

PROF. LUIGIA GRANDORI

Anello di Weismann e neurosecrezioni  
in *Calliphora erythrocephala* Meig.  
e *Musca domestica* L.

(Nota preliminare)

Lo studio delle cellule neurosecretrici degli Artropodi, dal punto di vista morfologico e anatomico, si è iniziato nel 1931 con la descrizione fatta da B. HANSTRÖM dell'organo X dei Crostacei, di natura neuroghiandolare.

DE LERMA nel 1933 ha illustrato i corpi cardiaci degli Ortoteri e nel 1937 quelli dell'Idrofilo, interpretandoli non soltanto come organi a secrezione interna, ma avvicinandoli, in senso istofisiologico, « a segmenti neuroghiandolari di organi endocrini dei Vertebrati, richiamando in particolare la post-ipofisi ».

Nel 1953 WEYER segnalava la presenza di cellule neurosecretrici nella *pars intercerebralis* dell'Ape, ben evidenti nelle operate, meno evidenti nella regina, e appena percettibili nei maschi.

HANSTRÖM nel 1941 stabiliva il parallelo non soltanto fra il corpo cardiaco e l'ipofisi, ma fra tutto il sistema costituito dai corpi cardiaci e dai corpi allati degli Insetti e l'ipofisi dei Vertebrati.

Questo parallelismo è stato di nuovo affermato e approfondito da B. e E. SCHARRER, per i quali esiste una analogia profonda fra il sistema ipotalamo-ipofisario dei Vertebrati e il sistema c.n.s.-corpora allata. E poichè nel sistema dei Vertebrati era dimostrabile un trasporto del secreto lungo gli assoni, i SCHARRER lo ricrearono e lo dimostrarono esistente anche negli Insetti.

Fra il 1951 e il 1952, B. SCHARRER e F. STUTINSKI applicarono agli insetti la colorazione all'ematosilina cromica Gomori-floxina per mettere in evidenza non solo il neurosecreto delle cellule del proto-cerebro, ma anche quello che migra lungo le fibre nervose dei nervi cardiaci, che dalle cellule neuricrine si originano e che innervano i corpi cardiaci e, attraverso questi, i corpi allati.



Recentemente (1953) B. SCHLARRER (in *Rhyarobia maderae*) ed E. THOMSEN (in *Calliphora erythrocephala*), mediante tagli e legatura dei nervi cardiaci hanno dimostrato che nel vivente la sostanza secreta dalle cellule neuricrine della *pars intercerebralis* si accumula all'estremità degli assoni del nervo cardiaco legato o tagliato, che è in comunicazione col pirenoforo, e che materiale secreto nel vivente si può mettere in evidenza non soltanto lungo i nervi cardiaci, ma anche nel ganglio ipocerebrale e lungo i nervi esofagei ed allati.

Il parallelismo si è spinto fino ad ammettere che i corpi cardiaci, a somiglianza della neuropofisi, che riceve il neurosecreto dal nucleo preottico attraverso il tratto preottico-ipofisario, avessero la funzione di raccogliere e immagazzinare la sostanza proveniente dalle cellule neurosecretrici, non escludendo per essi una propria funzione endocrina. Questo problema è stato posto e discusso al Simposio sulla neurosecrezione che si è svolto nel maggio 1953 a Napoli, e come risultato della discussione si è giunti a concludere, basandosi su dati morfologici e fisiologici, che i corpi cardiaci non sono solamente organi di raccolta di secreti provenienti dalle cellule neuricrine, ma che sono vere ghiandole endocrine, corroborando quindi l'ipotesi emessa dal DE LERMA fin dal 1933.

Le prove fisiologiche del CAMERUN (1933) che sono state oggetto della comunicazione di WIGGLESWORTH al Simposio di Napoli, dimostrano chiaramente che l'estratto dei corpi cardiaci di *Periplaneta* contiene un ortodifenolo ad azione molto simile all'adrenalina, mentre l'estratto della regione del cervello nella quale si trovano le cellule in cui originano i nervi cardiaci e ritenute neuricrine, non contiene tale sostanza e quindi non agisce, come l'estratto dei corpi cardiaci, sulla frequenza e intensità di contrazione del cuore degli Insetti sul quale l'estratto è stato sperimentato.

Dalle discussioni sostenute dai diversi studiosi al Simposio, si possono trarre le seguenti deduzioni:

1° - Cellule neurosecretorie che si colorano con l'ematosillina cromica Gomori si trovano non soltanto nella parte intercerebrale (cellule mediane) e nei lobi protocerebrali (cellule laterali) fra i corpi peduncolati, ma anche in altre regioni del sistema nervoso centrale. Così ARVY, GABE, LHOSTE, FUKUDA e BOUNHOL ne hanno segnalate nel gnatoerebro. Per contro le prove fisiologiche di M. DUPONT-RAABE eseguite con estratti di diverse regioni del sincerebro, indi-

cherebbero che nel trito e deutocerebro dovrebbero esistere elementi citologici a carattere neurosecretore. Questi risultati fisiologici attendono una corrispondente dimostrazione isto-citologica, e là ove la colorazione Gomori indicherebbe un'attività neurosecretrice e trasportatrice, manca la prova fisiologica convincente che tale attività conduca direttamente alla formazione di ormoni;

2° - Sulla attendibilità della colorazione all'ematosillina Gomori come prova di una attività neurosecretrice, si conclude: a) le sostanze neuricrine hanno proprietà fisiche e chimiche e di colorabilità diverse; b) la colorazione all'ematosillina cromica Gomori non ha valore specifico, perchè colora anche fibre elastiche, pigmenti, gliosomi, ecc.; c) esistono dati che indicano che il materiale colorabile con la Gomori non è sicuramente identificabile con un ormone, ma può essere un complesso formato dalla sostanza colorabile unita all'ormone.

Dato tuttavia che da un lato il trasporto del neurosecreto è un fatto indiscutibile negli Insetti, ma che dall'altro risulta come la sostanza secreta dalle cellule neuricrine non è identificabile con l'ormone secreto dai corpi cardiaci, WIGGLESWORTH si domanda se è possibile considerare il prodotto delle cellule neurosecretrici del cervello come una sorta di materiale grezzo, il quale è modificato dai vari organi endocrini che esso raggiunge dando luogo al loro ormone specifico.

Mi sembra opportuno citare, a questo proposito, la conclusione molto importante alla quale era giunta E. THOMSEN nel 1952, che le cellule neuricrine della *pars intercerebralis*, la cui azione stimolante è secondo tale A. in parte ormonica, sono da riguardarsi come il centro controllante tutto il sistema endocrino.

\* \* \*

Il mio studio, che verte sull'argomento espresso dal titolo di questa nota e che sarà pubblicato prossimamente in esteso sul Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria di Portici, è stato fatto su Mosca e Callifora seguendo le trasformazioni che l'anello di Weismann, e i centri e le vie nervose che sono ad esso collegate, subiscono dallo stadio di larva matura all'adulto sessualmente maturo. Esso si limita alla parte anatomica e istologica, sulla quale intendo basarmi per una successiva sperimentazione fisiologica.

Nella larva matura a ingluvie riempita (seguendo la denominazione di DENNEL) il *corpus allatum* dimostra grande attività, mentre esso si dimostra poco attivo nella fase di larva matura pronta all'impupamento, durante la quale invece è in forte attività la ghiandola pericardiale.

Dall'inizio della formazione del pupario fino circa al terzo giorno, periodo che per ragioni che esporrò nel lavoro definitivo, chiamo periodo prepupale, il *corpus allatum* conserva il suo carattere larvale. Dopo tale periodo esso va soggetto ad un rinnovamento, come è chiaramente dimostrabile in Callifora, e come hanno già osservato in questo insetto M. VOET ed E. THOMSEN.

Verso la fine della ninfosi il *corpus allatum* della Mosca presenta fenomeni di cariolioli che interessano tutta la sua massa; e subito dopo lo sfarfallamento tanto in Callifora, nel cui corpo allato sono visibili i nuclei in cariocinesi, che in Mosca, il *corpus allatum* si rinnova a spese del materiale che lo formava precedentemente: si conclude così che il *corpo allato larvale* cessa di funzionare quando termina lo stato prepupale, e che ad esso si sostituisce un *corpo allato pupale*, che a sua volta cessa di funzionare verso la fine della ninfosi, e al quale, all'inizio della vita dell'adulto, si sostituisce un *corpo allato immaginale*. Nella pubblicazione in corso si tenterà di spiegare quali sono le cause che rendono necessario il rinnovamento del *corpus allatum*.

Per quel che riguarda i corpi cardiaci, essi nella larva risultano rappresentati da poche cellule eosinofile di tipo nervoso e da poche cellule cromofobe piene di masserelle colloidali.

Il ganglio ipocerebrale, in larva di *Calliphora*, secondo le recenti ricerche del Dott. BACCOLO, contiene da 4 a 5 cellule nervose sensoriali allineate, il cui assoni centripeto decorre lungo il nervo ricorrente fino al ganglio frontale. Tale ganglio ipocerebrale si trova alla confluenza fra il nervo ricorrente proveniente dal ganglio frontale e il ramo reuniente che proviene dai corpi cardiaci.

All'inizio della colorazione del pupario, si rende ben visibile un istoblasto nella posizione occupata dal corpo cardiaco nella larva, dal quale istoblasto si svilupperanno i corpi cardiaci ghiandolari immaginali, che non hanno nessun riscontro in organi simili nella larva, e un nuovo ganglio ipocerebrale con numerose cellule.

Quando la parete del corpo pupale è completata, a eversione

totale della testa, nel sincerebro compaiono alcune cellule in forte attività secretrice. Esse sono disposte simmetricamente due o tre per lato, e il loro citoplasma presenta una colorazione bleu cupo se trattato con l'ematosilina cromica Gomori, sul cui fondo spiccano piccoli granuli neri. Esse si trovano entro la capsula cranica, dorsalmente alla faringe, nel seno deutocerebrale, limitato anteriormente dalla parete della capsula cranica e posteriormente dalla grande commessura anteriore deutocerebrale. Entro il citoplasma si vedono vacuoli incolori di tutte le dimensioni, che evidentemente nel vivo sono occupati da sostanze che sono state sciolte dai solventi usati nella tecnica microscopica e che sono particolarmente abbondanti nella zona periferica del citoplasma. Il loro aspetto denota che una sostanza elaborata dalle cellule neuricrine e che riempie nel vivo i vacuoli, viene emessa dalle cellule nel seno deutocerebrale, privo di neuropilo, dove essa si raccoglie. E' molto suggestiva la somiglianza fra queste cellule e quelle descritte da TALBOT H. WATERMAN e MASASHI ENAMI (1953) nell'occhio rudimentale laterale dei Xifosuri.

Tali cellule neurosecretrici tanto in Callifora che in Mosca sono provviste di un notevole peduncolo e di un cospicuo assoni, e la loro attività va diminuendo man mano che prosegue la ninfosi e diminuisce contemporaneamente nel seno deutocerebrale la zona priva di neuropilo, come se la sostanza emessa dalle cellule neurosecretrici venisse progressivamente esaurita o traslocata.

Viene dimostrato così che durante la vita pupale, con un *corpo allato pupale* e un sistema nervoso immaginale in pieno sviluppo entrano in attività secretoria alcune cellule nervose che non appartengono alla *pars intercerebralis*, e che la loro funzione sembra più intensa durante i primi giorni della vita pupale.

Subito dopo lo sfarfallamento, nella parte anteriore del pro-torace intorno all'aorta si completa un nuovo anello che non corrisponde più a quello della larva matura e che quindi, a rigore di termini, non potrebbe più chiamarsi anello di Weismann, mancando fra l'altro la parte che nell'anello di Weismann della larva matura costituisce la ghiandola pericardiale. Tuttavia, mantenendosi la forma anulare pericardiale del complesso formato dai corpi cardiaci, dal corpo allato e dai nervi allati, denominerò tale complesso come *anello di Weismann immaginale*. Esso è costituito:

1° - dai corpi cardiaci ventrali all'aorta e formati: a) da una parte prossimale *esclusivamente ghiandolare imaginale*, costituita da cellule cromofobe e già descritta in un lavoro precedente (1); b) da una parte neuroghiandolare posteriore in cui ad elementi ghiandolari cromofobi si mescolano elementi nervosi eosinofili;

2° - da un corpo allato impari imaginale, dorsale all'aorta;

3° - dai nervi allati provenienti dai grandi lobi dei corpi cardiaci.

Immediatamente al di sotto e posteriormente ai corpi cardiaci si nota negli adulti appena sfarfallati il ganglio ipocerebrale costituito da numerose cellule nervose, ben distinto dall'anello sopradescritto. Esso è in comunicazione col ganglio frontale mediante fibre del nervo ricorrente che decorrono in massima parte fra i corpi cardiaci e la parete ventrale dell'aorta, ma alcune fibre decorrono anche lateralmente ed esternamente ai corpi cardiaci. Il ganglio ipocerebrale riceve inoltre parecchie fibre nervose provenienti dai nervi cardiaci che attraversano i corpi cardiaci. Risulta che ogni grande lobo dei corpi cardiaci riceve almeno un nervo cardiaco ben distinto dal nervo ricorrente.

La colorazione all'ematosilina cromica Gomori ha messo in evidenza nelle mosche sessualmente mature, e anche in Callifora, la presenza di masse intensamente colorate in bleu-nero in alcune cellule della *pars intercerebralis*. Tali cellule sono intercalate nella Mosca fra le grandi cellule nervose disposte nella *pars intercerebralis* lungo un arco antero-posteriore e centri nervosi superficiali, sotto al peduncolo unico degli ocelli; tali grandi cellule non si colorano mai con la Gomori, e sono secondo me grandi cellule motrici. Non è possibile seguire il decorso degli assoni delle cellule nervose della *pars intercerebralis*, che si colorano con la Gomori, dato l'intreccio complicatissimo delle fibre nel protocerebro. Quindi non mi è possibile affermare in base ai miei preparati che un trasporto avviene lungo tali assoni. Anche M. THOMSEN (1954) trova in Callifora che gli assoni delle cellule neurosecretrici sono generalmente colorate dalla floxina in rosso pallido e solo in un caso una piccola porzione degli assoni era distintamente bleu con un leggero rigonfiamento. D'altra parte gli esperimenti di E. THOMSEN in Callifora hanno evidente-

(1) GRANDORI L. e CASÈ E., I corpi faringei (*corpora cardiacia*) in *Calliphora erythrocephala* Mg. adulta - Questo Boll., Vol. XIX, fasc. I, Milano, 1953.

mente dimostrato un accumulo della sostanza trasportata lungo le fibre nervose cardiache legate nel tratto del nervo anteriore alla legatura.

Nell'interno dei corpi cardiaci la colorazione con l'ematosilina cromica Gomori rivela la presenza di gocce, filamenti, formazioni di aspetto più fluido dell'incroto delle cellule neurosecretrici, colorate in nero fumo, cioè di un colore diverso dal nero blastro del contenuto delle cellule neuricrine. Tali formazioni sembrano rappresentare lo sgocciolamento della sostanza proveniente dalle cellule neurosecretrici in corrispondenza alle fibre nei nervi cardiaci destinate ai corpi cardiaci; ma non è possibile dire se durante il percorso tale sostanza subisca trasformazioni.

Secondo le vedute più accreditate, il trasporto della neurosecrezione lungo gli assoni delle cellule neurosecretrici avviene « all'interno di quello strato submicroscopico di natura lipoproteidica che, secondo RICHARDS, delimita la fibra nervosa degli Insetti » (DE LERMA, 1954), e quindi il decorso del neurosecreto sarebbe intrassonico e il neurosecreto stesso formerebbe una sorta di crosta perissonica.

A questo proposito riferisco a titolo di pura osservazione il dato di fatto stabilito su numerosi miei preparati microscopici, di cui alcuni saranno riprodotti in microfotografia nel lavoro definitivo, che nel sistema nervoso di Callifora e Mosca, ogni singola fibra nervosa del sistema nervoso centrale è rivestita da cellule accompagnatrici che costituiscono vere guaine intorno ad esse, cellule il cui nucleo è ricco in timonucleina e che differiscono profondamente dalle cellule nervose. Le cellule accompagnatrici sono particolarmente numerose all'entrata dei nervi cardiaci nei grandi lobi cardiaci, ed anche entro i lobi cardiaci stessi. Quale sia la funzione di queste cellule non è possibile per ora dire, ma non si può escludere che esse possano cooperare al trasporto del secreto.

Come si è già accennato, lo studio istologico che sta compiendo il Dott. Sergio BACCOLO sul sistema stomatogastrico di Callifora, ha dato come primo risultato la prova che il ganglio ipocerebrale della larva di Callifora contiene 4-5 cellule nervose sensoriali il cui assoni decorre lungo il nervo ricorrente giungendo al ganglio frontale.

L'esistenza di cellule sensoriali del ganglio ipocerebrale degli insetti è stata resa nota per la prima volta da ZAWARZIN in *Oryctes* e ORLOV in *Periplaneta*. Due di queste cellule sono rappresentate da

M. THOMSEN nella Tav. III, fig. 9, del suo lavoro del 1952; ma egli non ne ha riconosciuto la natura sensoriale.

Tali cellule portano quindi uno stimolo al ganglio frontale e poiché esse non ricevono uno stimolo esterno, neppure per interposto neurone, evidentemente ricevono uno stimolo interno. Vien naturale di pensare che tale stimolo sia di natura chimica, e provenga dal ramo reuniente il corpo cardiaco con il ganglio ipocerebrale e che esso sia proprio rappresentato dalla sostanza prodotta dalle cellule neurosecretrici che viene trasportata dai nervi cardiaci ai corpi cardiaci fino al ganglio ipocerebrale (E. SCHARREK) e oltre fino ai nervi esofagei (E. THOMSEN).

Mediante la colorazione vitale al bleu di metilene il Dott. BACCOLO ha visto che nella larva matura di *Callifora* le cellule sensoriali del ganglio ipocerebrale sono immerse in un grosso involucro di sostanza collagena che è ben visibile anche nella figura citata del lavoro di M. THOMSEN (1951). Spetterà alle ricerche future decidere la provenienza e la natura di tale sostanza. Tuttavia, malgrado l'insufficienza attuale dei dati anatomici e istologici-citologici, che ci riserviamo di completare, l'ammettere, anche come ipotesi di lavoro, che le cellule sensoriali del ganglio ipocerebrale, rispondendo ad uno stimolo di natura ormonale proveniente dai centri protocerebrali, possano trasmettere al ganglio frontale uno stimolo di natura nervosa, mi pare che possa servire a far luce su qualche apparente contraddizione dei risultati ottenuti dai vari Autori.

#### SUMMARY

The A. makes known the more important results of the anatomical and histological study of the Weismann ring, neurosecretory cells and stomatogastric system in *Musca domestica* and *Calliphora erythrocephala*.

*Corpus allatum*. - It becomes renewed at the end of the prepupal instar (2-3 days after the puparium forming) and it becomes renewed another time at the beginning of the imaginal instar.

*Corpora cardiaca*. - In the larval period they are constituted of some chromophile and some chromophobe cells. In the imaginal instar, the corpora cardiaca with the hypocerebral ganglion derive from an imaginal disc that may be seen during the first hours of the puparium forming.

*Hypocerebral ganglion*. - In the larva it includes 4-5 sensory cells, whose axon passes along the recurrent nerve as far as the frontal ganglion. In the adult it is formed of many cells.

*Neurosecretory cells*. - In the pupal instar neurosecretory cells may be seen in the deutocerebral sinus, above on the pharinx; the adult shows neurosecretory cells in the *pars intercerebralis*.

Along the cardiac nerves, the A. could not make evident a secretory material coming from the neurosecretory cells, while it is evident in the corpora cardiaca. The A. think that an hormonal stimulus acts on the sensory cells of the hypocerebral ganglion, formed by neurosecretory material coming from the neurosecretory cells of the protocerebrum.