
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ABELE SAITA, MARINA CAMATINI

**Osservazioni al microscopio elettronico di alcuni
muscoli di *Cetonia aurata***

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 43 (1967), n.6, p. 597–601.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_43_6_597_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/>

Zoologia. — *Osservazioni al microscopio elettronico di alcuni muscoli di Cetonia aurata* (*). Nota di ABELE SAITA e MARINA CAMATINI, presentata (**) dal Corrisp. S. RANZI.

SUMMARY. — The cytological organization of the following muscle fibres of *Cetonia aurata*: head muscle, elytra muscle, flight muscle, coxal and leg muscles have been investigated by electron microscopy. In this research the AA. study the presence of two different kinds of myofilament arrangement: one of flight muscles and the other one of skeletal muscles. There are however some differences in different types of muscles in the relative disposition of the constituent parts of the cell. The purpose of this work is to begin an ultrastructural study of elytra and head muscles in Insecta, never studied before with the electron microscope.

Le osservazioni qui riferite, pur limitandosi al solo coleottero *Cetonia aurata*, rientrano in un più ampio programma di ricerca sulla ultrastruttura dei sistemi contrattili, che si sta ora conducendo nell'Istituto di Zoologia di Milano.

L'osservazione ultrastrutturale si riferisce in modo particolare alla distribuzione dei miofilamenti, primari e secondari, della muscolatura striata nei diversi gruppi muscolari che si sono potuti isolare: cioè nella muscolatura del volo, della deambulazione, del capo e delle elitre.

MATERIALI E METODI.

Sono stati utilizzati esemplari adulti di *Cetonia aurata*, catturati in Lombardia. Dopo la prima rapida dissezione, onde separare i segmenti del capo e del torace, si è proceduto alla prefissazione in glutaraldeide, purificata su colonna di carbone e tamponata a pH 7,2, e successiva fissazione in acido osmico 1%, pH 7, in tampone fosfati. Sul materiale così fissato si è eseguita la separazione dei diversi fasci muscolari, seguendo le indicazioni di anatomia, ricavate da Snodgrass (1935), Weber (1933) e Deegener (1928). Dai muscoli separati al binocolare, sono state isolate alcune fibre per un'ulteriore fissazione di controllo al microscopio ottico. Si sono in questo modo isolati i seguenti muscoli: nel capo l'estensore e flessore delle mandibole e delle mascelle e il depressore orizzontale; nel protorace i depressori e rotatori del capo e flessori ed estensori coxali; nel mesotorace i tergo-coxali e pleuro-coxali e gli elevatori delle elitre; nel metatorace i longitudinali dorsali, i tergo-sternali, i basolari, i subalari, i tergo-coxali e pleuro-coxali e i flessori del trocantere; nelle zampe i muscoli femorali. La disidratazione e l'inclusione in vestopal W sono state eseguite secondo i metodi tradizionali. Le sezioni sono state ottenute con l'ultramicrotomo Ultratome LKB, e dopo colorazione con acetato di uranile e citrato di piombo (Reynolds, 1963) sono state osservate al microscopio elettronico Hitachi HS-7.

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Zoologia dell'Università di Milano dal Gruppo di Ricerca per l'Embriologia del C.N.R.

(**) Nella seduta del 9 dicembre 1967.

OSSERVAZIONI.

Muscolatura della deambulazione. - In tutti i muscoli della deambulazione ogni filamento primario è circondato da una corona di numerosi filamenti secondari (Tav. I, figg. 1 e 1 a). Questa distribuzione è stata denominata del « secondo tipo » (Lanzavecchia, 1967) ed è identica a quella riscontrata nei muscoli intersegmentali di *Scolopendra* (Camatini e Saita, 1967), di altri Miriapodi (Camatini e Saita, in preparazione), in alcuni muscoli di Aracnidi (Auber, 1963) e di Crostacei (Bouligand, 1964; Swan, 1963; Brandt e coll., 1965). Per quanto riguarda gli Insetti, le ricerche sui muscoli della deambulazione sono alquanto limitate e i risultati sinora riferiti (Smith, 1962; Hago-pian, 1966 e 1967; Reger, 1967), dimostrano l'appartenenza di questi muscoli a quelli con numerosi filamenti secondari.

Mentre non esistono differenze evidenti nella disposizione dei miofilamenti, si possono invece osservare alcune variazioni per quanto riguarda gli organuli cellulari.

Nei muscoli femorali e pleuro-coxali, in cui il diametro delle fibre è compreso tra 20 e 40 μ , i nuclei sono situati alla periferia, nella zona immediatamente sottostante il sarcolemma, il sistema tracheolare è esterno alle stesse fibre.

Nei grossi fasci muscolari tergo-coxali, le cui fibre hanno un diametro di 60-80 μ , i nuclei sono numerosi e sparsi, le trachee penetrano tra le singole miofibrille. È stato quindi osservato un sistema di tracheolazione interna.

In entrambi i muscoli sopra descritti sono presenti mitocondri di tre tipi: ovali, situati in prossimità della membrana sarcoplasmatica; allungati tra le miofibrille, e piccoli e regolarmente distribuiti in corrispondenza della stria Z. In sezioni longitudinali è possibile misurare la lunghezza dei sarcomeri, che, in fibre decontratte, raggiungono 8 μ .

Muscolatura del volo. - Questi muscoli, sia indiretti (longitudinale dorsale e tergo-sternale) che diretti (basalare e subalare), sono di tipo fibrillare e si possono facilmente distinguere al binoculare per il colore roseo e per le loro dimensioni (relativamente maggiori), al microscopio ottico si distinguono per i sarcomeri molto brevi. Al microscopio elettronico appaiono costituiti in modo caratteristico in *Cetonia* (come in altri Coleotteri, Emitteri, Ditteri) da fasci di miofibrille lunghe e cilindriche, immerse nella matrice sarcoplasmatica, povera di reticolo, assieme a numerosi e grossi mitocondri e con nuclei sparsi (Tav. I, fig. 2).

In sezione trasversale è possibile osservare la distribuzione dei miofilamenti: ogni filamento primario è circondato da sei filamenti secondari, ciascuno di questi si trova sulla linea di congiunzione di due filamenti primari adiacenti (Tav. I, fig. 2 a; Tav. II, fig. 4). Questa distribuzione corrisponde a quella finora osservata nella muscolatura del volo degli Insetti, e ritenuta caratteristica per questo tipo di muscoli, per quanto sia stata anche osservata in alcuni

muscoli di Crostacei (Fahrenbach, 1962, 1963 e 1967) e nei Chetognati (Camatini e Lanzavecchia, 1966).

In sezione longitudinale, i sarcomeri appaiono brevi (2-3 μ), la banda I è molto ridotta anche in muscoli decontratti (Tav. II, fig. 3). La presenza di trachee è particolarmente evidente anche all'interno delle fibre.

Muscolatura del capo. - Non esistono dati bibliografici sulla ultrastruttura dei muscoli del capo degli Insetti. Quelli osservati in *Cetonia aurata* risultano costituiti da fasci di fibre strettamente accollate tra loro da una spessa membrana basale, in modo da formare sistemi compatti. Ogni fibra in sezione trasversale risulta costituita da numerose miofibrille, con diametro relativamente modesto e con profilo poligonale; tra queste è presente un abbondante reticolo sarcoplasmatico, spesso associato alle membrane del sistema T, sempre ben sviluppato (Tav. III, fig. 6). È inoltre frequente l'osservazione di invaginazioni del sarcolemma unitamente alla membrana basale (Tav. III, fig. 8) e di particolari ispessimenti della membrana sarcoplasmatica a livello delle giunzioni tra fibre adiacenti (Tav. III, fig. 7).

I mitocondri sono abbastanza numerosi e la tracheolazione è esterna alle fibre. Anche in questi muscoli ogni miofilamento primario è circondato da numerosi filamenti secondari (Tav. III, fig. 9).

Muscolatura delle elitre. - In questi muscoli la disposizione dei miofilamenti è identica a quella riscontrata nella muscolatura della deambulazione e del capo.

I nuclei sono laterali, le trachee esterne, le miofibrille hanno un diametro molto ridotto, i mitocondri sono particolarmente numerosi e di dimensioni notevoli, il reticolo sarcoplasmatico è particolarmente sviluppato, probabilmente in relazione al fatto che il muscolo può e deve mantenere a lungo il suo stato di contrazione (Tav. IV, figg. 10 e 11).

CONCLUSIONI.

Questa ricerca è servita ad iniziare lo studio ultrastrutturale della muscolatura del capo e delle elitre degli Insetti, sinora non osservate al microscopio elettronico.

Inoltre si è messo ancora una volta in evidenza, negli Insetti, la differente organizzazione strutturale dei muscoli fibrillari asincroni del volo rispetto agli altri muscoli. Essendosi poi estesa l'indagine ad un notevole numero di muscoli dello stesso insetto, ci sembra di potere indicare che la disposizione a numerosi miofilamenti secondari, osservata nella muscolatura della deambulazione, del capo e delle elitre, è la più generalmente distribuita nella muscolatura degli Insetti. La disposizione invece di sei filamenti secondari attorno ad ogni primario si osserva in muscoli con caratteristiche dinamiche particolari, dato che sinora si è riscontrata negli Insetti solo nei muscoli del volo e nella muscolatura dell'organo timpanico di *Cicala* (Edwards e coll., 1958).

Questo tipo di indagine morfologica è stata quindi condotta con un duplice intento: sia per facilitare lo studio delle relazioni che intercorrono tra struttura e meccanismo d'azione in muscoli così diversi, sia perché, impiegando come carattere di paragone la muscolatura studiata a livello ultrastrutturale, si possano meglio stabilire i rapporti evolutivi o gli elementi di convergenza e parallelismo tra il gruppo degli Insetti e gli altri gruppi degli Artropodi.

LAVORI CITATI.

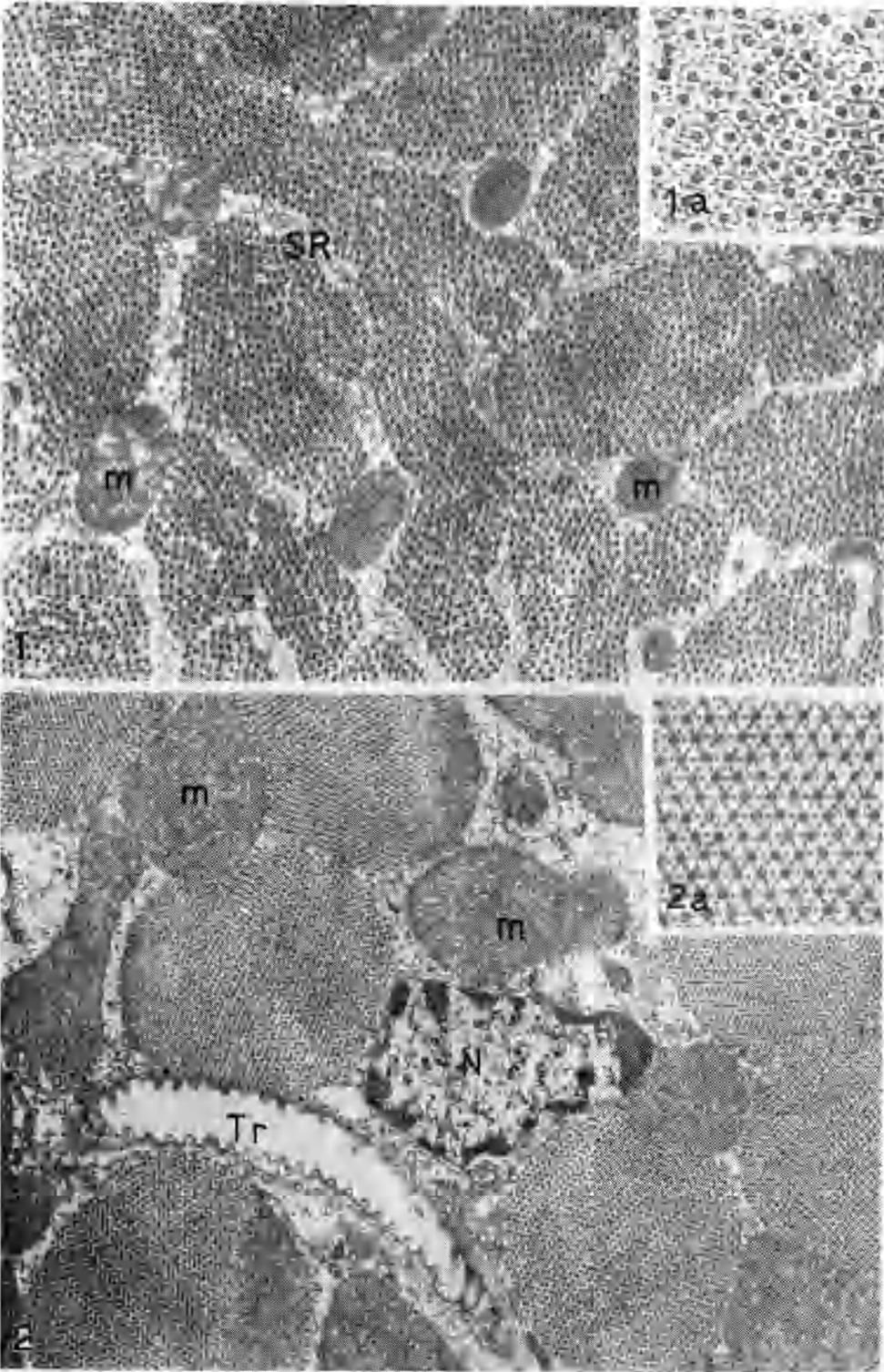
- AUBER M., « J. de Microscopie », 2, 233 (1963).
 BOULIGAND J., « J. de Microscopie », 3, 697 (1964).
 BRANDT P. W., REUBEN J. P., GIRARDIER L. e GRUNFEST H., « J. Cell Biol. », 25, 233 (1965).
 CAMATINI M. e LANZAVECCHIA G., « Accad. Naz. Lincei (Rend. Sc. fis. mat. nat.) », 41, 388 (1966).
 CAMATINI M. e SAITA A., « Accad. Naz. Lincei (Rend. Sc. fis. mat. nat.) », 42, 704 (1967).
 DEGENER P., « Musculatur und endoskelett » in C. H. Schroder « Handbuch der Entomologie », 438 (1928).
 EDWARDS A., RUSKA H. e HARVEN M. D., « J. Biophys. Biochem. Cytol. », 4, 251 (1958).
 FAHRENBACH W. H., « Electron Microscopy. V^o Intern. Cong. Electron Micr., Philadelphia, Academic Press », New York, 2 (1962).
 FAHRENBACH W. H., « J. Cell Biol. », 17, 629 (1963).
 FAHRENBACH W. H., « J. Cell Biol. », 35, 69 (1967).
 LANZAVECCHIA G., « Ist. Lombardo Rend. Sci. », B 101, 233 (1967).
 HAGOPIAN M., « J. Cell Biol. », 28, 245 (1966).
 HAGOPIAN M., « J. Cell Biol. », 32, 535 (1967).
 REGER J. F., « J. Cell Biol. », 33, 531 (1967).
 REYNOLDS E. J., « J. Cell Biol. », 17, 208 (1963).
 SMITH D. S., « Rev. canad. Biol. », 21, 279 (1962).
 SNODGRASS R. E., in « Principles of Insect Morphology », ed. Mc. Grow Hill Book Company, New York (1935).
 SWAN R. C., « J. Cell Biol. », 19, 68 A (1963).
 WEBER H., « Lehrbuch der Entomologie », Jena (1933).

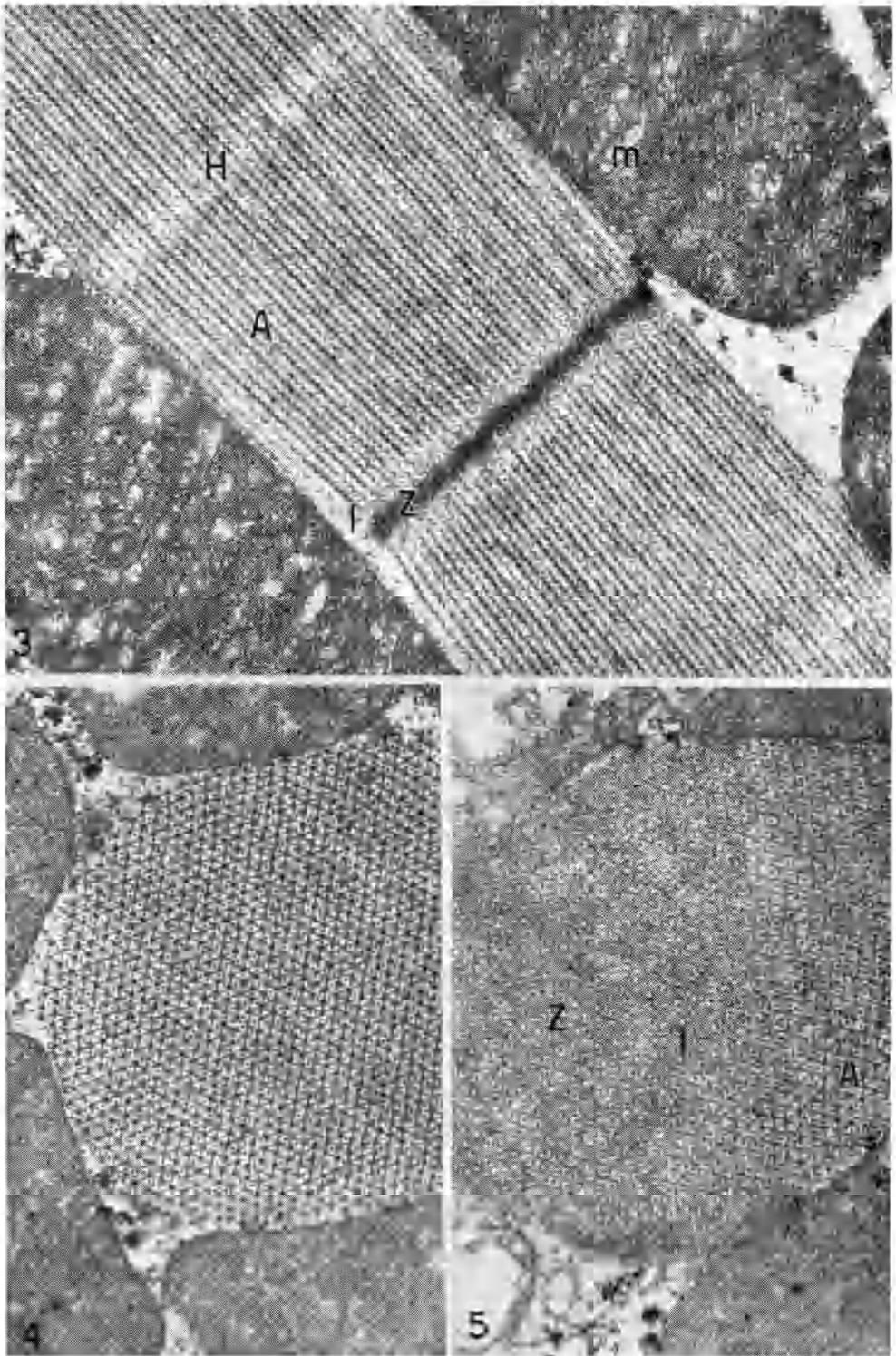
SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-IV

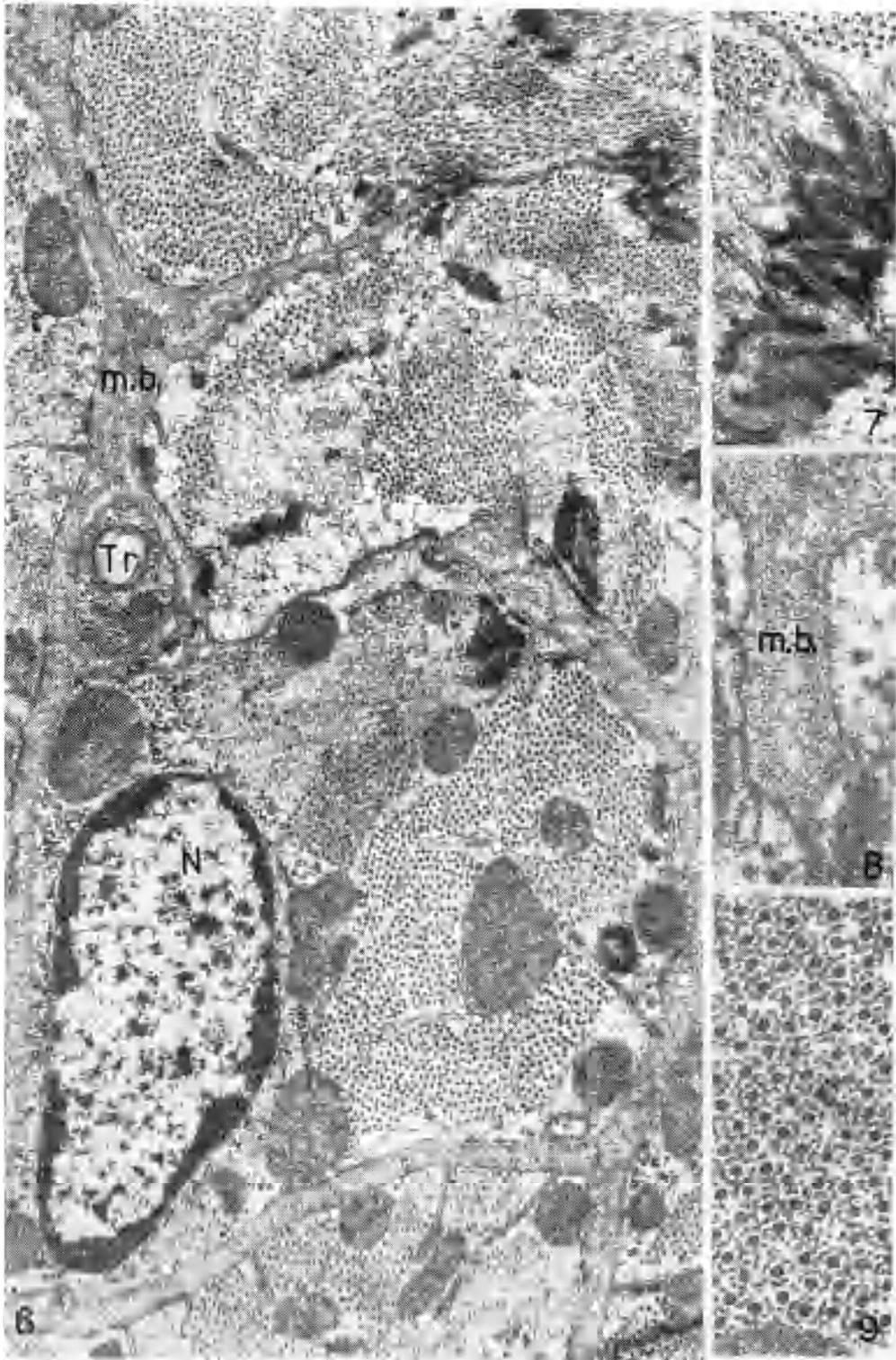
(vedere il paragrafo Materiali e metodi per le note tecniche generali).

TAVOLA I.

- Fig. 1. - Sezione trasversale di muscolo tergo-coxale. Si osservano miofibrille a profilo irregolare, mitocondri (m) piccoli e poco numerosi ed un reticolo sarcoplasmatico (SR) abbastanza sviluppato. $\times 25.000$.
- Fig. 1a. - Particolare, in sezione trasversale, di muscolo tergo-coxale. Si osservano numerosi filamenti secondari attorno ad ogni primario. $\times 78.000$.
- Fig. 2. - Sezione trasversale di muscolo longitudinale dorsale (indiretto del volo). Le miofibrille hanno profilo circolare, tra esse è presente una trachea (Tr) ed un nucleo (N). Nella matrice sarcoplasmatica appaiono numerosi mitocondri (m) ricchi di creste. Il reticolo sarcoplasmatico è molto ridotto. $\times 17.000$.
- Fig. 2a. - Particolare in sezione trasversale di muscolo longitudinale dorsale. Ogni filamento primario è circondato da sei filamenti secondari, ciascuno di questi si trova sulla linea di congiunzione di due filamenti primari adiacenti. $\times 70.000$.







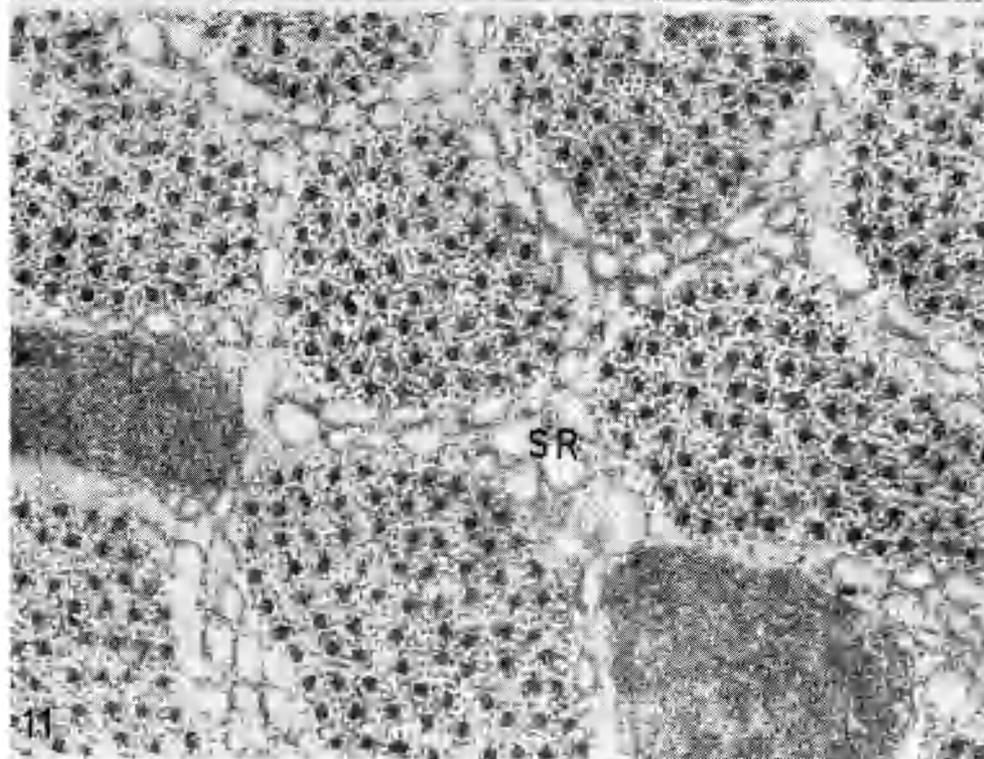
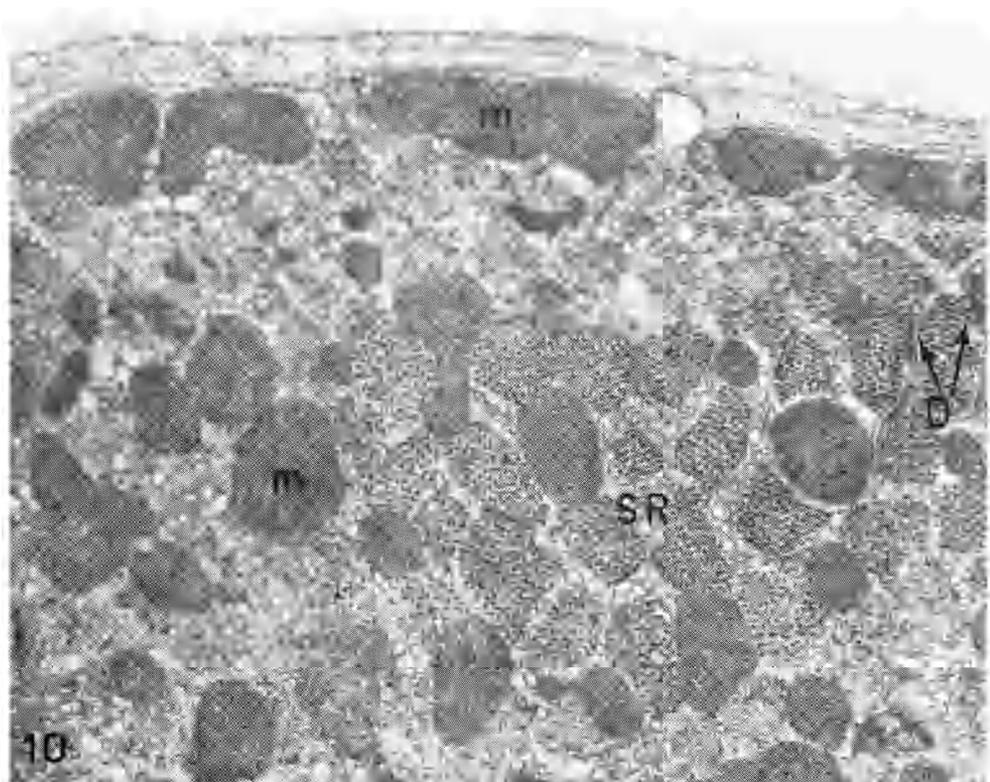


TAVOLA II.

- Fig. 3. — Sezione longitudinale di muscolo tergo-sternale (indiretto del volo). Il sarcomero presenta chiaramente le diverse bande (H, A, I e Z), la banda I è molto ridotta. Il sarcomero è circondato da mitocondri (m) di dimensioni notevoli. $\times 45.000$.
- Fig. 4. — Sezione trasversale, condotta a livello della banda A, di muscolo basilare (diretto del volo). La miofibrilla è circondata da mitocondri (m) ed è evidente la disposizione dei miofilamenti, tipica del volo. $\times 47.000$.
- Fig. 5. — Sezione lievemente obliqua di muscolo subalare (diretto del volo). Si notano le zone di passaggio dalla banda A alla Z (A, I, Z) e la particolare disposizione che assumono i miofilamenti a questi livelli. $\times 45.000$.

TAVOLA III.

- Fig. 6. — Sezione trasversale di muscolo depressore del capo. Sono visibili diverse fibre delimitate da una membrana basale (m.b.) e strettamente impacchettate. In basso a sinistra un nucleo (N). Le trachee (Tr) sono esterne. $\times 26.000$.
- Fig. 7. — Particolare, in sezione obliqua delle giunzioni terminali tra fibre di muscoli del capo. $\times 42.000$.
- Fig. 8. — Particolare in sezione trasversale di una invaginazione del sarcolemma accompagnata per un certo tratto dalla membrana basale (m.b.). $\times 100.000$.
- Fig. 9. — Particolare di muscolo del capo in sezione trasversale. È evidente la presenza di numerosi filamenti secondari attorno ad ogni primario. $\times 78.000$.

TAVOLA IV.

- Fig. 10. — Sezione trasversale di muscolo delle elitre a piccolo ingrandimento. La distribuzione delle miofibrille non rivela un orientamento preferenziale. I mitocondri (m) sono numerosi e grandi in rapporto alle dimensioni piuttosto limitate delle miofibrille. A destra si osservano alcune diadi (D). Il reticolo sarcoplasmatico (SR) è particolarmente sviluppato. $\times 19.000$.
- Fig. 11. — Sezione trasversale di muscolo delle elitre. Le miofibrille sono avvolte da un reticolo sarcoplasmatico (SR) molto sviluppato. Ogni filamento primario è circondato da numerosi filamenti secondari. $\times 81.000$.