce lipidiche.

La osservazione diretta delle modificazioni dei sarcoliti attraverso le tre fasi di: accorciamento (*a*), comparsa della striatura trasversale (*b*), perdita della birifrangenza e trasformazione in corpi circolari (*c*), trova il suo corrispettivo ultrastrutturale e la sua interpretazione nelle osservazioni al microscopio elettronico.

Infatti a questi tre stadi corrispondono discretamente i quadri osservati di: sarcoliti fusiformi a fasci paralleli con miofilamenti disposti su file regolari (*a*), sarcoliti striati a zone alterne con e senza miofilamenti (*b*), sarcoliti con miofilamenti aggomitolati (*c*).

La organizzazione dei miofilamenti paralleli in fasci rende conto della birifrangenza dei sarcoliti freschi; le bande prive di birifrangenza nei sarcoliti freschi di aspetto striato, dovrebbe corrispondere alle zone prive di miofilamenti. La perdita di birifrangenza certamente corrisponde all'aggomitolamento dei miofilamenti, quando cioè si perde completamente ogni organizzazione a miofilamenti paralleli.

Tutto ciò unitamente alla assenza di sarcoliti espulsi con striature parallele rispetto all'asse dei miofilamenti e cioè di zone a miofilamenti alternate a zone a sarcotubuli [7], fa ritenere che la sarcolisi sia un processo citolitico primario che interessa tipicamente la componente sarcoplasmica ed i miofilamenti.

Tuttavia resta senza spiegazione la completa assenza di nuclei nei sarcoliti.

La constatazione diretta, per alcuni sarcoliti, che la striatura trasversale dei fusi è una fase del processo di disorganizzazione dei miofilamenti successiva ad una fase senza striatura, non consente di escludere che altri sarcoliti striati derivino da elementi muscolari a struttura liscia elicoidale del tipo descritto da Ikemoto [8].

In questo senso potrebbero anche essere interpretati alcuni quadri osservati al microscopio elettronico (Tav. II, fig. 10 e Tav. III, fig. 11).

Riguardo alle possibili cause della sarcolisi si vuole fare rilevare in questa sede una osservazione marginale che sembra tuttavia significativa. Un campione della popolazione di *Eupomatus dianthus* (Verrill) dalla quale era stato prelevato il materiale per il presente studio fu trasferito in laboratorio e tenuto in osservazione fino ad inverno avanzato (gennaio): ben pochi individui sopravvissero fino al termine delle osservazioni. Nelle settimane precedenti il decesso gli animali mostravano evidenti segni di sarcolisi (addome trasparente e flaccido, scarsa motilità). Ciò induce a ritenere che la sarcolisi sia, almeno in questa specie, un processo irreversibile e che i danni biologici che la accompagnano sono tali da produrre la morte dell'animale.

Tra i danni secondari della sarcolisi si deve senza dubbio considerare la asfissia dei tessuti dell'animale che deriva dalla distruzione della muscolatura e quindi dalla immobilità dell'animale alla quale fa seguito una insufficienza della circolazione passiva dei seni perintestinali. Ovviamente si crea un circolo vizioso, a tutto svantaggio di eventuali processi di rigenerazione dei muscoli, tra danno muscolare primario (sarcolisi) e danno muscolare secondario da asfissia (vedi 11). Sembra non avventato formulare la ipotesi

che, a prescindere da eventuali fattori ormonali legati alla maturazione delle gonadi, il processo sarcolitico in se stesso possa essere scatenato da una crisi asfittica della muscolatura longitudinale (che come è noto non è vascolarizzata e riceve ossigeno dal liquido celomatico) conseguente alla emissione delle gonadi. Si potrebbe supporre che la maturazione delle gonadi e l'imponente accumulo di cellule con inclusione lipidiche nel celoma, determinino progressivamente una condizione di debito d'ossigeno a danno della muscolatura longitudinale.

La espulsione delle cellule germinali mature diminuendo improvvisamente la pressione nello spazio celomatico - si tenga presente che l'animale è contenuto in un tubo indeformabile - potrebbe modificare le condizioni idrodinamiche nel celoma aggravando l'insufficienza della circolazione e peggiorando il bilancio respiratorio e quindi potrebbe determinare una asfissia più grave delle cellule muscolari, tale da causare un danno irreversibile alla componente contrattile (filamenti actinici) ed al sarcoplasma.

Vivi ringraziamenti sono dovuti a David B. Scott, Marie U. Nylen, Harold M. Fullmer e Jan-Erik Glas per le stimolanti discussioni e per l'addestramento ricevuto in alcune tecniche speciali.

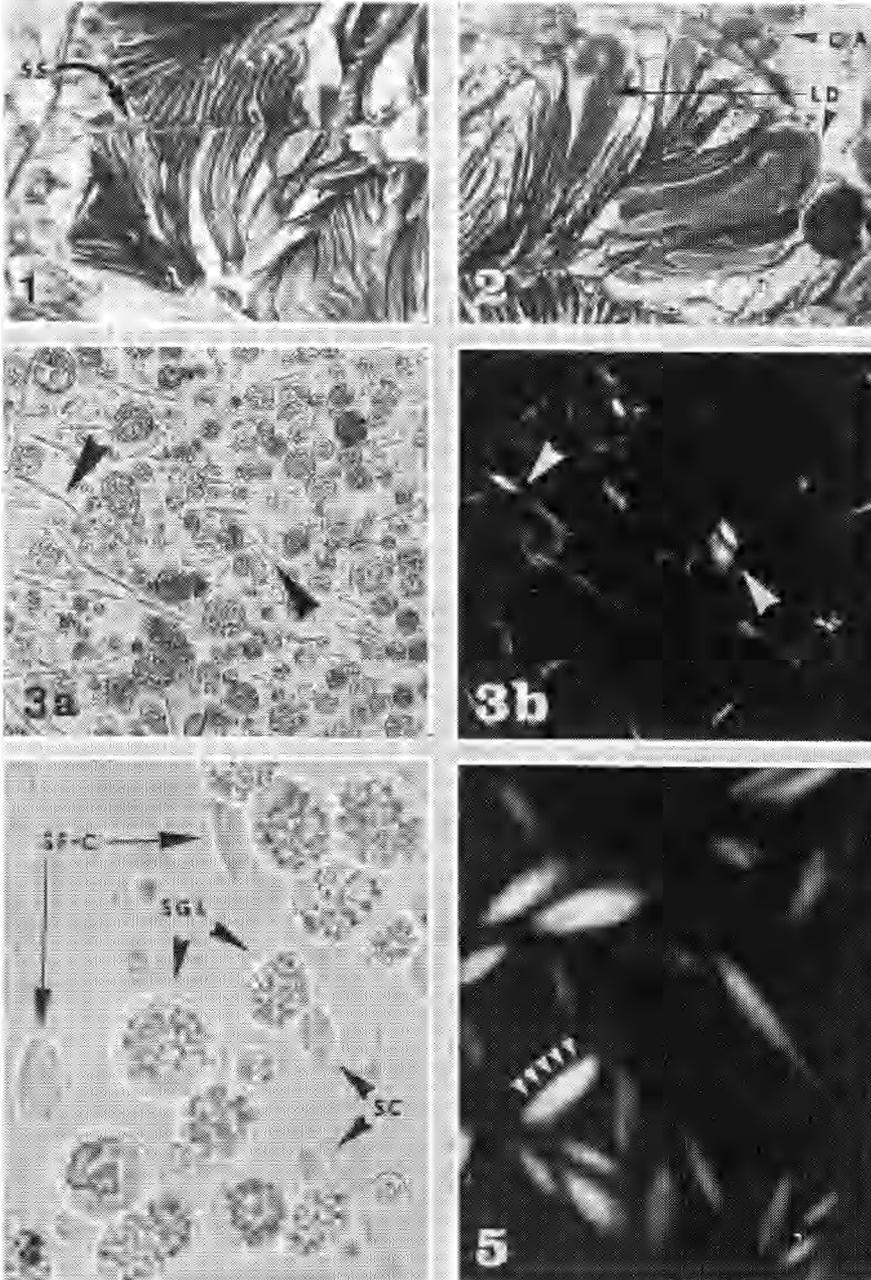
BIBLIOGRAFIA.

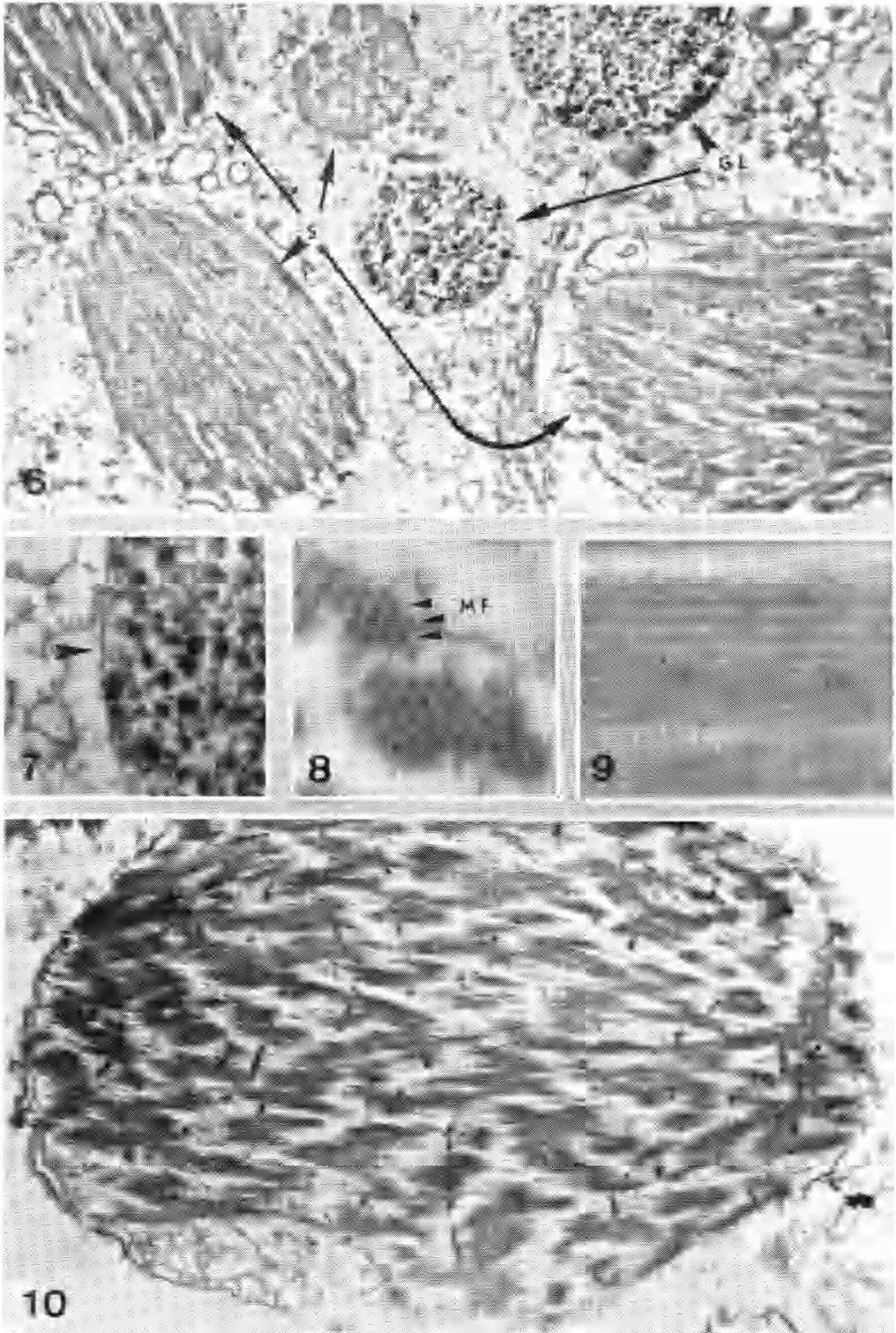
- [1] A. PRENANT, «Arch. de Zool. Expérim. et Génér.», 69, 1 (1929).
- [2] J. HANSON, «Quart. J. Micr. Sci.», 89, 139 (1949).
- [3] E. O. MUZZI, osservazioni inedite.
- [4] I. PUCCI e B. A. AFZELIUS, «J. Ultrastr. Research», 7, 210 (1962).
- [5] J. HANSON e J. LOWY, *The structure and function of muscle*, Vol. I, Capo IX, p. 264, Ed. Academic Press, New York-London (1960).
- [6] R. DEFRETIN, «Ann. Inst. Océanograf.», 24, 117 (1949).
- [7] B. BACCETTI e G. SICHEL, «Arch. Zool. Ital.», 49, 27 (1964).
- [8] N. IKEMOTO, «Biol. J. of Okayama Univ.», 9, 81 (1963).
- [9] J. HANSON e J. LOWY, «Nature», 180, 906 (1957).
- [10] D. R. KOMINTZ, F. SAAD e K. LAKI, *Proceedings of the Conference on the chemistry of muscular contraction*, p. 66, Ed. Igaku Shoin Ltd., Tokio (1957).
- [11] H. M. FOX, «Proceed. Roy. Soc. London», ser. B, Biol. Sci., 125, 554 (1938).
- [12] G. SICHEL, «Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.» ser. IV, 6, 321 (1962).
- [13] M. ROMIEU, «C. R. Acad. Sci.», 173, 246 (1921).
- [14] A. DEHORNE, «C. R. Acad. Sci.», 174, 1043 (1922).
- [15] G. SICHEL, «Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.» ser. IV, 8, 86 (1964).

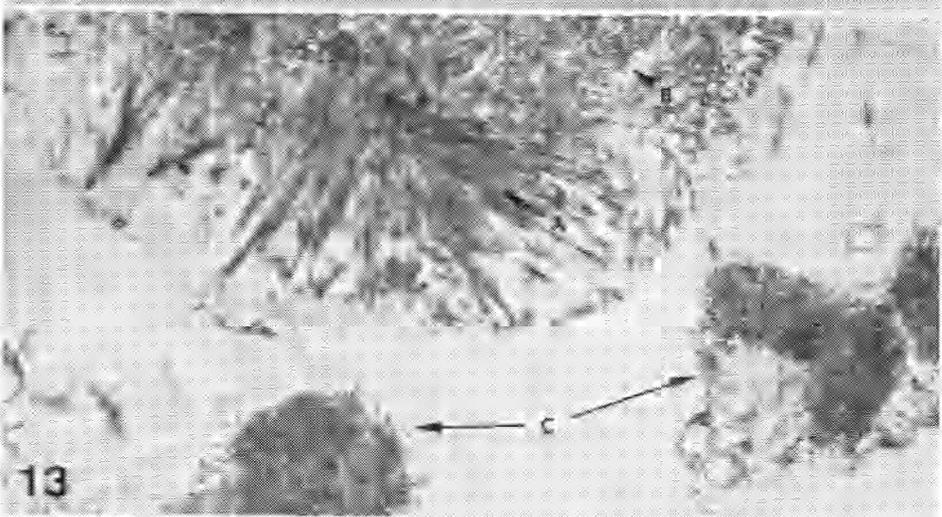
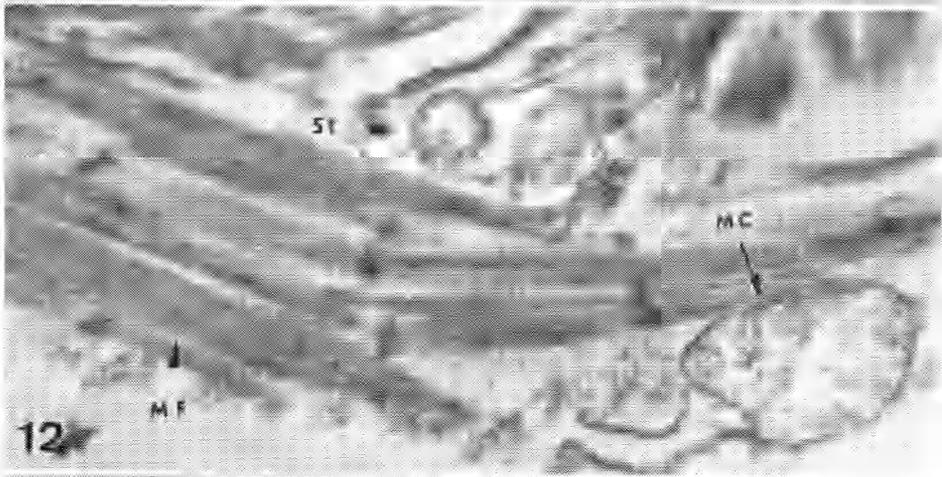
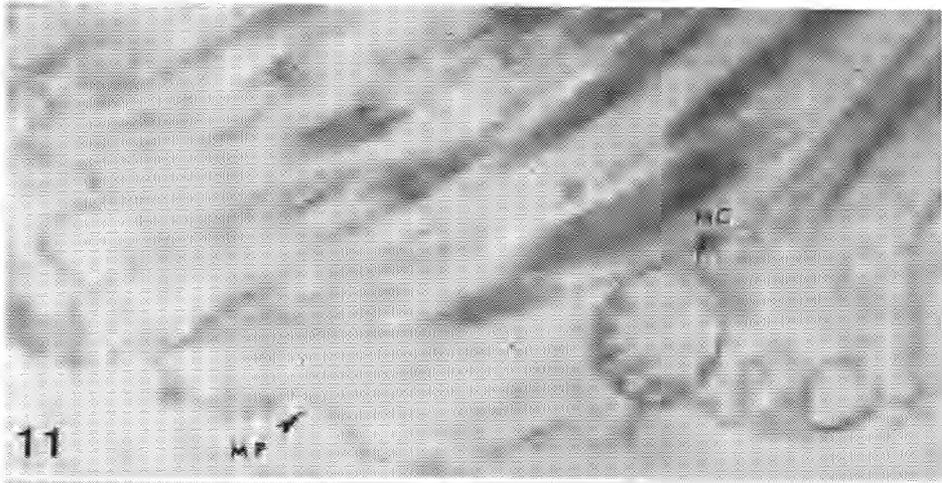
SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-III

TAVOLA I.

Fig. 1. - Lamelle muscolari con striatura disposte parallelamente tra di loro intorno al setto stromale (SS); sezione sagittale della muscolatura longitudinale dell'addome in animale fissato prima della emissione delle cellule germinali. Epon, blu di Toluidina, spessore 2 μ ; \times 600.







- Fig. 2. – Lamelle muscolari di cui alcune, rigonfie e senza striatura, allontanate dal setto stromale, in corso di degenerazione sarcolitica (LD = Lamelle degenerate). In alto si osservano alcune cellule adipose (CA) con vacuoli vuoti e con granuli osmiofli. Sezione confrontabile per la sede anatomica con quella della fig. 1 ma da animale in sarcolisi. Epon, blu di Toluidina, spessore $2\ \mu$; $\times 600$.
- Fig. 3 *a*. – Sarcoliti – indicati dalle frecce – e sferule a gocce lipidiche osservati freschi in acqua di mare; $\times 150$; Polaroid 3000.
- Fig. 3 *b*. – Lo stesso campo della fig. 3 *a* osservato a nicoli incrociati dimostra la birifrangenza dei sarcoliti che sono quasi tutti di aspetto aghiforme. Le sferule a gocce lipidiche non mostrano birifrangenza; $\times 150$; Polaroid 3000.
- Fig. 4. – Sarcoliti di aspetto intermedio tra fusiforme e circolare (SF-C) ed altri di aspetto circolare (SC) insieme a sferule a gocce lipidiche (SGL) osservati a fresco; $\times 500$. Polaroid 3000.
- Fig. 5. – Sarcoliti fusiformi con evidente striatura trasversale per birifrangenza di diversa intensità osservati, a nicoli incrociati, a fresco; $\times 500$; Polaroid 3000.

TAVOLA II.

- Fig. 6. – Sarcoliti (S) con miofilamenti nel piano di sezione di cui uno in alto al centro mostra un'aspetto a punti perché i miofilamenti son tagliati trasversalmente all'asse. Gocce lipidiche (GL). Negli spazi detrito cellulare (mitocondri, microsomi). Epon, \times circa 9000.
- Fig. 7. – Goccioline lipidiche elementari osmiofile di $1000\text{--}3000\ \text{\AA}$ raccolte da una membrana (freccia). Epon, \times circa 21.600.
- Fig. 8. – Miofilamenti (MF) di circa $200\text{--}400\ \text{\AA}$ di diametro tagliati normalmente all'asse (da un sarcolite); i miofilamenti sono ancora raccolti in fasci e paralleli tra loro. Epon, \times circa 54.400.
- Fig. 9. – Miofilamenti da un sarcolite tagliati parallelamente al loro asse. Stato di organizzazione simile a quello della fig. 8. Epon, \times circa 53.600.
- Fig. 10. – Sarcolite tagliato parallelamente all'asse longitudinale dei miofilamenti che però appaiono, a tratti, interrotti nella loro continuità; ne risulta un disegno a bande alterne. Alla periferia del sarcolite si notano residui di membrane. Epon, \times circa 9000.

TAVOLA III.

- Fig. 11. – Membrana plasmatica (MP) e mitocondri (MC) alla periferia di un sarcolite nel quale si notano miofilamenti a fasci non paralleli intercalati a tratti con zone che contengono filamenti più piccoli. Epon, \times circa 19.600.
- Fig. 12. – Zona periferica di un sarcolite comparabile con quella della fig. 11; si notano strutture che ricordano i sarcotubuli (ST). I fasci di miofilamenti divergono per la direzione (sarcoliti a miofilamenti disorganizzati). Epon, \times circa 11.000.
- Fig. 13. – Si osservano aree appartenenti a tre diversi sarcoliti tutti in avanzata disorganizzazione; nello stesso sarcolite si osservano in A miofilamenti individualmente non paralleli, tagliati secondo il loro asse longitudinale, mentre in B i miofilamenti sono normali al piano di sezione. Nei due sarcoliti indicati da C non si riconoscono quasi i miofilamenti che hanno ormai decorso curvilineo del tutto irregolare (fase di aggomitolamento). Epon, \times circa 9000.