

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIDUCCI

1897

Morfologia. — *Sopra lo sviluppo della parte anteriore del corpo delle Salpe.* Nota del Socio F. TODARO.

In una breve comunicazione all'Accademia⁽¹⁾ intorno agli occhi delle salpe, fondandomi sopra la struttura e lo sviluppo ontogenetico di questi organi, ho comparato gli occhi laterali e parietali dei vertebrati agli occhi secondari e rudimentali delle salpe aggregate, ed ho espresso il parere che potrebbero essere derivati filogeneticamente, in entrambi, dall'occhio impari del loro comune progenitore, il quale doveva possedere un occhio a forma di ferro di cavallo, come ancora si conserva nelle salpe solitarie.

Le nuove investigazioni sullo sviluppo della parte anteriore del corpo delle salpe, le quali ho fatto nella *S. africana-maxima*, non solo mi hanno portato a confermare le rispettive omologie degli organi visivi di questi due gruppi d'animali, ma mi hanno anche dato occasione di trovare altri fatti che goveranno ad una più esatta valutazione degli organi contenuti nella parte anteriore del corpo dei tunicati e dei cordati, ed alla soluzione di vari problemi concernenti la morfologia della testa dei vertebrati. Darò in modo peculiare la descrizione dei risultati di queste mie nuove ricerche in una Memoria che pubblicherò non appena terminate tutte le figure dichiarative del testo; intanto voglio fin d'ora accennare le cose principali.

Nelle salpe, nelle quali il tipo cordato è soppresso e quindi ontogeneticamente il tipo tunicato comincia a formarsi sia direttamente dall'ovo (*proles solitaria*), sia per gemmazione stolonare (*proles aggregata*), lo sviluppo, nell'uno e nell'altro caso, si può dividere in due periodi. Il primo abbraccia la formazione del primordio dell'intestino, l'entoderma del quale, chiuso completamente, viene circondato dall'ectoderma; fra queste due membrane del corpo embrionale, separate da un mesenchima, avviene la formazione del sacco peribranchiale o cloacale, della vescicola cerebrale, del sacco pericardico e, nel germoglio stolonare o embrione della catena, si trovano inoltre gli accenni degli organi genitali. Il secondo periodo si inizia colla formazione della cavità boccale primitiva, e comprende il differenziamento, di tutte le parti fin qui menzionate, negli organi della salpa adulta.

L'intestino, nel primo abbozzo embrionale di ambedue le forme di salpa (*prol. sol.* e *prol. agg.*), rappresenta la parte anteriore dilatata (vescicola precordale di van Beneden e C. Joulin) dell'intestino primitivo della larva urodele delle ascidie, parte dalla quale si differenziano: l'intestino branchiale, in cui si stabiliscono le stigmate o fessure branchiali comunicanti con la

⁽¹⁾ F. Todaro, *Sull'organo visivo delle salpe.* Rendiconti della R. Acc. dei Lincei, vol. II, fasc. 12, 1893.

cavità peribranchiale; ed il nuovo intestino digestivo, proprio dei tunicati. L'intestino digestivo viene in seguito ad aprirsi dorsalmente, mercè l'ano, nella cavità peribranchiale la quale nei tunicati fa inoltre l'ufficio di cloaca; e l'intestino branchiale si mette ben presto anteriormente in larga comunicazione con la cavità boccale primitiva. Queste due cavità, che si aggiungono all'intestino, nel comune progenitore dei cordati, dei tunicati e dei vertebrati, debbono essersi formate per invaginazione dell'ectoderma.

La cavità peribranchiale, la quale nei vertebrati sembra essere andata totalmente perduta, nei cordati e nei tunicati costituisce un organo importante del corpo dell'adulto. Nell'*Amphioxus* e nella larva delle ascidie, essa si sviluppa per invaginazione ectodermica come nello stato originario; ma nelle salpe, come in altre specie di tunicati, il processo è divenuto così ceno-genetico, che difficilmente, senza il lume della filogenesi, si potrebbe riconoscere la sua origine ectodermica.

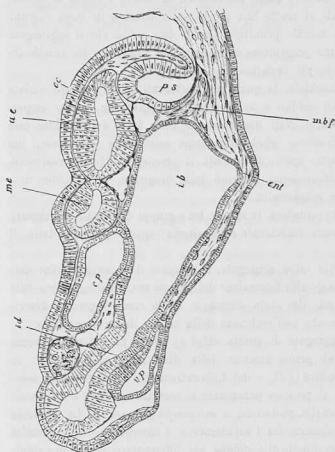
La cavità boccale primitiva, in tutte e tre i gruppi d'animali menzionati, ha soltanto una esistenza embrionale e transitoria; epperò possiamo darle il nome di *paleostoma*.

Nell'embrione delle salpe aggregate, il processo dell'invaginazione dell'ectoderma, che dà luogo alla formazione del paleostoma, è paligenetico, vale a dire, si avvicina di più allo stato originario, ed io credo opportuno descriverlo quale l'ho osservato nell'embrione della catena della *S. maxima*.

Nell'embrione aggregato di questa salpa (*p s*), il paleostoma si forma contemporaneamente al primo accenno della distinzione dell'intestino in branchiale (*i b*) e digestivo (*i d*), e del differenziamento della vescicola cerebrale in due parti che si possono paragonare al cervello anteriore o *archencephalon* (*a e*) ed al cervello posteriore, o *metencephalon* (*m e*). La vescicola cerebrale situata dorsalmente fra l'ectoderma e l'entoderma nell'estremità anteriore del corpo prossimale allo stolone, nel differenziarsi cresce in volume e si allunga considerevolmente. Il cervello anteriore, che forma la parte più voluminosa, pare che in origine spinga innanzi l'ectoderma il quale, crescendo, fa una sporgenza sull'estremità anteriore del corpo. In questa sporgenza si viene ad accumulare il mesenchima ed al tempo stesso le cellule ectodermiche entrano in una più attiva moltiplicazione. Quindi la predetta sporgenza cresce e, ricurvandosi sempre più ventralmente, si viene a formare un'introflessione dell'ectoderma, dovuta in parte al crescere e ricurvarsi della predetta eminenza, in parte alla moltiplicazione degli elementi propri. L'ectoderma introflesso viene a circoscrivere nella parte anteriore del corpo embrionale una larga cavità, il paleostoma (*p s*), che sbocca all'esterno con un orificio aperto nell'angolo rientrante e molto pronunziato che, in questo momento, fa l'ectoderma embrionale continuandosi coll'ectoderma stolonare.

La parete anteriore del paleostoma unitamente al mesenchima ed all'ectoderma esterno corrispondenti, fanno la parete dell'estremità anteriore del

corpo embrionale; la parete posteriore del paleostoma (ectoderma) e la parete anteriore dell'intestino branchiale (entoderma), riunite da un abbondante mesenchima nel quale



SPIEGAZIONE DELLA FIGURA

ec - ectoderma; es - entoderma; ib - intestino branchiale; id - intestino digestivo; ep - cavità peribranchiale; ps - paleostoma; mbf - membrana bocco-faringea; ae - archencephalon o cervello anteriore; me - metencephalon - o cervello posteriore; cp - vrsiccola o sacco pericardico.

mente chiuso. Ma tosto cominciano a cadere in rovina gli elementi della membrana bocco-faringea, e si forma così una larga comunicazione fra il paleostoma e l'intestino. In questo processo spariscono i vasi placentali, tutto il mesenchima e tutto l'entoderma della membrana bocco-faringea. Invece, del suo strato ectodermico si atrofizza solo una parte, quella corrispondente all'attacco ventrale della membrana; l'altra parte, sparito interamente il mesenchima e lo strato entodermico della predetta membrana, va ad estendersi sotto il pavimento dell'archencefalo ove incontra indietro l'entoderma dell'intestino branchiale col quale si salda. Adunque, il fondo cieco dorsale

decorrono ancora i seni sanguigni che stabiliscono la via della circolazione placentale fra l'embrione e i due grossi tronchi sanguigni dello stolone, formano la membrana bocco-faringea (m b f) la quale separa la cavità del paleostoma dalla cavità dell'intestino. Ventralmente la parete del paleostoma tocca il mesenchima che si continua nello stolone; e dorsalmente si viene a porre sotto l'estremità anteriore dell'archencefalo mercè una sporgenza a fondo cieco.

In un secondo stadio, l'apertura esterna o boccale si oblitera, ed il paleostoma diviene un sacco completa-

del paleostoma, in questo momento, si continua indietro con un tratto d'ectoderma esteso sotto il pavimento cerebrale.

Nello stadio in cui si è stabilita completamente la comunicazione fra le due cavità, boccale ed intestinale, l'archencefalo è suddiviso da una sporgenza che fa nella cavità il suo pavimento, e quindi tutto il cervello si presenta ora diviso in tre vescicole: anteriore, media e posteriore.

La vescicola cerebrale anteriore si inclina in basso e conserva più intimi i rapporti col fondo cieco dorsale del paleostoma. Queste due parti, nello stadio successivo, si fondono e si perforano nel punto culminante in cui si toccano e, nel tempo stesso, tutta la vescicola cerebrale anteriore si allunga in un canale il quale si apre nel fondo cieco dorsale del paleostoma, e fa quindi comunicare la cavità di questo con la cavità cerebrale. Una tale comunicazione venne scoperta dal Kowalevsky nelle larve dell'ascidie e dell'*Amphioxus* e ritrovata dopo dal Salensky anche nell'embrione delle salpe. Al canale in discorso, contrariamente al Kupfer che lo ha chiamato *canalis neurentericus anterior*, io do il nome di *canalis paleoneuralis*, essendochè gli attribuisco il significato di un'antica via di comunicazione del tubo nervoso o midollare, col paleostoma che, a mio modo di vedere, era un antico vestibolo dell'intestino e del tubo midollare.

Più tardi, sull'estremità anteriore del corpo si forma il neostoma o la bocca definitiva. Il neostoma si forma da un'invaginazione secondaria dell'ectoderma, la quale è rivestita dal mantello di cellulosa, già segregata a quest'epoca. Tale invaginazione (*stomodeum*) via via che cresce si prolunga nella cavità del paleostoma trascinando con se lo strato interno. Il suo fondo cieco si viene ad aprire largamente, con una fissura trasversale, innanzi all'estremità anteriore del primordio dell'endostilo, il quale, sviluppatosi ventralmente dall'ectoderma branchiale, si avvanza in avanti nel pavimento della cavità boccale.

Nel tempo che passa fra la formazione del paleostoma e quella del neostoma, si differenziano gli organi del corpo della salpa adulta, dei quali ora mi sono solo occupato a ricercare lo sviluppo della fossa ciliata, della glandola ipofisaria, del solco perifaringeo, del ganglio olfattivo, degli occhi e del ganglio cerebrale.

Come sopra ho notato, la vescicola cerebrale anteriore, nelle salpe, si trasforma nel canale paleoneurale il quale ha la parete fatta da una sola serie di cellule cubiche o cilindriche. La vescicola cerebrale posteriore rimane sempre piccola e ben presto si incorpora con la vescicola cerebrale media talmente che non è più possibile distinguersela. La vescicola cerebrale media, la quale come si è detto, deriva dall'archencefalo, è quella che raggiunge un elevato grado di sviluppo.

La vescicola cerebrale media in principio si allunga e si allarga; quindi la sua cavità si ingrandisce, la volta si solleva, ed il pavimento fa un lieve

infossamento mediano il quale, nell'embrione solitario, è più pronunziato. Ora la parete di questa vescicola, tanto nel pavimento quanto nella volta, si ispessisce per moltiplicazione delle sue cellule. L'ispessimento in principio è maggiore nel pavimento, ma di poi la moltiplicazione cellulare diviene così lussureggiante nella volta, che ben presto questa si trasforma in una massa voluminosa di forma sferoidale, la quale costituisce la regione della volta cerebrale e, mentre si solleva in alto, respinge in basso la cavità cerebrale. Questa si riduce allora in forma di una fessura trasversale infossata nel pavimento cerebrale, il quale insieme al canale paleoneurale forma la regione infundibulare.

Tutti gli organi nervosi della salpa, ganglio cerebrale, ganglio olfattivo, occhi e nervi periferici, si sviluppano dalla massa cellulare che forma la regione della volta cerebrale. Dalla regione infundibolare non si formano elementi nervosi; questa va sempre più riducendosi nel tempo stesso in cui quella va sempre più crescendo e differenziandosi. Evidentemente la regione infundibulare è una parte dell'edificio nervoso, la quale ha perduto la sua primitiva funzione. Infatti si chiude la comunicazione fra la cavità cerebrale ed il paleostoma: il fondo cieco di quest'ultimo comincia a trasformarsi nella fossa ciliata; ed il canale paleoneurale, distaccandosi si presenta come un canale infundibulare cieco, pendente dall'estremità anteriore del pavimento cerebrale. In seguito la cavità infundibulare va sempre più restringendosi da dietro in avanti, finchè rimane sotto forma di una vescicola ovale allungata, posta, col suo grand'asse nel senso antero-posteriore, sotto l'estremità anteriore del ganglio cerebrale che intanto si è sviluppato, ed al di sopra della fossa ciliata.

La vescicola infundibulare non appena formata si divide, mercè uno strozzamento trasversale, in due vescicole più piccole le quali, per la loro destinazione, si possono chiamare vescicole ipofisarie, essendochè ciascuna di esse va a formare il fondo ampollare della glandula dello stesso nome. Le due vescicole ipofisarie in principio occupano lo stesso posto della vescicola infundibulare dalla quale sono derivate, e stanno l'una dopo l'altra; ma tosto si distaccano, l'anteriore si porta a destra e la posteriore a sinistra, sotto la parte anteriore del ganglio cerebrale. Durante la formazione della vescicola infundibulare e delle due vescicole ipofisarie si sviluppano i due diverticoli ectodermici che danno origine alla parte tubolare della glandula ipofisaria.

La fossa ciliata, la quale, come dicemmo, deriva dal fondo cieco della parete dorsale del paleostoma, cresce rapidamente e fa una forte sporgenza nella cavità di esso, nella quale si apre con una grande apertura. Col crescere della fossa ciliata si forma un largo infossamento sotto del ganglio cerebrale, esteso dalla faccia esterna posteriore della predetta fossa all'estremità anteriore del nastro branchiale. Da quanto innanzi ho detto, risulta che la parte anteriore di questo infossamento è fatta dal tratto dell'ecto-

derma che, prima dello sviluppo della fossa ciliata, stava dietro del fondo cieco dorsale del paleostoma, aderente alla superficie inferiore del pavimento cerebrale. Ora questo tratto, nel ripiegarsi dalla superficie esterna posteriore della fossa ciliata alla superficie inferiore del ganglio cerebrale, forma un recesso.

Nel momento della formazione della vescicola infundibulare, questo recesso manda un diverticolo, il quale si spinge in avanti nel mesenchima che sta fra il ganglio cerebrale e la fossa ciliata, e nel momento in cui la mentovata vescicola si trasforma nelle due vescicole ipofisarie, dall'ectoderma, che riveste la superficie esterna della parete posteriore della fossa ciliata, si forma, immediatamente sotto del primo, un secondo diverticolo il quale si porta anch'esso in avanti nel mesenchima, a ridosso della fossa ciliata. I due diverticoli, paralleli in principio e separati da un sottilissimo strato di mesenchima, divergono nel seguito per raggiungere ciascuno la rispettiva vescicola ipofisaria nella quale si apre: il diverticolo superiore si viene ad aprire nella vescicola ipofisaria destra; l'inferiore in quella sinistra. Adunque la glandula ipofisaria, che nelle salpe è pari, contrariamente a quanto ha asserito il Metcalf⁽¹⁾ il quale la fa originare unicamente dall'entoderma branchiale, ha una doppia origine, cioè, dall'infundibulo cerebrale, e dall'ectoderma del paleostoma.

Nelle salpe adulte la glandula ipofisaria sbocca, da ciascun lato, nella parte anteriore, d'origine ectodermica del faringe, ed è composta: di un gomitol, o meglio di un lungo tubo glandulare, ripiegato in svariate anse immerse in un abbondante mesenchima che è traversato da seni sanguigni; e di una terminazione ampollare, la vescicola ipofisaria, la quale rimane aderente intimamente alla superficie inferiore del ganglio cerebrale. La parete del tubo glandulare è fatta di una serie di piccole cellule cubiche molto granulose; quella della vescicola ipofisaria da una serie di cellule cilindriche più chiare, le quali nella parte superiore sono più alte di quelle della parte inferiore ove si imbecca il tubo glandulare.

L'ultimo a formarsi, dall'ectoderma del paleostoma, è il solco perifaringeo il quale in ciascun lato, decorre, dall'esterno del cercine che circonda l'apertura della fossa ciliata, al di sopra dell'estremità anteriore della doccia ipobranchiale o endostilo.

Il solco perifaringeo si sviluppa dopo la formazione della fossa ciliata e del neostoma. La fossa ciliata è evidentemente l'organo dell'olfatto e riceve due nervi: uno dal ganglio olfattivo destro; e l'altro dal ganglio olfattivo sinistro.

Per la formazione di tutti questi organi, l'antica cavità boccale d'origine ectodermica, il paleostoma nel senso in cui lo intendo, oltre i due

(1) M. M. Metcalf. *The Anatomy and Development of the Subneural Gland in Salpidae* ecc. — Nella monografia *The Genus Salpa* by W. Brooks. Part. IV. Sect. III, pag. 346, Baltimore 1893.

diverticoli ipofisari, si suddivide formando: la cavità olfattiva (fossa ciliata), una parte della cavità boccale definitiva la quale si continua con la cavità olfattiva, il velo faringeo (solco perifaringeo), ed una piccola porzione che, dietro il velo faringeo, si porta dorsalmente sotto del ganglio cerebrale.

Passiamo a parlare ora dell'origine del ganglio cerebrale, dei gangli olfattivi, degli occhi e dei nervi periferici. Tutti questi organi derivano dalla massa delle cellule indifferenti che abbiamo veduto costituire la regione della volta cerebrale.

Il primo a formarsi è il lineamento del ganglio olfattivo, il quale è pari ed, in una sezione frontale, si presenta come una sfera massiccia di piccole cellule che si sono distaccate da quelle del lato corrispondente della massa della volta cerebrale. Ciascuna di queste due sfere è situata al di sotto del corrispondente lato di tutto l'abbozzo cerebrale. Ben presto le piccole cellule di questa sfera si differenziano nelle grandi cellule nervose del ganglio olfattivo donde emergono i nervi che vanno alla fossa ciliata.

Tutto quanto rimane della massa cellulare della volta cerebrale, dopo il distacco del lineamento olfattivo, cresce in volume per la continua moltiplicazione delle sue cellule, fra le quali fa ora la prima comparsa la sostanza nervosa bianca, la quale, aumentando, forma successivamente un grosso nucleo centrale ed uno strato sottile trasversale posto nella parte superiore. Questo strato di sostanza bianca divide completamente la regione della volta cerebrale in due parti ineguali: uno strato cellulare superiore, fatto di più serie di piccole cellule con grande nucleo rotondo, è la lamina ottica; l'altra parte molto voluminosa, fatta di cellule consimili, rappresenta il primo lineamento del ganglio cerebrale. Questo contiene: il mentovato nucleo centrale di sostanza bianca, risultante dall'intreccio delle fibrille nervose, fra le quali vi sono sparsi rari nuclei, probabilmente di nevroglia; e uno strato corticale di più serie di cellule, il quale rappresenta la sostanza o corteccia grigia.

Nella prole solitaria, dalla lamina ottica si forma direttamente, per solo differenziamento degli elementi istologici, l'occhio impari a forma di ferro di cavallo; nella prole aggregata, dalla stessa lamina ottica hanno invece origine le vescicole massicce, o meglio, le sfere ottiche. Queste si differenziano di poi negli occhi secondari, che nella *S. maxima*, come in altre specie, sono in numero di tre: uno posteriore, il quale rimane rudimentale, attaccato al vertice del ganglio cerebrale: due anteriori, sovrapposti l'uno all'altro, si sviluppano completamente. Adunque la lamina ottica delle salpe aggregate è omologa alla lamina ottica e all'occhio impari delle salpe solitarie, presi insieme; poichè per la formazione di tale occhio, non è intervenuto un differenziamento morfologico, ma soltanto un differenziamento degli elementi istologici. Viceversa, nelle salpe aggregate, dalla lamina ottica si formano prima le sfere ottiche. Di queste: alcune si differenziano istologicamente in occhi definitivi, come gli occhi laterali dei vertebrati e ricevono come questi i nervi ottici; altre rimangono rudimentali come gli occhi parietali di questi ultimi animali.

Nel ganglio cerebrale, la corteccia di sostanza grigia riveste la superficie del nucleo della sostanza bianca, meno superiormente ove rimane interrotta dall'uscita del tronco comune dei nervi ottici, il quale appare come un prolungamento della sostanza bianca. La corteccia grigia, nella salpa adulta, è composta di più serie di piccole cellule nervose con nucleo rotondo.

Verso il terzo inferiore dell'altezza del ganglio, la corteccia cerebrale grigia è percorsa da una zona orizzontale di grandi cellule nervose, le quali somigliano alle grandi cellule nervose delle corna anteriori del midollo spinale dei vertebrati. Hanno infatti: da un canto i prolungamenti protoplasmatici, che vanno ramificandosi nella sostanza bianca; e dall'altro mandano un filamento nervoso il quale, insieme ai filamenti nervosi di un gruppo di cellule vicine della stessa specie, concorre a formare un fascio nervoso, o un nervo periferico che si può accompagnare fino ad un nastro muscolare del corpo della salpa. Tutti i nervi che nascono da questa zona sono motori, e noi possiamo perciò chiamarla zona motrice, e quindi cellule motrici le grandi cellule che la formano. Invece, le piccole cellule, che si trovano numerosissime nella corteccia cerebrale, sarebbero sensitive. Di queste, quelle che si trovano fra la zona motrice e la superficie dorsale del ganglio, rappresentano il tetto ottico dal quale traggono origine i nervi ottici.

Dalla faccia anteriore del ganglio cerebrale, nel punto in cui termina d'ambo i lati la zona motrice, emerge un paio di nervi misti. Questo paio infatti ha due radici: una, inferiore, viene da un gruppo di grandi cellule motrici, e l'altra, superiore, nasce dalle piccole cellule sensitive della parte corrispondente della corteccia cerebrale. Le due radici, dopo un breve decorso fuori del ganglio, formano un nervo misto il quale si porta in avanti ove si ramifica e si termina, da un canto nei muscoli che circondano la cavità boccale, e dall'altro nell'epitelio sensitivo dell'apertura boccale.

Discuterò più tardi sopra le omologie dei vari organi descritti in questa comunicazione ed a proposito del paleostoma mostrerò fin dove la mia opinione si accorda con quella del Kupffer.

Meccanica. — *Sulla deformazione della sfera elastica.* Nota del dott. E. ALMANZI ⁽¹⁾, presentata dal Corrispondente VOLTERRA.

La deformazione di una sfera elastica ed isotropa, dati alla superficie, gli spostamenti, o le tensioni, si può determinare applicando il seguente teorema:

• Se tre funzioni u, v, w , sono legate ad una quarta funzione k , che

soddisfi all'equazione $A^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} = 0$, dalle formole,

$$A^2 u = \frac{\partial k}{\partial x}, \quad A^2 v = \frac{\partial k}{\partial y}, \quad A^2 w = \frac{\partial k}{\partial z},$$

⁽¹⁾ Presentata nella seduta del 3 gennaio 1897.