



RENDICONTI DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali.

Estratto dal vol. XXVII, serie 6<sup>a</sup>, 1<sup>o</sup> sem., fasc. 7. - Roma, aprile 1938-XVI.

**Biologia.** — *Il sistema nervoso degli «Ascidiee» nel piano di organizzazione dei cordati.* Nota di M. FEDELE, presentata<sup>(1)</sup> dal Socio U. PIERANTONI.

Fin dal 1927, nel rendere noto sinteticamente, nei «Rendiconti» di questa R. Accademia<sup>(2)</sup>, la presenza e la costituzione di un sistema nervoso viscerale nei Tunicati, dissi come questo negli Ascidieei fosse in rapporto con il cordone cellulare dorsale.

La mia descrizione, sintetica ma esplicita e precisa, e che non permette lasciare ulteriori dubbi sui rapporti fra cordone dorsale e sistema nervoso, contrasta nettamente con affermazioni altrettanto recise espresse in qualche recente lavoro, ch , pur non avendo affrontato lo studio del sistema nervoso degli Ascidieei con metodica adatta, riporta su di questo considerazioni che si estendono dalla valutazione delle capacit  prospettiche, e del valore del cordone stesso, fino alle omologie del sistema nervoso degli *Ascidiee*.

Gi  Huus (1924)<sup>(3)</sup> in uno studio su *Corella parallelogramma*, negando al cordone dorsale ogni legame diretto con il ganglio cerebroide e ogni rapporto delle sue cellule con fibre nervose, crede di riscontrare invece stretti rapporti fra cordone e organi genitali, tanto da battezzare il cordone dorsale con il nuovo nome di cordone ganglio-genitale «Ganglio-genitalstrang».

Successivamente il Brien (1927)<sup>(4)</sup>, e contemporaneamente alla mia pubblicazione sul sistema nervoso viscerale, dove sono chiaramente espressi i rapporti fra cordone dorsale e sistema nervoso, e che il Brien evidentemente non poteva conoscere, pubblica una ricerca sulla blastogenesi di *Aplidium zostericola*, che lo porta ad affermazioni sulla natura del cordone

(1) Nella seduta del 3 aprile 1938.

(2) M. FEDELE, *Ancora sulla organizzazione e le caratteristiche funzionali dell'attivit  nervosa dei Tunicati*. III. *Il sistema nervoso viscerale*. «Rendiconti R. Accademia Lincei», vol. 6, ser. 6<sup>a</sup>, 1927, p. 532.

(3) F. HUUS, *Genitalorgane und «Ganglio-genitalstrang» bei Corella parallelogramma* O. F. M. *Ein Beitrag zur Kenntnis der postlarven Entwicklung der Ascidien*. «Videnskaps-selskapets Skrifter. - I. Mat. Naturw. Klasse», 1923, n. 19, pp. 1-50, Taf. 1-4.

(4) P. BRIEN, *Contribution   la blastog nese des Tuniciers. Formation du système nerveux et des glandes g nitales dans les blastozooides d'*Aplidium zostericola* (Giard)*. «Arch. de Biol.», to. 37, pp. 1-44, 1927, pls. 1-2.

due  
55  
51

dorsale e sulla costituzione del sistema nervoso degli Ascidiacei, che le mie ricerche dimostrano nettamente contrastanti con la realtà dei fatti; per cui, considerato che il Brien ritorna ancora, nel 1933<sup>(1)</sup>, in epoca cioè in cui egli avrebbe dovuto conoscere i miei risultati, sulle stesse affermazioni e con la stessa recisione nei giudizi, non sarà superfluo esporre brevemente qualche considerazione sui fatti come si presentano negli Ascidiacei da me studiati (*Ciona intestinalis*, *Clavelina rissoana*), considerata anche la importanza delle ricerche ulteriori da me fatte, che sono state coronate dal pieno successo nella soluzione del difficilissimo problema del significato e destino del cordone cellulare dorsale negli Ascidiacei.

Variamente ed erroneamente interpretato il cordone cellulare dorsale delle Ascidie dai vari Autori, è ritenuto ora una vera formazione ganglionare esso stesso, ora un organo atrofico e in involuzione, e si è molto discusso sui suoi rapporti prossimali ponendo la sua origine ora dal ganglio cerebroide, ora dal canale della glandola neurale; ma è certo che esso rappresenta la parte posteriore del tubo neurale primitivo della larva.

Le recenti ricerche del Brien (1927, 1933) lo portano alla conclusione che anche in *Aplidium* il cordone dorsale è in continuità con il canale escretore della glandola neurale, che esso prolunga posteriormente.

Però questo, data la genesi delle varie parti derivanti dal tubo neurale primitivo, non ci autorizza a fare deduzioni sulla natura non nervosa di questo organo; ma il Brien esplicitamente afferma che « il cordone neurale non è né ganglionare, né fibrillare. Esso non presenta rapporto alcuno con i visceri nei quali si prolunga. Le cellule che lo costituiscono non hanno alcuna differenziazione istologica, che potrebbe far supporre una funzione nervosa; esse son piccole, e hanno aspetto di cellule embrionali ».

Il cordone dorsale avrebbe però un ufficio importante nella blastogenesi di *Aplidium zostericola* (Brien, 1927) come nella rigenerazione di *Archiascidia neapolitana* e *Clavelina lepadiformis* (Brien, 1933), in quantocchè nella prima ogni strobila riceve un frammento del cordone dorsale dell'ascidiozoide gemmante, frammento che nel corso della blastogenesi costituisce il tubo neurale; e così nelle altre specie « in tutti i tronconi di ascidie capaci di rigenerazione toracica e comprendenti un frammento di cordone dorsale, è questo ultimo che riforma il tubo neurale del torace rigenerato ».

Ma, per il Brien, mentre questo nuovo tubo neurale nella sua parte anteriore edificherà, nello istesso modo del tubo neurale larvale, il ganglio cerebroide, il cordone dorsale, dato dalla parte posteriore, avrebbe ben altro destino. Esso in *Aplidium*, « allorchè il blastozoide acquisterà i suoi carat-

(1) P. BRIEN, *Régénération thoracique chez Archiascidia neapolitana* (JULIN). *Structure du système nerveux central*. « Bull. Biol. France et Belgique », to. 67, p. 100, 1933 (v. Sp. *Sistema nervoso: Régénération*, p. 114, *Signification*, p. 119).

teri di ascidiozoide adulto, si sdoppierà, a livello dello stomaco, in un abbozzo ovarico dorsale e un abbozzo testicolare ventrale.

Da queste ricerche del Brien, mentre possiamo dedurre con sicurezza una capacità prospettica nella blastogenesi e nella rigenerazione degli elementi del cordone dorsale, in tutti i suoi segmenti, a dare elementi nervosi e riformare financo il ganglio cerebroide, esse non ci chiariscono completamente la natura e l'atteggiamento della parte prossimale e toracica del cordone nel nuovo e vecchio ascidiozoide.

Insomma la natura di questo organo rimane ancora enigmatica e non mi pare che, anche sulla base dei risultati dello stesso Brien, si possa legittimamente concludere che il « cordone dorsale, che, ontogeneticamente e blastogeneticamente, deriva dalla parte più grande del tubo neurale embrionale, sia negli Ascidiacei un organo embrionale in regressione più o meno accentuata secondo i gruppi ».

I fatti son ben diversi nelle specie da me studiate, e mi portano a credere che in tutti gli Ascidiacei le cose, in genere, si debbano svolgere ben diversamente e nel senso che anche la parte posteriore del tubo neurale larvale non smentisca in modo così singolare la sua origine, ma sia invece destinato a svolgere una parte molto importante, essenziale e in accordo pienamente con la sua origine, nella costruzione del sistema nervoso dell'adulto.

Intanto il cordone cellulare dorsale non è organo atrofico, ma perdurante e in attiva proliferazione durante l'accrescimento. Esso non è formato da cellule ganglionari, e le osservazioni che negano che esistano negli elementi che lo costituiscono strutture gangliari, e che ne partano nervi, sono esatte. Ma il cordone dorsale, conservando la sua natura primordiale, è l'abbozzo generatore di ricche formazioni nervose, e gli elementi che lo costituiscono hanno natura di neuroblasti.

Questi sono destinati ad evolversi, durante le organogenesi e l'accrescimento somatico, e a dare gli elementi nervosi che avvolgono e fiancheggiano il cordone; cellule nervose, che nel loro sviluppo, che è possibile seguire nei minimi particolari, danno prolungamenti che formano reti e plessi paracordionali e si pongono in rapporto con i fasci nervosi correnti collateralmente lungo il percorso del cordone, alimentandoli.

Ne nasce una ricca organizzazione nervosa che corre dal ganglio cerebroide, seguendo il cordone cellulare, e va lungo il seno dorsale, seguendo poi i dotti genitali, l'intestino terminale e, passando fra questo e la parte esofagea, verso l'ansa intestinale, terminandosi all'altezza del testicolo.

Questa formazione, costante in tutti gli individui fino a quelli delle maggiori dimensioni (in *Ciona* ho osservato individui di più che 15 cm. di lunghezza) è formata: 1. al centro dal cordone cellulare dorsale, costituito di elementi giovanili, embrionali e mostrante stadi di distacco e migrazione dei suoi elementi; 2. intorno a questo, a poca distanza, un avvolgimento di cellule nervose fusiformi e multipolari con evidenti stadi di

sviluppo dei prolungamenti cellulari; 3. più lateralmente, e più esteso, uno strato fiancheggiante ai due lati di cellule multipolari, i cui prolungamenti formano reti e plessi e vanno in parte ad alimentare i fasci di fibre a lunga via, che corrono lateralmente o attraverso la formazione cellulare; 4. cellule motrici piriformi, identiche alle grandi cellule motrici dello strato periferico del ganglio cerebroide, disseminate specialmente lungo il tratto prossimale e toracico della formazione, ed i cui prolungamenti vanno a scioccarsi in sottili fibre nei fasci nervosi fiancheggianti; 5. fasci di fibre formanti l'insieme delle lunghe vie della formazione nervosa e formati da due lunghi fasci fiancheggianti all'esterno gli elementi derivanti dal cordone, più cospicuo il fascio di sinistra, dai quali si separano fasci anastomotici fra i due lati, fibre che vanno ai vari visceri posti lungo il percorso, fibre che si portano alla muscolatura corrente lungo il seno dorsale e recantesi all'intestino terminale, e che raccolgono fibre sensitive derivanti da speciali organi sensoriali a cupola allogati lungo la parete cloacale del seno dorsale, e raccolgono, infine, fibre delle reti e plessi della formazione e prolungamenti nervosi dati direttamente dalle cellule gangliari stesse.

Questi fasci fibrosi nel loro estremo prossimale convogliano fibre penetranti direttamente nel ganglio con un notevole fascio che penetra in questo nel suo estremo mediale posteriore, a forma di un nervo bisettore dell'angolo formato dai due grossi tronchi somatici posteriori di *Ciona*. Esiste inoltre un nervetto a destra, congiunto direttamente al ganglio anch'esso, o più comunemente fuso per un tratto col tronco somatico di destra.

Per questi due nervi si possono notare alcune varietà all'origine del ganglio, secondo le età e gli individui, ma sono formazioni costantemente presenti e seguono ai lati il cordone e gli elementi che ne derivano, fino alla estremità viscerale. Essi mettono, con le loro fibre prossimali intragangliari, in rapporto la parte viscerale della formazione con centri intracerebroidi, i cui elementi sono stati da me anche individuati.

E' ancora un particolare, che dimostra come sia di secondaria importanza la connessione che prende il cordone cellulare propriamente detto con questa o quella parte dei derivati anteriori del tubo neurale primitivo, con il ganglio cerebroide o con il tratto posteriore del canale escretore: non solo le fibre nervose ora descritte si fondono con il ganglio cerebroide, ma tutta la parte prossimale degli elementi ganglionari derivati dal cordone cellulare, avvolge, fondendosi con prolungamenti, nell'angolo formato dai due tronchi somatici posteriori e intorno al tronco di sinistra e nell'estremo posteriore del ganglio, sia il ganglio cerebroide stesso, sia i tronchi che ne nascono, in modo da non lasciare nessun dubbio che, se il cordone, per ragioni di origine comune, può presentare connessioni con l'estremo posteriore del canale escretore, le connessioni anatomiche degli elementi nervosi che ne derivano si stabiliscono innegabilmente, direttamente e indirettamente, in pieno con il ganglio cerebroide.

Tutto questo era sfuggito ai vari ricercatori e si comprendono così i dispareri e le oscure interpretazioni di una formazione così importante, morfologicamente e fisiologicamente, come il cordone cellulare dorsale delle Ascidie. Verosimilmente questa formazione da me descritta per *Giona intestinalis*, e che si presenta con minore ricchezza di elementi e diversità non essenziali di costituzione che qui non descrivo, in *Clavelina*, si presenterà con gradi diversi di sviluppo e complessità nelle diverse specie di Ascidiacei, ma io ho ragione di ritenere, da saggi fatti in altre specie, che sostanzialmente le cose si mantengono in tutte su di un piano fondamentalmente identico di organizzazione, nel quale l'ufficio e il significato del cordone cellulare dorsale rimane costante.

Guardando complessivamente la formazione che ho a grandi linee abbozzata, ma che descriverò e illustrerò minutamente in una trattazione definitiva, possiamo dire che ci troviamo in presenza di un cospicuo centro nervoso con elementi meno addensati che nel ganglio cerebroide, ma sufficientemente localizzati e di aspetto unitario.

In esso riscontriamo vie motrici e sensitive, scarsi elementi nel tratto prossimale e toracico specialmente, che possiamo riferire a vie somatiche, e, soprattutto, una ricca formazione ganglionare e vie viscerali. Se fosse lecito fare una comparazione con il neurasse dei Vertebrati allo stato adulto, io direi che negli Ascidiacei dal cordone cellulare dorsale si sviluppano, contrariamente a quanto avviene nel midollo spinale dei primi, scarsissimi elementi e vie somatiche, venendo a mancare il terreno di distribuzione governato esclusivamente dal ganglio cerebroide, mentre prendono assolutamente predominio gli elementi viscerali, che formano, specialmente nel suo tratto addominale, quasi tutta la trama della formazione generata dal cordone.

Ed il compito degli elementi del cordone non è diverso da quello degli elementi primitivi del tubo neurale degli altri Cordati; essi, con la loro ulteriore evoluzione ne forniscono gli elementi definitivi, e ne provvedono all'incremento numerico durante l'accrescimento somatico.

Questo processo proliferativo del cordone cellulare si può completamente seguire nelle Ascidie, dove è chiaramente visibile il distacco e la migrazione dei neuroblasti periferici del cordone, il loro periodo di accrescimento e la formazione graduale dei prolungamenti, lo spiccato ameboidismo di questi e la fissazione definitiva della forma. In modo analogo provvedono alla costruzione del ganglio cerebroide gli elementi della parete dorsale della vescicola anteriore del tubo neurale della larva.

Solo, qui gli elementi cellulari ganglionari si dispongono alla periferia intorno al neuropilo centrale. Nell'apparato nervoso paracordonele le cellule si dispongono, più lassamente, nella parte mediale, con formazioni plessiformi e a rete dei prolungamenti, e le fibre a lunga via sono disposte ai due lati esterni.

Nell'organo nervoso paracordale predominano in modo assoluto i centri gangliari viscerali, ma nella parte più prossimale al ganglio appaiono elementi somatici, comparabili per conformazione e comportamento a quelli del ganglio cerebroide.

Possiamo, dunque, affermare a conclusione che, mentre da parte della vescicola anteriore del tubo neurale primitivo delle Ascidiie, si sviluppa il ganglio cerebroide, al quale sono collegate quasi tutte le vie sensitive e interamente le vie motrici per la muscolatura del corpo, dalla parte posteriore del tubo neurale si ha un insieme ridotto di elementi nervosi connessi a vie sensitive e motrici, le quali, pur non appartenenti alla muscolatura esterna del corpo, possiamo ritenere per struttura e funzionamento somatiche, e più ricche vie viscerali, formanti un ricco addensamento paracordale estendentesi dal ganglio cerebroide alle gonadi. In questi animali, dunque, la genesi degli elementi nervosi autonomi è comparabile di massima a quella dei Vertebrati, e i centri di questa organizzazione nervosa viscerale si presentano nelle Ascidiie, sotto forma addensata, intorno all'asse generatore.

Questi centri, anche negli Ascidiacei, prendono rapporti con centri superiori intracerebroidi.

Stabilito i fatti, se vogliamo entrare nel campo delle omologie, vediamo subito come sia erroneo fare una netta distinzione fra valore comparativo del tubo neurale della larva degli Ascidiacei e sistema nervoso definitivo dell'adulto, rispetto al tubo neurale primitivo e derivati nell'adulto degli altri Cordati. Si è sostenuto che il tubo neurale delle larve degli Ascidiacei, che corrisponde al tubo neurale embrionale dei Cordati, ed è dunque omologo al sistema nervoso centrale dei Cordati, non diviene un elemento nervoso negli Ascidiacei. Nell'ascidiozoide adulto esso sarebbe rappresentato dal canale escretore allo innanzi della glandola neurale e, posteriormente a questa, dal cordone dorsale, organo embrionale, in regressione più o meno accentuata secondo i gruppi e estraneo al sistema nervoso.

Quindi quella diversità nella evoluzione nel sistema nervoso nei Cordati, già accentuata nell'*Anfioxus* per la mancanza del rigonfiamento anteriore, si accentuerebbe ancor più per altra via negli Ascidiacei, perchè alla costruzione del sistema nervoso definitivo concorrerebbe solo la vescica anteriore, e solo in parte (parte dorsale, e, talvolta, ventrale) dando l'altra parete origine alla glandola e al canale neurale.

Questa genesi del ganglio cerebroide ci spiega la mancanza di cavità nel sistema nervoso degli Ascidiacei, ma in essi più stridente diventerebbe la discordanza con gli altri Cordati, se realmente, come si è sostenuto, tutta la parte posteriore del tubo neurale primitivo si mantenesse estranea alla formazione del sistema nervoso definitivo, presentando come si sostiene da Huus e Brien una potenza prospettica, veramente sorprendente, in rapporto con la genesi delle gonadi.

~~221022~~

Le mie ricerche invece, rivelando la vera natura del cordone cellulare dorsale, dimostrano che, come nell'embrione negli altri Cordati, negli Ascidiacci, tutto il tubo neurale primitivo della larva è destinato a costruire il sistema nervoso dell'adulto e, mentre da parte della parete della vescicola anteriore si genera il ganglio cerebroide, dalla parte posteriore, attraverso gli elementi del cordone cellulare, si evolve l'apparato nervoso paracordonale, in continuità del ganglio cerebroide, con scarsissime vie da ritenersi somatiche e ricchi centri viscerali.

55777

