

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

CARLOS OBERTI, GUIDO PALLADINI

**A spetti dell'innervazione del piede in *Mytilus gallo-provincialis* Lam.**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 43 (1967), n.6, p. 615–619.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1967\\_8\\_43\\_6\\_615\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1967_8_43_6_615_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.** — *Aspetti dell'innervazione del piede in Mytilus galloprovincialis Lam.* (\*). Nota di CARLOS OBERTI e GUIDO PALLADINI, presentata (\*\*) dal Socio A. STEFANELLI.

SUMMARY. — The AA. investigated the innervation of the foot of mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. through specific histological techniques. They examined the muscular, glandular and subepithelial nerve endings. Both the nerve trunks (pedal nerves) originating from the pedal ganglia enter the foot from basal side; they branch out and form nerve plexuses.

Within the muscular and glandular system and in the subepithelial zone, the AA. found fine nerve endings of possible sensorial function. No investigation on this field was found in the literature up to the present time. The relationships between the behaviour and the innervation are discussed.

La struttura morfologica che più di ogni altra caratterizza il *phylum* dei Molluschi è il piede, massa muscolare formatasi per ispessimento del sacco muscolocutaneo, particolarmente ricca di ghiandole e situata ventralmente al sacco dei visceri.

Quest'organo, che varia in forma ed in grandezza a seconda del *behaviour* e dell'*habitat* dell'animale, può essere definito un organo locomotorio, in quanto permette all'animale di spostarsi da un punto all'altro, ma, essendo ricco di ghiandole, svolge diverse altre funzioni. La ghiandola del bisso, ad esempio, secreta una sostanza filamentosa che si rapprende nell'acqua permettendo la fissazione dell'esemplare al substrato.

Queste funzioni sono state ampiamente studiate da vari Autori, mentre mancano dati precisi sul significato della cospicua innervazione che si può osservare nel piede. Infatti tale innervazione prende origine da un ganglio (*ganglio pedale*) piuttosto voluminoso, situato alla base dell'organo; da esso parte un nervo che si divide in due tronchi i quali, a lor volta suddividendosi, danno origine ad una rete nervosa che si distribuisce a tutto l'organo.

Una particolare enfasi è stata data all'indagine delle modalità di innervazione degli ammassi cellulari mucosi in quanto uno di noi (Palladini e Laurò 1966 [1]) ne aveva già compiuta la caratterizzazione istochimica del secreto e ne aveva (Palladini e Lauro 1967 [2]) determinato la risposta secretoria sotto l'azione di droghe vegetativotrope.

Le osservazioni sono state compiute su piede di *Mytilus galloprovincialis* Lam. Per mettere a punto una tecnica che evidenziasse bene le strutture nervose si è operata una selezione fra i metodi di impregnazione classici i quali ulteriormente modificati ci hanno consentito di osservare l'innervazione pres-

(\*) Lavoro eseguito presso il Centro di Neuroembriologia del C.N.R. dell'Istituto di Anatomia Comparata «G. B. Grassi» dell'Università di Roma.

(\*\*) Nella seduta del 9 dicembre 1967.

soché totale dell'animale. Queste tecniche hanno infatti messo in luce una innervazione così imponente da superare qualsiasi nostra aspettativa. Oltre alla innervazione dell'ammasso mucoso ventrale, della ghiandola del bisso (ghiandola dell'enzima e ghiandola bianca) già descritta istochimicamente rispettivamente da Palladini e Lauro 1966 [1] e da Brown 1952 [3], Smythe 1954 [4] e Gerzeli 1961 [5], si è potuta osservare chiaramente l'innervazione muscolare (muscolo retrattore del piede e muscolo subepiteliale intrinseco) e l'innervazione della regione subepiteliale.

Di fronte a questi risultati abbiamo ritenuto utile un riesame dei dati bibliografici; diversi Autori hanno intrapreso lo studio del sistema nervoso dei Molluschi ed in particolare dei Bivalvi, ma quasi tutti hanno affrontato il problema da un punto di vista anatomico o fisiologico, nessun Autore ha preso in esame lo studio delle terminazioni nervose che si sono rivelate così complesse nel piede del *Mytilus*. La grande maggioranza dei lavori si riferiscono alla descrizione dei tre gangli cefalico, pedale e viscerale e alle loro connessioni. Altri prendono in esame la neurofisiologia del muscolo retrattore del bisso in relazione con le vie nervose di cui peraltro gli Autori non danno precisi dati. Per quanto riguarda, invece, l'innervazione delle ghiandole, dei muscoli e dell'epitelio non si è rinvenuto alcun dato bibliografico.

Sono state impiegate le tecniche di colorazione ed impregnazione del sistema nervoso: blu di metilene secondo Erlich, doppia o tripla impregnazione secondo Golgi, metodo fotografico di Cajal o Gros, con le opportune variazioni atte ad una più adeguata impregnazione.

Il quadro complessivo offerto dalle tecniche impiegate conferma taluni aspetti morfologici dell'innervazione che risulterebbero di interpretazione difficile qualora ci si fosse limitati ai risultati ottenuti separatamente con ciascuna tecnica.

Come si può osservare nella Tav. I, fig. 2, che corrisponde a una sezione trasversa del piede al 1/3 prossimale, l'organo presenta due semicilindri simmetrici separati da un'incisura mediana che corrisponde ad uno spazio lacunare. Nelle porzioni laterali si osservano sezioni trasverse di tessuto muscolare, ammassi di tessuto ghiandolare (ghiandola bianca e ghiandola dell'enzima), un tronco nervoso sezionato trasversalmente, lo spazio lacunare laterale, una zona subepiteliale con la muscolatura intrinseca superficiale ed un epitelio prismatico monostratificato di rivestimento (cfr. fig. 1). I tronchi nervosi che innervano il piede provengono dal *ganglio pedale* situato alla base della superficie dorsale del piede, esattamente nell'angolo formato dalle masse cilindriche del muscolo retrattore del bisso. Il ganglio pedale risulta costituito in questa specie da due lobuli uniti nel neuropilo centrale. Da ciascuno dei lobuli parte un ramo efferente destinato alla metà longitudinale del piede (*n. pedale*). Questo nervo penetra nell'organo seguendo la direzione del muscolo retrattore del piede (*m. estrinseco*). All'inizio del suo cammino si divide in due o tre nervi che decorrono parallelamente seguendo l'asse dell'organo.

La notevole collateralizzazione iniziale va gradatamente diminuendo per cui nella regione della punta si incontra solo un plesso terminale. Le ramificazioni sono perpendicolari al decorso del nervo e si estendono verso la periferia, innervando i principali parenchimi dell'organo, cioè il tessuto muscolare e quello ghiandolare. I ramuscoli nervosi vanno a terminare, nella regione subepiteliale in finissimi filuzzi.

*Innervazione muscolare.* I rami provenienti dal tronco nervoso che innervano la muscolatura seguono il corso delle fibre muscolari e si dividono ripetutamente in modo dicotomico fino a ridursi ad un fine plesso terminale. A questo livello si costituiscono i contatti sinaptici « en passant » ed in alcuni

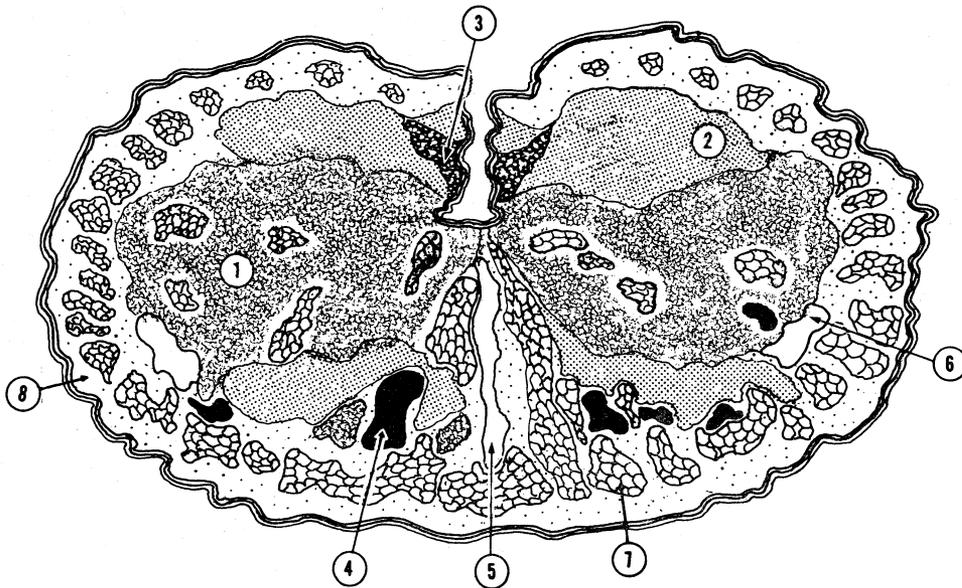


Fig. 1. - Schema di una sezione trasversa del piede di *Mytilus galloprovincialis* Lam. (cfr. fig. 2, Tav. I).

1. - ghiandola bianca; 2. - ghiandola dell'enzima; 3. - ghiandola a muco (ammasso sulcare); 4. - tronco nervoso; 5. - spazio lacunare centrale 6. - spazio lacunare laterale; 7. - muscolatura; 8. - zona subepiteliale.

casi si possono osservare terminazioni a sfera. Queste ramificazioni multiple ed i rispettivi contatti sinaptici si estendono a tutta la massa muscolare, innervandone ogni singola fibra.

*Innervazione ghiandolare.* L'impregnazione delle fibre nervose che innervano le ghiandole risulta di estrema difficoltà per l'enorme abbondanza del materiale secretorio. Attenendosi alla terminologia precisata da uno di noi (Palladini e Lauro 1966 [1]), si è osservata l'innervazione dell'ammasso mucoso ventrale, della ghiandola dell'enzima e della ghiandola bianca. Le caratteristiche morfologiche dell'innervazione diversificano nei vari casi.

Le cellule della ghiandola mucosa ventrale (che è stato possibile evidenziare con colorazione all'Alcian blu 8 GX per i mucopolisaccaridi acidi combinata con l'impregnazione argentica alla Golgi) sono innervate da fibre provenienti da un plesso. Da questo plesso emergono fini rami nervosi che circondano gli ammassi delle cellule mucose, stabilendo con le loro varicosità vari tipi di contatti.

L'innervazione della ghiandola dell'enzima si presenta più ricca, con fasci di fibre che circondano gli acini e si mettono in rapporto con diverse unità ghiandolari.

Nella ghiandola bianca i filetti nervosi non emergono perpendicolarmente ai tronchi, ma seguono un andamento parallelo tra gli acini ghiandolari terminando nelle pareti del solco ventrale mediano del piede. Nel corso di questo tragitto si stabiliscono contatti multipli con gli acini ghiandolari; non è possibile al momento decidere se questi contatti sono sufficienti a formare sinapsi « en passant » e se esiste una più fine innervazione terminale ghiandolare al disotto dei limiti di risoluzione del microscopio ottico.

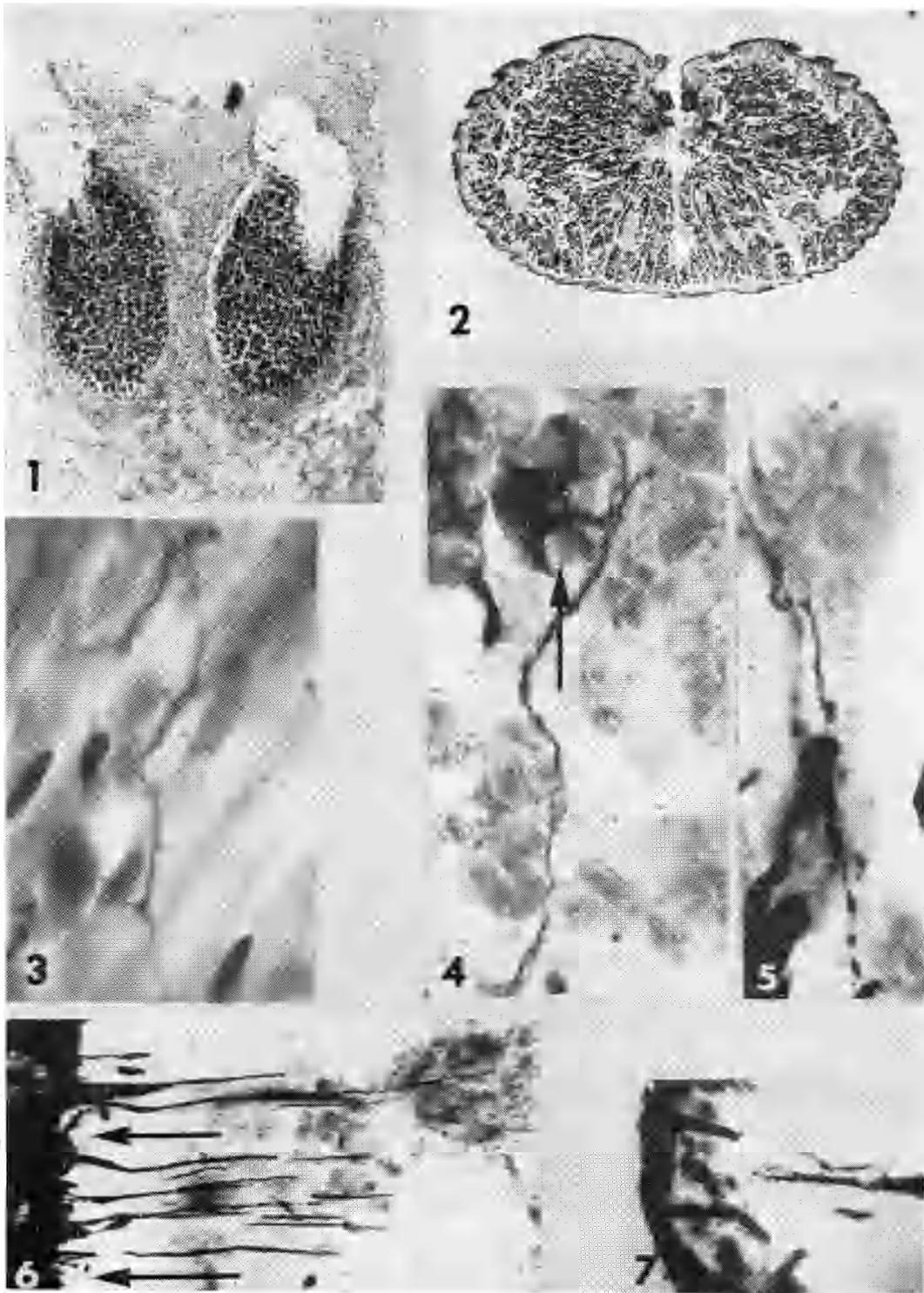
*Innervazione subepiteliale.* In precedenza, abbiamo sottolineato il fatto che il nervo pedale si divide al momento di entrare nell'organo. Uno di questi rami è destinato alla regione più superficiale ed ai muscoli intrinseci del piede, quivi localizzati.

Altre fibre, provenienti dalla regione profonda, costituiscono, in un colla ramificazione di questo ramo nervoso superficiale, la ricca innervazione del territorio subepiteliale. I filuzzi nervosi terminano a fine pennacchio, situato nella zona più superficiale. Le cellule epiteliali non appaiono innervate.

#### CONCLUSIONI.

La attività del piede di *Mytilus galloprovincialis* Lam. è, per le funzioni locomotorie e secretorie, sotto il controllo di una innervazione sufficientemente complessa; il notevole sviluppo di questa induce gli Autori a pensare che quest'organo debba adempiere altre funzioni, come, per esempio, nel campo sensoriale, l'esplorazione del mezzo che l'animale incontra nella sua lenta progressione locomotoria.

Servendosi della tecnica di impregnazione argentica con varianti « ad hoc » per poter ottenere quadri sovrapponibili, gli Autori hanno potuto descrivere l'innervazione della muscolatura, del sistema ghiandolare e della zona subepiteliale: la muscolatura estrinseca ed intrinseca dell'organo è innervata da un esteso plesso che prende contatto sinaptico con l'insieme delle fibre muscolari; l'apparato ghiandolare, che in questo Bivalve prende uno speciale sviluppo per la produzione del bisso, risulta sotto il controllo di una sviluppata innervazione ed è di particolare interesse la descrizione dell'innervazione degli ammassi mucosi attesi i risultati ottenuti da uno di noi con l'uso di droghe vegetativotrope (Palladini e Lauro 1967 [2]).





L'abbondante innervazione del piede di questo Mollusco pone una serie di quesiti che l'assenza di dati bibliografici sull'innervazione di quest'organo in altri Bivalvi non consente al momento di risolvere; la funzione del piede risulta, infatti, in *Mytilus*, ben diversa (Franc 1960 [7]) che in altri Bivalvi ad attitudini locomotorie ben spiccate (*Solen*, *Pecten*), in quanto la traslazione di *Mytilus* si fa per trazione sui fili del bisso preventivamente fissati a distanza dalla coppetta terminale del piede, che quindi perde le tipiche funzioni di sostegno e locomozione per divenire un organo secretore, fissatore, trattore e svellitore del bisso. Viene quindi spontaneo sospettare, ed avanzare come ipotesi di lavoro, che l'abbondante plesso subepiteliale debba essere messo in relazione a queste funzioni sensoriali esplorative tipiche di specie bissifere sessili.

Ulteriori indagini in corso su piedi di Bivalvi mobili a spiccate capacità locomotorie potranno forse fornire una base sperimentale a questa ipotesi.

#### BIBLIOGRAFIA.

- [1] PALLADINI G. e LAURO G., «Mon. Zool. Ital.», 74, 49-66 (1966).
- [2] PALLADINI G. e LAURO G., «Boll. Zool.» (in stampa).
- [3] BROWN C. H., «Quart. J. Micr. Sc.», 93, 487-503 (1952).
- [4] SMYTH J. D., «Quart. J. Micr. Sc.», 95, 193-152 (1954).
- [5] GERZELI G., «Pubbl. Staz. Zool. Napoli», 32, 88-103 (1961).
- [6] FRANC A., «Mollusque» in: *Traité de Zoologie*, t. 50 (II). P. Grassé e C. Masson, Paris (1960).

#### SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

1. - Sezione longitudinale del ganglio pedale all'emergenza del nervo pedale. Ematossilina ferrica.
2. - Sezione trasversa del 1/3 basale del piede. Ematossilina ferrica.
3. - Tessuto muscolare del piede. Si osservano rami nervosi uno dei quali si divide dicotomicamente. I nuclei corrispondono alle fibre muscolari. Met. Gros.
4. - Tessuto ghiandolare del piede (ammasso mucoso). Fibra nervosa destinata alla innervazione di un gruppo ghiandolare (freccia). Metodo Golgi.
5. - c. s. Metodo di Golgi seguito da colorazione Alcian blu 8GX.
6. - Fibre nervose che arrivano parallele alla zona subepiteliale (freccia). Metodo al blu di metilene secondo Erlich.
7. - c.s. Terminazione di una fibra nella zona subepiteliale.