

SULLO SVILUPPO

DEL

LUMBRICUS TRAPEZOIDES

DEL

DOTT. N. KLEINENBERG

CON TRE TAVOLE



NAPOLI
LIBRERIA DETKEN & ROCHOLI
Piazza Plebiscito
1878

Stabilimento Tipografico dell'Unione.

In Ischia come nei contorni di Napoli il più comune dei lumbricini è il *Lumbricus trapezoides* (Dugès) abbondantissimo negli orti e nelle concimaie dei poderi. Associato con questo, ma più raro, e che preferisce i terreni sabbiosi e la vicinanza dell'acqua, trovasi un'altra specie, che probabilmente è il *Lumbricus teres* (Dugès).

Il periodo di riproduzione del *Lumbricus trapezoides*, come quello del *Lumbricus teres*, si estende a preferenza per tutta la stagione fredda e temperata, cioè dal mese di Ottobre al mese di Giugno, quando entra il tempo caldo e secco; ma neppure cessa del tutto, poichè anche nei mesi di Luglio ed Agosto, in siti ombrosi ed umidi, ed a considerevole profondità si trovano dei bozzoli contenenti uova fecondate, in gran parte disposte, però, ad abortire.

I bozzoli variano assai in grandezza: i più piccoli arrivano appena ad un millimetro di lunghezza, mentre i più grandi giungono sino ad otto millimetri. Questa differenza si spiega facilmente dal modo di formazione dei bozzoli, poichè necessariamente le loro dimensioni devono corrispondere alla grandezza dell'animale produttore. La forma di quelli del *L. trapezoides* è d'un ovoide con le estremità appuntate, o talvolta al contrario leggermente depresse; e tali depressioni corrispondono alle primitive aperture dell'anello chitinoso, prodotto del clitello, che non si chiude se non dopo la deposizione. — Il loro colore rassomiglia a quello del frumento. — Le capsule del *L. te-*

res sono in generale più piccole, più rassomiglianti alla forma di un limone, con l'estremità spesso assai allungate, da formare due fini picciuoli. — Queste capsule sono di colore olivastro.

Il contenuto delle capsule del *L. trapezoides* consta di una massa albuminosa, nella quale, similmente a quanto ha dimostrato il Rathke per la *Nepheleis vulgaris*, (1) si distinguono due costituenti; cioè una sostanza densa, trasparente, che rifrange la luce abbastanza fortemente, e che è disposta a mo' di una spugna con interstizi finissimi, e un liquido che riempie questi interstizi; il quale all'azione dell'acqua, degli acidi, o dell'alcool assume l'aspetto di una emulsione a causa del precipitarsi di finissimi granelli; decomposizione che si manifesta col progresso dello sviluppo anche nelle capsule intatte. L'albumine dei bozzoli del *L. teres* è incoloro o debolmente tinto in verdastro, assai più denso e d'un aspetto quasi uniforme; non si discioglie che in minima parte nell'acqua e negli acidi allungati.

In questa gelatina sono sparse le uova, e, tra esse, fasci di spermatozoidi. Il numero delle uova nei bozzoli del *L. trapezoides* è di tre, quattro, fino ad otto; in quelli del *L. teres* è di quattro fino a venti; queste vengono fecondate e si sviluppano tutte quante; — laddove di quelle del *L. trapezoides* uno solo, o, raramente, due o tre, originano embrioni. Le altre uova, non godendo dell'azione eccitatrice dell'elemento maschile, perdono la forma sferica e si trasformano in piastrine piane, a contorni più o meno irregolari; il protoplasma, per una specie di coagulazione, si muta in una sostanza oscura, a grossi granelli, e le uova, spappolandosi a mano a mano, svaniscono senza lasciare traccia.

(1) Rathke, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen. Herausgegeben von R. Leuckart. Leipzig 1862. p. 3.

Metodi di investigazione.

Anzicchè allo studio dello sviluppo del *L. trapezoides* mi sarei dedicato più volentieri a quello del *L. teres*, poichè in questo i primi stadii sono più semplici e tipici, ed anche i più avanzati sono più netti e distinti. Ma condizioni accidentali rendono la preparazione oltremodo difficile. La densità e la viscosità dell'albumine, insieme all'estrema delicatezza e fragilità degli embrioni, rendono difficilissimo ottenere intatto qualcheduno di questi. Di più, siccome essi divorano rapidamente tutto l'albumine, raccogliendolo nella cavità digerente, così accade che le pareti del corpo vengono talmente tese, che basta la più leggiera pressione a farle scoppiare. — Laonde le mie conoscenze sullo sviluppo di questa specie sono rimaste abbastanza incomplete, e mi limito per ora alla descrizione di quello del *L. trapezoides*, i cui embrioni si cavano dall'albumine facilissimamente senza essere guasti.

Gran parte delle formazioni primitive dell'uovo può riconoscersi nello stato vivente, essendo il protoplasma abbastanza trasparente da permettere allo sguardo di penetrare nello interno; ma poi si cancellano i contorni precisi delle cellule, e non si discernono che le forme le più grossolane. Per riconoscere la struttura più delicata è d'uopo perciò servirsi sin da principio dei reagenti.

Ne ho adoperati parecchi: buoni risultati dette l'acido osmico applicato in stato di vapore; ma più soddisfacenti furono le preparazioni ottenute con l'uso del miscuglio di acido picrico con acido solforico. Nondimeno questo reagente ha l'istesso inconveniente che l'acido osmico, quello, cioè, di produrre talvolta dei gonfiamenti nei primi blastomeri; cosa che, se pur non altera che lievemente le condizioni normali, rende però i preparati meno eleganti. Questo difetto si schiva con l'aggiunta di un po' di creosoto.

Ora siccome posso dopo molte esperienze raccomandare cal-

damente il metodo di conservazione da me usato per la maggior parte dei tessuti animali, e soprattutto per quelli più delicati e transitorii, così credo conveniente darne la ricetta precisa.

Si prepari una soluzione satura di acido picrico in acqua distillata, ed a cento volumi di questa si aggiungano due volumi di acido solforico concentrato; tutto l'acido picrico che vien precipitato si tolga col filtro. Un volume del liquido, ottenuto in tal modo, si allunghi con tre volumi di acqua, e finalmente vi si aggiunga tanto di creosoto puro quanto se ne arriva a sciogliere. L'oggetto da conservarsi deve rimanere in questo liquido durante tre, quattro, o più ore; poi si trasferisce, a fine di indurirlo e toglierne l'acido, per cinque a sei ore in alcool di 70°, e di lì in alcool di 90°, il quale si cambia fino a tanto che sia sparita o almeno molto diminuita l'inopportuna tinta gialla. Serve meglio l'alcool di 90° che l'alcool assoluto a mantenere per lungo tempo intatte le strutture più delicate, e a conservare il preparato nel conveniente grado di consistenza. Per colorare uso l'ematossilinea cristallizzata disciolta in questo miscuglio: si prepara una soluzione satura di cloruro di calce in alcool a 70° con aggiunta di alquanto allume; dopo aver filtrato, si mescola un volume di questa soluzione con sei ad otto volume di alcool a 70°; nel momento di adoperare il liquido vi si versano tante gocce di una soluzione concentrata di ematossilinea in alcool assoluto quanto bastano a dare al preparato la colorazione richiesta, più o meno carica. Questo miscuglio non ostante la sua irrazionalità chimica dà buoni risultati. Le tinte acquose, massimamente quando contengono tracce di ammoniaca sono da evitarsi, perchè perniciosissime a molti tessuti teneri. Nella tintura l'oggetto deve rimanere tanto quanto lo esige la sua grandezza e la natura dei tessuti che lo formano, ora per pochi minuti, altre volte fino a sei ore. Quando si tratta di far sezioni è buona regola tingere fortemente e tagliare con molta sottigliezza. Tolto dalla tintura il preparato vien lavato in alcool di 90° ove poi rimane da sei a dodici ore. Fi-

nalmente per allontanare ogni traccia di acqua deve restare per mezza giornata, od anche per una intera, in alcool assoluto.

Se poi il preparato deve essere tagliato si trasferisce dall'alcool assoluto in essenza di bergamotto, ove resta per qualche ora, fino a che sia adatto ad essere fissato nella paraffina, la quale dai tagli eseguiti viene allontanata per mezzo di un miscuglio di quattro parti di essenza di trementina con una parte di creosoto. Finalmente i tagli sono rinchiusi in colofonio sciolto in essenza di trementina (1).

Ho fatto dei tagli sin dal principio della segmentazione, ma pei primi stadi essi non sono di tanta utilità, poichè essendo impossibile il situare un così piccolo corpo globulare in posizione predeterminata, la direzione dei tagli o non è la richiesta o rimane dubbia al tutto. In conseguenza ho preferito di studiare gl'inizi dello sviluppo in sezioni ottiche dell'oggetto intatto, servendomi però sempre degli tagli veri da controllo.

Segmentazione dell'uovo e comparsa degli embrioni.

Ho mancato di osservare i fenomeni delle uova fecondate susseguenti immediatamente alla fusione degli elementi sessuali. Le prime che mi capitarono sotto gli occhi erano già divise in due segmenti embrioplastici o blastomeri, mediante un solco equatoriale. In questo stato l'uovo è contenuto ancora nella membrana vitellina, la quale è una capsula ovoidale della lunghezza di 0,24 m.m. in circa, dalle pareti tenuissime senza traccia di qualsiasi struttura. Il suo contenuto consta di un fluido incolore e limpido, debolmente rifrangente, che tiene sospeso l'uovo e vicino a questo due o tre globuli polari, cor-

(1) Avverto gli istologi di non far uso della soluzione di colofonio in alcool, che sul principio dà bellissimi preparati, ma di poca durata perchè trovansi dopo qualche tempo distrutti, a causa di una precipitazione di cristalli o di una sostanza amorfa. Ho perduto in tal modo più centinaia di preparati. E simili esperienze furono fatte nella Stazione Zoologica di Napoli.

puscoli protoplasmatici che racchiudono uno o più larghi vacuoli. L'novo stesso è un corpo elissoidale, i cui assi normali misurano 0,14 e 0,10 m.m. in circa. Il suo protoplasma è privo di corpuscoli vitellini, e perciò pallido e trasparente; è diviso come in tante altre uova in due sostanze costituenti: una, più fitta ed a finissimi granelli, è disposta in forma d'una rete o piuttosto a modo d'una spugna con spazii relativamente grandi: l'altra è un liquido albuminoso dall'aspetto chiaro ed uniforme che riempie gli spazii. Sulla superficie il protoplasma è alquanto condensato da formare uno strato corticale esilissimo.

I due blastomeri emisferici si adattano talvolta con i loro piani sì perfettamente l'uno contro l'altro che è impossibile separarli. Talvolta i centri dei piani di contatto si scavano un poco, e così distaccandosi lasciano tra loro uno spazio lentiforme nella parte centrale, mentre i margini aderiscono ancora fermamente. Questo cavo potrebbe dirsi l'inizio della cavità di segmentazione, se i cambiamenti di forma dei blastomeri non lo facessero subito sparire. Infatti, dopo poco tempo di riposo, rinasce in ogni blastomero una tendenza ad assumere la forma sferica, per cui le circonferenze delle loro basi si ritirano verso i rispettivi centri, e curvandosi, si discostano l'uno dall'altro in maniera che finalmente i due blastomeri non si toccano che in un sol punto: precisamente là dove era la cavità lentiforme, ora sparita.

I due primi blastomeri ora mostrano nuclei ben distinti, ora ne son privi, ora fanno vedere con grande chiarezza quelli aggruppamenti stellati o raggianti o fusiformi di fini granuli, che le belle ricerche degli ultimi anni dimostrarono fenomeni accompagnanti costantemente la formazione di nuove cellule.

Ma il processo di segmentazione delle uova del *L. trapezoides* non procede così semplice ed ordinato come in molti altri animali ed anche in non pochi degli anelidi; incomincia una serie di movimenti e traslocazioni, di scissioni e gemmazioni, di accrescimenti e decrescimenti di volume delle singole cellule,

che in complesso rende molto difficile rintracciare il tipo di questo importantissimo processo, il quale come prima manifestazione delle forze formatrici nascoste sotto l'apparente indifferenza del protoplasma dell'uovo, serve a fondamento per inalzarvi l'edificio sì complicato e ben disposto del corpo.

Dopo la divisione in due emisferi spesso osservasi uno stato in cui l'uovo è composto da tre blastomeri ordinati a mo' di tetraedro, descritto già da Kowalewsky (1) e da Ratzel e Warschawski (2) pel *Lumbricus agricola*, da Rathke (3) e da Robin per la *Nephilis vulgaris* (in cui l'osservai pur io) e da Claparède e Metshnikow (4) per lo *Spio fuliginosus*; ed anche quest'ultima osservazione la posso confermare dietro proprie investigazioni. Tale stadio di segmentazione, quantunque abbastanza differente da quanto suolsi trovare negli altri animali, certamente non può considerarsi anormale come in tanti altri casi, nei quali le irregolarità della segmentazione sono il primo e certo segno che l'uovo si trovi in condizioni sfavorevoli e sta per discomporsi prima di avere raggiunto un ragguardevole sviluppo; pare invece sicuro che in questi vermi il cennato sviamento della norma generale menì pure alla felice risoluzione del problema dello svolgimento. Ma la scissione dell'uovo in tre blastomeri non si verifica in tutte le uova del *L. trapezoides*, e neanche è indispensabile al regolare andamento dello sviluppo. Talvolta, e forse più sovente, accade che i primi due blastomeri producono contemporaneamente ognuno una nuova cellula, sicchè alle due seguono immediatamente quattro. Il processo di staccamento allora procede nel seguente particolare modo. In mezzo al protoplasma appare un'accumulazione di fini granelli che facilmente si discerne come una macchia scura;

(1) Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden, Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg 1871, Tav. VI. fig. 3.

(2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie T. 18. 1868.

(3) Loc. cit. Tav. I. fig. 6.

(4) Beiträge zur Erkenntniss der Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1869 T. 19. Tav. XII. fig. 1 d.

questo ammasso delle parti più solide del protoplasma, che non ha però limiti netti, ingrandisce man mano e s'avvicina in pari tempo alla superficie del segmento. Sarà utile dichiarare che questo concentramento non è da confondersi coi fenomeni i quali preparano e accompagnano la neoformazione dei nuclei: il nucleo appare più tardi nel centro delle descritte masse. Queste, tostochè sono arrivate alla superficie, s'innalzano sopra il livello del protoplasma circostante in guisa di basse sporgenze coniche; poi, mercè uno strozzamento le loro basi si staccano dalle cellule madri e due nuovi blastomeri sono belle e fatti.

Questa osservazione concorda quasi in tutti i particolari con quella del Kowalewsky sulla formazione dei piccoli segmenti nell'uovo della *Euaxes* (1).

I due blastomeri della seconda generazione restano assai più piccoli dei primi; sul principio situati simmetricamente riguardo all'asse di lunghezza dell'uovo, s'avvicinano poi l'uno all'altro, avanzandosi verso la linea mediana ed in pari tempo si staccano altre due piccole cellule dai primi blastomeri: l'uovo consta di sei segmenti, due grandi e quattro piccoli. Poco dopo agli ultimi s'aggiungono altri due, e in tal modo formasi una piastrina di cellule piccole e appiattite; che poggiando sull'altezza dei due grandi blastomeri, cuopre a mo' di volta il solco, man mano allargatosi, che divide questi ultimi (Tav. 1 fig. 1).

Tale stato di segmentazione rassomiglia di molto ad uno già più volte descritto, nello sviluppo della *Nephelis*, colla differenza però che questa invece di due possiede tre cellule grandi, coperte in parte da uno strato di piccole cellule. Ma c'è una differenza ancora più importante: mentre nella *Nephelis* i grandi blastomeri si conservano inalterati per molto tempo, quelli del lombrico si scindono presto ripetutamente e si confondono nella massa embrioplastica indifferente. Dapprima essi si discostano l'uno dall'altro lasciando in mezzo uno spazio largo e profondo,

(1) Loc. cit. p. 13. 14.

che da un lato è chiuso dalla piastrina curvata delle piccole cellule, dall'altro comunica mediante un'apertura alquanto ristretta colla cavità del bozzolo. Ora i due grandi blastomeri si scindono contemporaneamente ognuno in due, e nello stesso tempo alcuni dei piccoli blastomeri si spingono verso il centro, frammettendosi negl'interstizi dei quattro grandi. Colla successiva scissione, che tocca sì ai grandi che ai piccoli blastomeri, l'uovo assume un aspetto molto caratteristico: vi sono in tutto sedici blastomeri, e se talvolta ve n'è uno di più o di meno è sempre dei piccoli. Dei sei grandi tre sono aggruppati attorno all'apertura della cavità di segmentazione, che hanno chiusa o ridotta ad una stretta fenditura; al di sopra ed alternanti con essi i tre altri, ma questi non si toccano vicendevolmente, essendo disgiunti per mezzo di tre piccoli blastomeri, che sono entrati come cunei nei tre interstizi. L'anello così formato di tre grandi e tre piccoli blastomeri abbraccia la cavità di segmentazione ed è coperto all'insopra da una volta sottile, composta da cinque o sei piccoli blastomeri. Disgraziatamente disposizioni sì nette sono di troppo breve durata nei primordii dello sviluppo dell'animale, che ci occupa. Avviene dunque che, moltiplicandosi tanto i grandi quanto i piccoli blastomeri, s'agguagliano via via le differenze di grandezza e più ancora contribuisce allo scioglimento dell'ordine sovraccennato l'intromettersi dei piccoli blastomeri tra la prole dei grandi. Per qualche tempo resta ancora qualcheduno dei primi sulla superficie esterna degli altri, ma quando pur questi si sono dislocati verso il centro abbiamo una forma nuova dell'uovo che non offre più segni delle disposizioni che la precedettero. È una vescichetta sferica, talvolta a quanto pare perfettamente chiusa, talvolta fornita d'un piccolo orificio, la cui parete consta da un solo strato di cellule, che variano però considerevolmente in altezza. Intorno ad un polo sono adunate cellule più alte che larghe, mentre all'opposto la parete della cavità di segmentazione è composta d'un ordine di cellule, l'altezza delle quali non misura che la metà o meno di quella delle al-

tre. Non v'ha però limiti precisi tra queste due forme di cellule, anzi fanno passaggio le une nelle altre mediante numerose gradazioni. Neanche c'è diversità nella qualità del protoplasma: tutte quante l'hanno uniforme, finamente granuloso, poichè la disposizione reticolare del protoplasma dell'uovo e dei primi blastomeri è già da un pezzo sparita; racchiudono quasi sempre ognuna un nucleo ben distinto, la cui grandezza sta in proporzione col volume della cellula. L'uovo in tal modo si è trasformato in una vescichetta germinativa a un solo strato di cellule di diversa altezza, circondante una cavità eccentrica, abbastanza grande, la quale s'apre, se non sempre, per certo in taluni casi, mediante uno stretto orificio (Tav. 1 fig. 2).

Ora l'attività riproduttrice si manifesta più decisa nelle cellule piane d'uno dei poli, le quali aumentando in numero s'allungano e si spingono nella cavità di segmentazione, ripiegandosi intorno all'apertura di questa o facendosi strada fra le cellule vicine non fermamente saldate. Ma pure al polo opposto si staccano piccole cellule dalle estremità centrali degli alti blastomeri: in tal modo la cavità di segmentazione, ristretta da ogni lato va a sparire di bel nuovo, e l'uovo diventa una sfera multicellulare, solida e compatta.

Avrò forse già annoiato parecchio il lettore col descrivere minutamente questa successione di mutamenti, che con tutto ciò resterà ancora poco intelligibile a colpa della scarsezza d'illustrazione, che mi fu imposta con mio gran rammarico, dal troppo limitato spazio concessomi per le tavole. Ma l'importanza dell'argomento e le divergenze esistenti tra i miei ed i risultati d'un osservatore sì eccellente qual'è il Kowalewsky, faranno le mie scuse.

Secondo l'autore citato nel L. agricola i primi passi di svolgimento sarebbero molto semplici e regolari. Col solcamento che produce quasi sin dal principio cellule uguali tra loro in grandezza, formasi un corpo foggiato a disco, il quale mercè una screpolatura, che rappresenta la cavità di segmentazione, si sdoppia in due lamine, ognuna d'un semplice strato di cel-

lule; queste ben presto vanno distinte anche per la natura del loro protoplasma. Innalzandosi poi la circonferenza sopra la lamina di cellule d'aspetto chiaro, il disco assume la forma di coppa, che col restringimento della sua apertura passa man mano in una vescichetta blastodermica tipica, un sacco cioè dalle pareti doppie, la cui pagina esterna rappresenta l'ectoderma mentre l'interna produce l'epitelio dell'intestino intermedio colle sue appendici glandolari (1). Facendo ora il confronto di questa colla descrizione data da me dei cangiamenti nel corrispondente periodo di sviluppo del *L. trapezoides*, si noterà facilmente le non lievi divergenze; nè credo che siano ammissibili errori essenziali dall'uno o dall'altro canto: ci deve essere una differenza reale, e la si spiegherà in parte almeno, dagli strani fatti susseguenti che accadono nel *L. trapezoides*, e che sto per descrivere.

Immediatamente dopo la sua formazione la cennata sfera germinativa non lascia scorgere una disposizione ben determinata delle cellule; ce ne sono di varie grandezze frammiste tra loro. La maggior parte delle piccole però è radunata attorno ad uno dei poli e nell'interno. Per riguardo alle qualità del protoplasma non v'ha differenze. Ma passato qualche tempo incomincia un aggrupparsi delle cellule in strati distinti che conduce alla formazione dei foglietti germinativi. Le cellule periferiche attorno ad uno dei poli si moltiplicano e diventano più piane, ma è da notarsi che due di loro, e proprio quelle collocate al punto più sporgente, non ci prendon parte, anzi arrivano, aumentando di volume, ad una considerevole altezza; le medesime vengono poi ricoperte dalle piccole cellule periferiche e spinte verso il centro (Tav. 1 fig. 3 cm). Nell'interno su queste grandi cellule, che chiameremo mesoblasti, poggia uno strato semplice di cellule piccole e depresse (en) e ai loro lati scorgesi già uno scarso numero di cellule a foggia di piastrina abbastanza sottile (mes): sono queste strettamente unite tra loro e ordinate

(1) Loc. cit. p. 13. 14.

in due file, che, partendo dai lati delle cellule (cm) si dirigono verso il polo opposto, ove trovasi il rimanente del materiale embrioplastico in uno strato di cellule grandi, larghe e ancora indifferenti. Con ciò è delineato in parte la costituzione dei foglietti o strati germinativi: le piane cellule periferiche (ec) formeranno il foglietto esterno (ectoderma), quelle collocate nell'interno (en) produrranno il foglietto interno (entoderma), e le poche cellule aggruppate in due colonne laterali (mes) sono il primo accenno del foglietto medio (mesoderma); alle grandi cellule occupanti l'altro emisferico spettano ancora alcune mute che tendono a stabilirvi un ordine in tutto corrispondente al testè descritto. Ma prima di ciò notasi la divisione sempre più evidente del blastema in due emisferi. Mentre l'uovo s'allunga in un diametro appare in mezzo tra le due estremità un infossamento trasversale, che però non abbraccia tutta la circonferenza, ma scava soltanto un lato. Approfondandosi questa fossetta via via, sia pel rialzo dei suoi bordi, sia perchè le cellule le quali rivestono il suo fondo si spingono entro i cumuli laterali, giunge a tagliare l'uovo quasi tutto in due metà, che non sono legate se non per una serie di cellule ingrandite dell'ectoderma. Ora con lo sviluppo del solco trasversale va unita la differenziazione delle cellule dell'emisferio rimasto finora inattivo. Per spiegare meglio l'intero processo descriverò le figure 4, 6 e 7 della Tav. 1. Paragonando la fig. 4 colla 3, che rappresentano due stadii molto vicini, notasi nella fig. 4 l'allungamento del diametro che passa per i poli dell'uovo che si trasforma così da una sfera in un ovoide; ad una delle estremità la disposizione delle cellule è rimasta perfettamente tale qual era nella fig. 3, ma nel mezzo la massa delle cellule è divisa per una fessura abbastanza larga, che rappresenta il fondo del solco trasversale, a destra del quale vedonsi invece dello strato semplice di grandi cellule della fig. 3 due gruppi di cellule ben distinti, uno periferico di cellule presso a poco cilindriche ed un ammasso di cellule poligonali nell'interno, che forma una parte delle pareti della fossetta.

Nella figura 6 che pare un poco meno complicata nel dettaglio soltanto perchè il piano della sezione ottica non tocca gli accenni del foglietto medio, riconoscibili però benissimo nel preparato, vedesi già ben decisa la separazione in due metà di eguale struttura, quantunque quella a mano destra sia ancora un poco in ritardo nello sviluppo, non essendovi l'entoderma ben determinato. Dei due mesoblasti esistenti in questo lato solo uno è rappresentato, perchè l'altro gli sta sottoposto. In mezzo ai due emisferi notansi due grandi cellule allungate trasversalmente, contrassegnate per la chiarezza del loro protoplasma, le quali costituiscono una specie di legamento tra le due metà.

La fig. 7 ci mostra l'uovo diviso nettamente in due parti di struttura similissima, riunite leggermente l'una coll'altra mercè un cordone mediano di grosse cellule dal nucleo grande.

Ora, via via che il solco trasversale s'approfonda l'intero uovo cangia la sua forma e assume l'aspetto d'un rene o d'una fava. E poi mentre i margini liberi del solco s'inarcano e s'avvicinano l'uno all'altro in modo di restringere notevolmente l'adito, il fondo s'allarga nella direzione delle estremità e scava l'interno d'ognuno degli emisferi, respingendo lo strato cellulare (en) nell'interno: in altri termini l'entoderma s'insacca, principiando dai margini laterali del solco, in tutti e due gli emisferi che vanno trasformati in vescichette a duplici pareti. Questa forma embrionale è rappresentata nella fig. 8 di profilo e nella 9 di prospetto e vi si riconoscono facilmente le relazioni testè descritte. Ognuno dei compartimenti racchiude un cavo (cd) che sbocca in una cavità comune che sta aperta all'esterno mercè una fessura, nella fig. 9 già molto ristretta. Le pareti d'ogni compartimento mostrano dappertutto due strati di cellule o più, un ectoderma (ec) ed un entoderma (en) ben distinti; oltre di ciò vi sono alle estremità opposte per ognuna due mesoblasti (em) e due file di cellule appiattite (mes). Ognuna delle cavità laterali (cd) formerà la cavità digerente d'un animale, le loro aperture nel solco comune saranno ognuna una bocca: da un sol uovo nasceranno due vermi. E per finirla in breve

dirò come si compie la separazione perfetta in due individui. Ed è molto semplice. Ogni embrione esegue una rotazione intorno all'asse del cordone unitivo verso il lato opposto all'apertura comune, e gira contemporaneamente un poco sul suo proprio diametro longitudinale, ma in direzione opposta al movimento dell'altro; dal primo movimento risulta l'allargamento dell'apertura e della cavità comune che mena alla loro completa scomparsa, e l'avvicinarsi dei due embrioni colle loro facce riunite dal cordone mediano in modo da collocarli quasi parallelamente l'uno appresso all'altro. Il secondo rivolgimento produce un'asimmetria che si verifica rispetto ai piani delle sezioni longitudinali, cioè i corrispondenti meridiani dei due embrioni s'intersecano quasi in angolo retto. Il punto ove il cordone unitivo tien saldati i due embrioni corrisponde alle loro nuche, perchè in mezzo al cordone ed alle aperture orali, ora molto ristrette e trasformate in angusti canali, vanno a stabilirsi i due cercini cefalici.

In tal unione restano i due embrioni, un organismo gemello, mostruoso anzicchè no, per un bel pezzo di tempo crescendo e sviluppando e completando indipendentemente le loro organizzazioni interne, girando lentamente senza punto impedirsi vicendevolmente, nell'albume, per mezzo dell'azione concordante delle loro ciglia vibratili, già per tempo sviluppate. Ma a poco a poco la commessura si rilassa sino a tanto che la minima scossa è sufficiente a spezzarla; cosa che difficilmente può mancare coll'incominciare delle contrazioni dei corpi embrionali. Così accade che i gemelli siamesi sciolgono la loro relazione troppo intima, venuta probabilmente a noia di tutt'e due, e s'abbandonano, girando ognuno a suo agio per l'albume. Ma non sempre le cose caminano così lisce, ce ne sono dei casi, non mica rari, in cui questo strano modo di sviluppo produce vere mostruosità; ciò accade quando il cordone unitivo non si rilassa a tempo per potere essere sciolto, ovvero quando esso s'estende per uno spazio anormalmente vasto. Di fatto riscontransi tra i vermi arrivati al perfetto sviluppo, oppure

già schiusi, dei mostri duplici in tutte le gradazioni di concre-
scenza più o meno perfetta, da taluni che sono saldati così
fermamente lungo tutta l'estensione del corpo che è impossi-
bile il separarli senza farli in pezzi, sino a altri che nascono
accoppiati ma soltanto con un legamento sì tenue e caduco che
riusciranno ancora a consumare il divorzio, sia pure in un
tempo assai più inoltrato. Tutti però hanno due teste e due
code, due bocche e due ani ben separati; pare eziandio che
il saldamento non si stenda mai sopra alcun organo interno,
ma resti sempre confinato allo strato epiteliale della parete
del corpo.

Il modo sovresposto della formazione degli embrioni gemelli
si verifica nella gran maggioranza dei casi, ma non di rado
trovansi embrioni in condizioni abbastanza diverse, anzi tutto
rispetto al grado di maturità in cui stanno i gemelli. Abbia-
mo già veduto sopra come la differenziazione dei foglietti bla-
stodermici incomincia ad un polo quando il materiale embrio-
plastico dell'altro emisfero trovasi ancora in istato d'indiffe-
renza, ma pure che questa disuguaglianza scompare ben pre-
sto. V'ha però dei casi in cui un solo embrione raggiunge un
considerevole sviluppo prima che sia formato il primo ac-
cenno del suo compagno. Ne ho rappresentato uno nella
fig. 5; s'intende che questo è molto più sviluppato di quello
della fig. 4; l'entoderma ha già il suo aspetto particolare e
si è serrato in sacco, le note germinative sono ben distinte,
eppure vi mancherebbe ogni indizio d'un secondo embrione
se le grandi cellule (cu) palesamente identiche con quelle del
legamento unitivo, non facessero prevedere che un secondo
individuo spunterà ancora. Nella fig. 10 vedesi un embrione
assai più avanzato, in cui appare al di sopra dell'apertura boc-
cale una piccola escrescenza cellulare (x) di forma piuttosto
irregolare, che passa senza interruzione nelle note germina-
tive (pp), ed è questo l'accenno del secondo embrione. Ho
trovato embrioni ancora molto più sviluppati che produsse-
ro sul loro orlo boccale simili germogli. D'altra parte credo

rarissimo il caso, che un uovo dia origine soltanto ad un embrione, anzi per dire meglio, non ho potuto accertarmene alcuna volta. È ben vero che qualche volta da un bozzolo esce un solo verme, ma allora si ritrovano quasi sempre gli avanzi del suo compagno perito.

Orbene, questo modo di riproduzione mi pare degno di qualche osservazione, quantunque non sia intento ad entrare qui nella discussione dei fatti noti dallo sviluppo d'altri animali, che potrebbero confrontarvisi. Palesamente nel nostro caso non si tratta di una successione d'individui, di cui solo il primo deve la sua esistenza alla cooperazione dei elementi sessuali mentre l'altro prende origine da questo per mezzo di generazione agamica: dall'uovo del *L. trapezoides* nascono due individui direttamente ed indipendenti essenzialmente l'uno dall'altro. Nei casi ultimamente descritti in cui un embrione ben sviluppato produce l'accenno dell'altro, questo potrebbe considerarsi come una gemma, ma queste sono anormalità: regolarmente il secondo embrione, quantunque formato un poco più tardi ed in connessione coll'altro, non si sviluppa dal materiale embrioplastico occupato nella formazione di questo, bensì da una porzione di blastomeri proveniente direttamente dalla segmentazione che si conserva intatta fintantochè si costituisce in un centro di formazione indipendente. Interpretare la divisione del materiale embrioplastico come l'espressione d'una scissione avvenuta dapprima nell'animale adulto e poi, nel succedersi delle generazioni, rimandata coll'aiuto della selezione naturale, agli inizi dello sviluppo, sarebbe un'ipotesi molto arbitraria e poco soddisfacente, la quale eziandio urterebbe l'esperienze che abbiamo sulla scissione e gemmazione degli anelidi. Per quanto sappiamo questi processi hanno luogo regolarmente nella parte posteriore del corpo (non già nell'estremità cefalica) ed è questa una legge non meramente empirica, ma spiegata dal fatto che in molti anelidi l'estremità posteriore conserva durante tutta la vita caratteri palesamente embrionali. Quindi altro non resta di più probabile che trovare il motivo della duplicità de-

gli embrioni nella originale disposizione interna dell'uovo fecondato, cosa non tanta strana dopo che gli esperimenti di Haeckel sui sifonofori (1) hanno dimostrato la possibilità di moltiplicare il numero degli embrioni mediante l'artificiale divisione del primo accumulamento dei blastomeri. Neanche sarebbe senza analoghi nello sviluppo normale di altri animali. Il Todaro ha constatato, tre anni fa, che gl'individui della prole aggregata delle Salpe sono da considerarsi non come figli ma come fratelli cadetti della prole solitaria: per grande che sia la divergenza tra il modo di produzione e le relazioni anatomiche e fisiologiche delle due generazioni alternanti delle Salpe e lo sviluppo gemelliparo del *Lumbricus trapezoides*, non si può disconoscere lo stesso principio dominante in ambedue le forme di sviluppo, il che ha condotto il Todaro prima di me alla conclusione che la spiegazione del fenomeno sia da cercarsi nell'atto primo della generazione sessuale (2).

Forse ci sarebbe un criterio, un poco difficile però ad applicarsi, per sciogliere la questione definitivamente. Gl'importanti lavori di Fol (3) e di Hertwig (4) hanno reso molto probabile che non basti soltanto l'introduzione d'un solo spermatozoide nel protoplasma dell'uovo a stabilirvi un ordinato ed efficace movimento generativo, ma che la presenza di più spermatozoidi, invece di agevolare lo sviluppo, cagioni un grave disturbo nell'ordine degli aggruppamenti molecolari, producendo una molteplicità di centri d'azione; il che conduce ad un solcamento disordinato e infine alla completa distruzione del materiale embrioplastico. Ora si presenta da per sé il pensiero che in qualche caso le azioni di due spermatozoidi, introdottisi

(1) *Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren*. Utrecht 1869. p. 73.

(2) *Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle Salpe*. Roma 1875, p. 68. cf. Hatschek intorno alla gemmazione della *Pedicellina*. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* T. XXIX. p. 530.

(3) *Sur le commencement de l'hénogénie*. Genève 1877. p. 25.

(4) *Morphologisches Jahrbuch* T. IV. 1878 p. 172.

in un uovo di gran vitalità, regolate per mezzo di disposizioni speciali, potrebbero aumentare, invece di deviare e di paralizzarsi vicendevolmente, la forza produttrice dell'uovo, inducendolo a trasformarsi non come al solito in un solo ma in due perfetti embrioni. E sarebbe questo il caso del *Lumbricus trapezoides*.

Il fatto che ogni bozzolo del *L. trapezoides* produce due vermi era già noto al Dugès (1) il quale pure ha osservato e figurato un mostro duplice; e una simile abnormità descrivono Ratzel e Warschawski pel *L. agricola*. Peccato che la descrizione che questi autori danno dei primi stadi di sviluppo è troppo superficiale per permettere di farsene un concetto preciso (2).

Questa riproduzione duplice è eccezionale pure nello stesso genere dei Lumbricini: il *L. teres* segue la norma generale, producendo un uovo un embrione e non più; lo stesso vale senza dubbio pel *L. rubellus*.

Siccome la duplicità degli embrioni non ha influenza sullo sviluppo interno non ne faremo più conto e tratteremo ogni embrione senza badare al suo compagno. L'abbiamo lasciato in forma a un dipresso globulare, ora si è allungato nel suo diametro antero-posteriore e un poco compresso alle facce dorsale e ventrale, ha quindi la forma di lente ovale. La cavità centrale s'allarga perchè incomincia a raccogliere parte dell'albume nel quale l'embrione nuota. Questa sostanza nutriente non viene impiegata e trasformata immediatamente nei tessuti nascenti, ma raccozzandosi va a formare un grosso e denso embolo, che riempie quasi tutto il vano. La bocca, quantunque serva da via per l'introduzione dell'albume, si restringe in un finissimo canale che trapassa la parete del corpo obliquamente

(1) *Annales des sciences naturelles* T. XV. 1828, p. 331, 332.

(2) *Loc. cit.* I processi descritti in questo lavoro come primi fenomeni di sviluppo, non appartengono che allo scioglimento delle uova non fecondate, come Kowalewsky ha giustamente osservato.

dal disotto all'insopra. Talvolta si chiude perfettamente e allora, mancando l'adito per l'assorbimento dell'albume, l'embrione resta piccolissimo e il lume del canale sparisce, avvicinandosi le sue pareti fino al toccarsi. Ciononostante tutti i tessuti sviluppansi regolarmente e arrivano a perfezione, se con le susseguenti mute la bocca si riapre.

I foglietti germinativi e le note germinative.

Venne esposto più su come si distribuiscono i blastomeri di uno degli emisferi in distinti strati quando l'accenno comune dei due embrioni forma ancora una sfera solida. L'ectoderma ec. (in tutte le figure) viene abbozzato colla separazione d'un semplice strato di cellule attorno al compatto nucleo. Le sue cellule dal principio sono di forma cilindrica, con protoplasma denso anzi che no, contenente gran numero di finissimi granelli. Via, via che ingrandisce il volume dell'embrione esse, aumentando pure in numero, perdono la forma cilindrica e si trasformano in piastrine assai larghe ma molto sottile, che investono con uno strato continuo tutta la superficie del corpo embrionale. Nella linea mediana della faccia ventrale una fila doppia oppure triplice di quelle cellule, distesa dal polo aborale sino alla bocca, sviluppa gran numero di ciglia vibratili, le quali producono coi loro movimenti la continua lenta rotazione dell'embrione intorno al suo asse trasversale.

Non così semplice e facile a spiegarsi è la formazione dell'entoderma (en). Pare possibile, anzi probabile, che quando la vescica germinativa (fig. 2) si trasforma in un corpo solido alcune delle cellule più basse e piccole dell'uno polo entrino nella cavità di segmentazione, ma d'altra parte non dubito che altre delle cellule che poi partecipano alle costituzione del foglietto interno si staccano dalle estremità centrali delle cellule alte che circondano da un lato la cavità di segmentazione (fig. 3 4. 6. 7 en). Certo è poi che prima della scavazione dell'embrione per mezzo dell'insaccamento, che produce la cavità digerente

e la bocca, lo strato che deve trasformarsi in entoderma è già ben riconoscibile. Allora però l'aspetto di tutte le cellule è ancora uniforme, ma colla comparsa dell'entoflessione si manifestano cambiamenti particolari nelle cellule dell'entoderma: esse crescono molto in altezze e assumono forme prismatiche, il loro nucleo s'avvicina sempre più alle estremità sporgenti liberamente entro la cavità digerente; il protoplasma diventa chiaro, di poca consistenza e si riempie con numerosi corpuscoli albuminosi: segni evidenti del vivace scambio nutritivo stabilitovi. In questo stadio le cellule entodermiche, le quali non portano mai ciglia vibratili, non tapezzano soltanto la cavità digerente ma ancora il canale boccale sino alla sua apertura esterna (fig. 8. 10).

Già nel capitolo precedente si fece menzione di due cellule dello strato periferico che venivano spinte nell'interno e quindi ricoperte dalle basse cellule dell'ectoderma. Ciò avviene vicino al polo aborale a quel lato che in seguito sarà il dorso. Sono facilissimamente riconoscibili per la loro grandezza e pel protoplasma un tantino più addensato quando il loro lato esterno sporge ancora liberamente sulla superficie e nelle fig. 3 e 4 (cm) vedesi come vanno man mano coperte da cellule appiattite le quali si stendono da tutti i lati verso un punto d'unione. Nelle fig. seguenti (6. 7. 8. 9. en) esse sono già totalmente investite e traslocate nell'interno. La loro sezione longitudinale ha forma quasi d'un cuneo diretto col suo taglio verso la periferia e confinante colla base allo strato entodermico. Sono munite d'un grosso nucleo sferico.

Al lato di ognuna di queste cellule, tra esse e l'ectoderma appaiono ben presto due o tre cellule di forma a disco, piccole, molto sottili, riposte l'una sull'altra colle loro basi fortemente aderenti (fig. 3. 4. mes). Aumentando rapidamente in numero queste cellule s'aggruppano in due file o cordoni i quali partendo dai mesoblasti si dirigono subito verso gli orli opposti del lenti-forme corpo embrionale e montano qui per raggiungere l'estremità orale (fig. 5. 8. 9. 10. 11 a. 11 b. mes). Fanno così insieme

un cerchio quasi completo, interrotto soltanto all'indietro dai due mesoblasti interpolati e al davanti dall'apertura ingerente, e non restano che per breve tempo semplici ma s'allargano prima e poi diventano più spessi, essendo ora composti da due tre o più serie di cellule aggruppate lateralmente, e da altrettanti strati sovrastanti l'uno sull'altro (fig. 11 a. 12. 13). E questi archi cellulari sono gli accenni del mesoderma.

Ora, qual'è l'origine delle cellule del mesoderma? Secondo Kowalewsky le due grandi cellule produrrebbero il foglietto medio nel *Lumbricus rubellus*, mentre nel *L. agricola*, ove tali cellule non esistono, probabilmente l'entoderma già bene sviluppato fornirebbe il materiale per la formazione del mesoderma; nell'*Euaxes* il medesimo deriverebbe direttamente dalla scissione dei quattro primi blastomeri (1). Più deciso ancora afferma Hatschek pel *L. rubellus* la discendenza del mesoderma dalle due grandi cellule (2).

Non v'ha dubbio alcuno che gli archi mesodermici nascono coll'apparire di poche piccole cellule al lato dei mesoblasti, e che il loro sviluppo progredisce da qui verso l'estremità opposta: certo è questo un fatto assai notevole, ma basta egli per desumere la parte che tocca alle grandi cellule nella formazione del mesoderma? Stadi di divisione non completato in queste ultime non ho riscontrati, ma a tale risultato negativo non può attribuirsi che pochissimo valore, massimamente perchè è un'esperienza generale, che anche nei tessuti rapidamente crescenti di rado capitano all'osservazione cellule in cui la separazione è realmente iniziata senza essere giunta al termine. E questo fatto si spiegherebbe colla rapidità del processo di scissione, dopo che sono effettuati i precedenti mutamenti interni. Ma quel che potrebbe suscitare dubbii più seri sull'attività riproduttrice delle grandi cellule è l'osservazione

(1) Loc. cit. p. 16. 23. 29.

(2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, T. XXIX, 1877. p. 545.

che esse mantengono apparentemente il loro volume inalterato dal principio fino agli ultimi periodi della vita embrionale. Almeno non potei constatarvi oscillazioni che avrebbero giustificato la supposizione che esse si spogliassero d'una porzione della loro sostanza per dare origine alle cellule del mesoderma. Kowalewsky rappresenta uno stadio in cui ognuna delle grandi cellule è scissa in tre minori di quasi ugual grandezza (1). Nel *L. trapezoides* ciò non si verifica giammai, anzi le cellule del mesoderma che stanno in contatto colle grandi sono sempre tra le più piccole e compresse. Malgrado tutto ciò sono anche io d'opinione che invero vi dev'essere produzione di nuove cellule da parte delle due grandi, solo perchè osservansi molto spesso nel loro interno quei fenomeni che vanno considerati con gran probabilità come preparativi necessarii antecedenti alla formazione di nuove cellule. In questo caso il modo di riproduzione sarebbe quello che dicesi ordinariamente gemmazione: si staccerebbero da un punto della superficie giovani cellule in grandezza di molto inferiori alla cellula madre, e quest'ultima riacquisterebbe quasi nello stesso momento il suo volume primitivo, coll'aiuto d'uno scambio nutritivo straordinariamente energico. Ora, le cellule prodotte in tal modo dalle grandi, certo non possono trovar posto altrove che nel mesoderma e ne formerebbero l'una parte: dico una parte perchè un'altra, e credo la maggiore, sicuramente è d'origine diversa. Esposi più in su come le cellule dell'ectoderma trasformansi in larghe e sottili piastrine: ciò sta bene per le facce ventrale e dorsale, ma le cellule di quei tratti dell'ectoderma che rivestono i sottoposti cordoni del mesoderma, o conservano le loro forme di prismi o cilindri più o meno alti o ricuperano simil foggia se erano già depresse prima che venisse il mesoderma a sollevarle (fig. 11 a. 11 b. 12. 13 ecc.). Ora mentre il maggior numero delle cellule ectodermiche mostra poca attività, e pare che esse non si scindano, se non quando non c'è altro mezzo per

(1) Loc. cit. tav. VI fig. 14.

evitare l'interruzione della continuità nel rivestimento esterno dell'embrione, quelle che sovrastano al foglietto medio si trovano in atto della più vivace riproduzione. E le cellule novellamente nate non vanno impiegate nell'ingrandimento della superficie, ma sciogliendo a poco a poco il loro nesso col foglietto donde presero origine, si spingono nell'interno, ove si uniscono alle cellule del mesoderma. Questa relazione mi pare molto facile e chiara ad essere riconosciuta. Sui tagli, a preferenza su quelli trasversali, osservasi come di tratto in tratto la linea di demarcazione tra l'ectoderma e il mesoderma sparisce totalmente, mentre in altri siti dello stesso embrione è molto evidente. È impossibile stabilire se certe cellule appartengono al foglietto esterno, ossia al medio; anzi talvolta sembra che il rivestimento dei due cordoni si ripieghi attorno ai loro margini prossimi verso l'interno, inframmettendosi in tal guisa cellule dello strato esterno al di sotto dei già esistenti elementi del mesoderma. Ma la produzione diretta di cellule mesodermiche dalla parte del foglietto esterno non dura che poco tempo. Col progresso dello sviluppo viene stabilita una demarcazione distintissima tra i due foglietti, e l'importantissimo svolgimento che spetta d'allora in poi al mesoderma s' esegue soltanto col mezzo della moltiplicazione delle sue proprie cellule.

D'altra parte con tutta l'attenzione non ho potuto scoprire la minima traccia d'una partecipazione dell'entoderma alla formazione del foglietto medio, e siccome negli stadi di cui si tratta la loro posizione relativa è molto netta e decisa, non esito a negare qualunque ingerenza dalla parte del foglietto interno nella costituzione del mesoderma.

Ma come? Ho ammesso almeno per una parte del mesoderma l'origine dalle due grandi cellule, e queste al dire del Kowalewsky erano in origine elementi dell'entoderma, da cui si staccano poi per recarsi più alla periferia. In tal caso le grandi cellule non sarebbero che la parte che unisce il mesoderma coll'entoderma; e la derivazione del primo dal secondo, bensì non diretta, non sarebbe meno evidente. Ma come si rileva dal prece-

dente non posso associarmi all'asserzione dell'embriologo russo, perchè nel *L. trapezoides* i mesoblasti sono controsegnati prima che fosse riconoscibile il collocamento del materiale embrioplastico in foglietti distinti; perchè dal principio queste cellule occupano un posto sulla periferia e sporgono liberamente con un largo lato nell'esterno, e, cambiando posizione, vengono spinte dal di fuori al di dentro, invece di avvicinarsi da uno strato profondo alla superficie; e finalmente perchè in tutto l'aspetto, nella qualità del protoplasma e del nucleo non mostrano alcuna somiglianza colle cellule entodermiche. Dietro ciò sarebbero a considerarsi certo per elementi dell'ectoderma, se la precoce loro comparsa, innanzi alla definitiva fondazione dei foglietti, non rendesse quasi insolubile il quesito. Inoltre non sono punto convinto che la faccenda vada nel *Lumbricus rubellus* come vuole Kowalewsky: le figure che dovrebbero far testimonianza in favore della sua asserzione (1) non mi persuadono punto, e se egli non si è avvalso d'osservazioni men equivoche, stimo che la sua opinione poggi su d'un fondo debole, ma di molto.

Chiamerò note germinative i due cordoni di mesoderma insieme coi tratti dell'ectoderma che stanno sovrapposte ad essi, e mi servirò di questo termine per rendere più semplice le descrizioni topografiche. Nel rintracciare la vera origine degli organi non sarebbe corretto il servirsene, essendo ogni nota un complesso di due strati di valore diverso, dei quali poi il solo inferiore, che è il mesoderma, ha limiti precisi, mentre il superiore, la porzione dell'ectoderma appartenente alla nota, fa passaggio col rivestimento generale. Quando si tratta della derivazione dell'origine d'un organo ricorrerò quindi sempre ai foglietti primitivi.

Le note germinative, quando hanno raggiunto l'estremità cefalica, naturalmente devono essere molto avvicinate l'una all'altra, poichè si stendono sopra un corpo ovoidale. Ma non si

(1) Loc. cit. tav. VI. fig. 10 e 12.

riuniscono così presto, anzi, arrestandosi il progredimento, s'allargano in guisa da formare due sporgenze a modo d'un capo di chiodo, che occupano le parti laterali dell'apertura boccale (tav. II fig. 15 pp.). Poco dopo però le cellule riposte più al davanti si spingono da ambo i lati verso la linea mediana dorsale; raggiunta la quale si saldano quelle del destro con quelle del sinistro lato; così vien formata una commessura semicircolare, situata sul dorso in mezzo alla bocca e le cellule che uniscono i due embrioni. Le fig. 16. e 17. rappresentano tagli dell'estremità cefalica, in cui la formazione dell'ansa delle note è già terminata, e se ne riconosce facilmente la posizione relativa alle parti confinanti. La fig. 16. b. è una sezione immediatamente in dietro alla 16. a, e serve a dimostrare la continuità del arco cefalico coi cordoni, che occupano le regioni laterali del corpo. Ma se nei primi stadi l'ingrandimento delle note deve massimamente all'aggiunzione di cellule nate nell'ectoderma al mesoderma, ciò vaie sopra tutto per la formazione della commessura. Certo che qui non entrano che pochissime cellule preformate del mesoderma, la maggior porzione deriva direttamente dall'ectoderma, il quale s'inspessisce sì da mostrare 3. 4, strati di cellule sovrapposti (fig. 22. pc.), i più profondi dei quali si staccano poi dal più superficiale, per confondersi col mesoderma delle note germinative laterali.

Rathke parla dell'origine della porzione cefalica delle note germinative nella *Nephele* e nella *Clepsine* in termini sì poco precisi, che rimane impossibile il formarsene un concetto chiaro (1). Neanche nel *Kowalewsky* troverai notizie esplicite su questo argomento, ma egli disegna un embrione dell'*Euaxes* in cui è perfettamente chiara la riunione delle note primitive sul dorso (2). Ultimamente C. Semper, dopo di avere trovato una nota germinativa speciale per la formazione del capo nella riproduzione per scissione e per gemmazione dei *Naidini*, de-

(1) Loc. cit. p. 29. 95.

(2) Loc. cit. tav. III. fig. 16.

scrive pure per la Clepsine l'originarsi della nota cefalica da due inspessimenti laterali, sul principio indipendenti l'uno dall'altro ed ambedue dalla nota germinativa ventrale (1): e se ne serve per consolidare la sua teorica della distinzione originale tra capo e tronco. Contro di ciò affermo che nel *Lumbricus trapezoides* non si trova mai un accenno speciale per l'anello preorale, ma che il cercine cefalico, così importante per le sue trasformazioni seguenti, deriva semplicemente dalla riunione delle note germinative sul dorso.

Questa commessura dorsale, che diremo in poi nota germinativa cefalica, inspessendosi notevolmente, va a rialzarsi sopra l'apertura boccale in forma d'una ripiegatura semilunare, o d'un cercine incompleto. In seguito a ciò l'adito della cavità digerente, il quale finora non era che una piccola fessura, talvolta difficilissima ad essere riconosciuta, vien trasformato in una fossa semicircolare, profonda alla faccia dorsale, ove è circondata dalla sporgente nota cefalica, ed abbassantesi quanto più s'avvicina al lato ventrale (tav. II fig. 22). Via via che va scavandosi questa fossa, il semplice strato di ectoderma, che riveste la nota cefalica, si ripiega attorno all'orlo della sporgenza e s'introflette nella fossetta boccale, che finora era tappezzata di grosse cellule entodermiche (tav. I. fig. 10. tav. II. fig. 22. 23. 24. eo.). L'introflessione principia dal lato dorsale, e partendo da qui abbraccia a poco a poco i lati, e finalmente la porzione ventrale della fossetta. Così il canale ingerente, che rappresenta colla sua parte anteriore la bocca, mentre la posteriore si converte nell'esofago, vien rivestito da un intonaco di cellule ectodermiche, invece del suo tappeto primitivo di entoderma, che è respinto verso il fondo della cavità digerente. L'epitelio novellamente formato della bocca e dell'esofago consta di un solo strato di cellule, poco granellate,

(1) Die Verwandtschaftbeziehungen der gegliederten Thiere III Strobilation und Segmentation. Arbeiten aus dem zool. zootom. Institut in Würzburg T. III 1876, p. 368.

cilindriche, alte nell'interno, più basse a misura che s'avvicinano alla cima della ripiegatura, ove fanno continuazione colla copertura esterna del corpo. Subito cacciano delle ciglia vibratili, similissime per forma e pel modo di movimento a quella già descritte della faccia ventrale. Tale rivestimento cigliare si distende ora anche su d'un cerchio dell'ectoderma esterno che abbraccia l'apertura d'ingestione. Le ciglia vibratili nell'embrione del *Lumbricus* sono quindi confinate su quel tratto di cellule etodermiche che sta alla faccia ventrale in mezzo delle note germinative, e si stende dai mesoblasti al polo aborale fino all'estremità cefalica per riunirsi col cerchio vibratile testè descritto. Questo modo di distribuzione delle cellule cigliate, che si conserva inalterato quasi per tutta la vita embrionale, rammenta quello, non delle larve propriamente dette, ma bensì degli stadi giovanili di molti Chetopodi, e pure non poche forme adulte tra essi.

S'intende, che coll'allungarsi delle note germinative deve mutare la loro posizione rispettiva, nonchè la forma generale dell'embrione, e i mutamenti opportuni vanno eseguiti come sempre nel meccanismo del corpo animale, secondo il principio della minima forza. Di fatto, invece di produrre direttamente l'allungamento dell'embrione, (al che l'entoderma e l'ectoderma, i quali in questo periodo non seguono che passivamente i movimenti delle note germinative, opporrebbero forse troppa resistenza); le note cercano soddisfare al crescente bisogno di spazio coll'abbandonare le loro posizioni laterali simmetriche, e prendon posto sulla convessità della faccia ventrale, in cerchi a diametro di curvatura via via minori. In pari tempo i loro punti di partenza, cioè le due grandi cellule, vengono traslocati più sul dorso e verso l'estremità orale, di maniera che in certi tagli attraverso la porzione posteriore dell'embrione trovansi nella parte inferiore le sezioni trasversali delle due note e sul dorso le due grandi cellule assieme colle ultime delle note, (tav. I. fig. 12). Partendo da quel punto, sulla faccia dorsale, le note germinative scendono subito in giù, abbracciando un cam-

po quasi triangolare della somma estremità posteriore, e giunti alla faccia ventrale, s'accostano colle loro convessità, alla linea mediana e l'una all'altra, senza saldarsi però o venire in contatto vicendevolmente. Le fig. 11. 12. 13. 14. della tav. II. renderanno facilmente intelligibile questo processo di dislocamento. Così avvicinate l'una all'altra le note germinative lungheggiano la faccia ventrale, ma arrivati alla parte anteriore dell'embrione si discostano di bel nuovo, e inarcandosi sopra le facce laterali, ascendono sul dorso per riunirsi nel cercine cefalico.

Fuori di questa dislocazione lo sviluppo delle note germinative deve cagionare man mano un mutamento nella forma generale dell'embrione, tanto più quanto le note non crescono solamente in lunghezza ma pure in larghezza e profondità. Quindi la sezione trasversale del corpo perde la sua forma a lente e diventa circolare, poi la faccia ventrale si fa sempre più convessa, e curvandosi le estremità anteriore e posteriore verso il lato dorsale, questo diviene depresso ed anche concavo, sicchè l'embrione assume allora la forma a rene od a fava.

Tornando a seguire lo svolgimento della nota germinativa cefalica, troviamo il mesoderma, separato completamente dall'ectoderma, in forma d'un ammasso di cellule piccole, tondeggianti, che riempie perfettamente il cavo tra la lamina ascendente esterna e la discendente entroflessa della ripiegatura dell'ectoderma. Qualche tempo dopo appaiono nelle corna laterali di quest'ammasso di mesoderma due strette screpolature, le quali s'allargano verso la linea mediana dorsale, ove poi si riuniscono l'una coll'altra, fendendo in tal guisa il mesoderma in due strati concentrici, uno esterno e uno interno. Ma siccome la fenditura nasce più vicina alla superficie esterna che a quella che guarda il canale esofageo, i strati son dal principio disuguali in ispeschezza: l'esterno consta quasi dappertutto da un sol ordine di cellule, mentre l'interno ne ha due o tre. Il primo s'adagia sotto la parete esterna del cercine cefalico, il secondo va a legarsi coll'epitelio orale.

Alla scissione del mesoderma nella nota cefalica segue un analogo processo nelle note germinative ventrali cominciando dal davanti e progredendo man mano verso l'estremità posteriore. Di quest'importantissimo avvenimento, sul quale è fondata in gran parte la struttura tipica del corpo, sì degli annulati che dei vertebrati, non dirò che poche parole, perchè non volendo qui entrare nella considerazione delle particolarità dell'istogenesi, non saprei far meglio che ripetere la splendida ed esattissima spiegazione, fattane da Kowalewsky per l'*Euaxes* e pel *Lumbricus rubellus*. Alla scissione del mesoderma nel *L. trapezoides*, come nei cennati Oligocheti, precede la successiva divisione dei cordoni mesodermici in segmenti o zooniti primitivi. Pare che ciò avvenga nel *L. trapezoides* in un periodo un poco più avanzato che nelle altre specie, perchè quando se ne scorgono le prime tracce, quando cioè appaiono le finissime linee trasversali di demarcazione tra porzioni successive dei cordoni del mesoderma, questi sono già molto spessi e contano due, tre e più strati di cellule; lo spazio che divide le note nella linea mediana ventrale è all'incontro molto largo ancora. Formansi quindi due file parallele di piastrine rettangolari, allungate in senso trasversale. In seguito ciascuna piastrina si fende mercè una screpolatura orizzontale, di modo che il mesoderma si sdoppia in due pagine ineguali, delle quali, contrariamente a quanto abbiamo notato nella scissione della nota cefalica, l'esterna è molto più spessa dell'interna, che non possiede che un sol ordine di cellule (tav. I. fig. 13). E siccome la fenditura non varca i limiti del zoonite primitivo, neanche si stende sino alla linea di delimitazione, la cavità resta circondata da ogni lato da cellule mesodermiche: ogni zoonite primitivo si trasforma in un compartimento, ossia in un astuccio a forma d'un prisma quadrilatero, con una cavità centrale, di cui la parete esterna è inspessita, mentre quelle che guardano in avanti ed in addietro, nonchè l'interna, constano di un solo strato di cellule. Delle pareti verticali di ciascun compartimento l'anteriore si salda fortemente colla posteriore del segmento

antecedente, e la posteriore coll'anteriore dell'astuccio susseguente e così vengono stabiliti i sepimenti, tesi tra la parete del corpo e l'intestino. Sono composti quindi dapprima ognuno da due strati appartenenti a due zooniti confinanti, poi, in conseguenza del forte stiramento che devono sostenere, le loro cellule s'aggruppano in una membranella semplice, esilissima, che non sta verticalmente sull'asse maggiore dell'embrione, ma va obliquamente dal indietro al davanti. Nei tagli trasversali, precisamente verticali, osservansi quindi per lo più a tutti e due i lati due cavità separate: la ventrale è la porzione posteriore d'un segmento, e la dorsale la porzione anteriore del segmento susseguente; la fila di cellule che le divide è la sezione obliqua del sepimento. Non di rado formansi in vero nello stesso compartimento primitivo due cavi, ma ben presto si confondono. Poi i sepimenti vengono forati in più punti, le cavità dei somiti primitivi comunicano liberamente tra di loro e formano nell'insieme la cavità somatica o generale del corpo.

Delle pareti orizzontali di ciascun zoonite l'esterna si dispone sotto all'ectoderma, l'interna avvolge l'epitelio entodermico della cavità digerente. Diconsi questi due foglietti, risultanti dalla scissione del mesoderma, l'esterna lamina somatica, l'interna lamina splancnica; la loro origine e l'ufficio che esse assumono nella fabbrica del corpo non lascia alcun dubbio sulla loro omologia coi foglietti germinativi dei vertebrati, che con nomi antichi, ma poco giustificabili, sono chiamati foglietto fibro-cutaneo e foglietto fibro-intestinale. Ed è questa una concordanza di somma importanza teoretica, poichè l'analogia nello sviluppo dei zooniti primitivi, della cavità somatica, e delle lamine somatica e splancnica dimostra con evidenza sorprendente la stretta parentela tra vertebrati e anelidi.

Ora è chiaro che la differenziazione della nota cefalica è essenzialmente conforme a quella delle note germinative ventrali, e non v'ha che divergenze di significato secondario. La cavità cefalica pure si forma per la fusione di due fessure laterali, che fendono il mesoderma in una lamina somatica e una splancnica.

Ma mentre i zooniti del tronco man mano abbracciano tutta la circonferenza del corpo e si chiudono, ognuno per sè, nella linea mediana dorsale in perfetti anelli, il zoonite cefalico, che sin dal principio sta sovrapposto alla fossa orale, non può completarsi in simil modo, perchè, quando le sue branche laterali si dirigono all'indietro e in giù verso la faccia ventrale, riscontrano ivi il primo zoonite del tronco, e quindi la cavità cefalica si confonde colla cavità di questo. L'estremità anteriore del segmento cefalico diventa sempre più sporgente e si trasforma in un processo cilindrico depresso: il labbro superiore, una specie di proboscide.

Quanto all'ordine cronologico con cui procedono la formazione dei segmenti primitivi e la scissione del mesoderma, è evidente a prima vista che la segmentazione comincia al davanti e si stende gradatamente all'indietro. Ma è pure d'uopo sapere se il primo zoonite del tronco, o il zoonite cefalico forse il primogenito, perchè Semper ha attribuito una grande importanza e un significato fondamentale per la morfologia di tutti gli animali articolati al fatto che nello sviluppo dei Vertebrati e nella moltiplicazione agamica dei Naidini certi segmenti del capo appaiono più tardi di quelli del tronco (1). L'investigazione su questo punto non è facile negli embrioni del *Lumbricus trapezoides*, perchè la posizione del zoonite cefalico e dei primi segmenti del tronco in piani di grande curvatura, facilmente sottrae all'osservazione, anche in tagli sottili, l'esistenza d'una strettissima fenditura. Malgrado ciò mi sono convinto che la scissione del mesoderma appare anzitutto nella nota cefalica, che cioè il zoonite cefalico è il primogenito, quantunque il primo zoonite del tronco si formi quasi contemporaneamente.

La lamina splancnica del cercine cefalico la quale dapprima non ricopriva che il lato superiore della fossetta boccale e dell'esofago con uno spesso strato di mesoderma, distende a poco a poco le sue branche laterali verso la faccia ventrale e va ad

(1) Loc. cit.

abbracciare completamente l'apertura d'ingestione. Allora certe cellule del suo strato più profondo cominciano ad emigrare nell'epitelio ectodermico entroflesso, che tappezza la cavità dell'intestino cefalico, facendosi strada tra le basi delle cellule epiteliali e sollevandole un poco. (Tav. III fig. 19. b. c. d. 23. 24.). Questo processo che anch'esso principia dal lato dorsale, finisce colla formazione di pareti forti e spesse per l'intestino cefalico, per origine appartenenti alla lamina splancnica del mesoderma, da cui si dividono nettamente. L'epitelio vien ridotto ad una sottile membrana, d'aspetto quasi cuticolare, che pure nello stato adulto tappezza la bocca e l'esofago.

In tal modo le pareti del canale d'ingestione in tre periodi successivi della vita embrionale hanno struttura diversa, tanto rispetto all'origine, quanto alla forma; sul principio sono formate dall'entoderma, questo poi viene scacciato e rimpiazzato da una entroflessione dell'involucro esterno del corpo; infine constano quasi interamente di tessuto mesodermico, riducendosi l'epitelio ectodermico ad un tenue intonaco di cellule fuse tra loro.

Può darsi che la trasformazione del tubo esofageo dal canto della lamina splancnica corrisponda in qualche modo a ciò che avviene nello sviluppo dell'intestino cefalico nella *Nais* e nel *Chaetogaster*, che Semper crede dovere interpretare come la formazione di veri dotti branchiali, omologhi a quelli dei vertebrati, i quali poi si convertirebbero in parti delle pareti esofagee (1). Di canali e di orifici esterni non ho scoperto niente nel *Lumbricus*, ma non saprei dove trovarmi qualsiasi cosa di somigliante all'apparecchio branchiale di Semper, se non nel sovrapposto passaggio d'una parte della lamina splancnica della nota germinativa cefalica nelle pareti dell'intestino cefalico.

Nel tempo della maggior attività del mesoderma, fintantochè è stabilito un considerevole numero di segmenti, gli altri due foglietti conservano il loro stato primitivo a un dipresso inal-

(1) Loc. cit.

terato. L'entoderma altro mutamento non mostra che l'ingrandimento delle sue cellule, stivate di numerosi granelli di densa albumina, e la dislogazione del loro piccolo nucleo ovale alla superficie libera. L'attività generatrice dell'ectoderma pare che si limiti nella produzione dell'epitelio secondario dell'intestino cefalico; nelle altre sue parti le cellule vengono vieppiù stirate in sottili piastrine, a causa della crescente pressione dall'interno, cui sono esposte massimamente sulla faccia dorsale, ove diventano sì attenuate che talvolta riesce difficile il discernerele. Esse conservano però il nucleo, collocato in un piccolo inspessimento che fa sporgenza nell'interno, approfittando della minor resistenza nelle linee di separazione tra le cellule dell'entoderma.

Ma, allorché i zooniti anteriori sono abbozzati, tocca all'ectoderma di riprendere il suo vigore generativo: ne risulta come prima e più importante conseguenza la formazione dell'apparecchio nervoso centrale.

Sviluppo del ganglio cefalico.

L'investigazione dei primi stadi dello sviluppo del ganglio sopra-esofageo o cefalico è resa oltremodo difficile dalla posizione che l'accento occupa su d'una sporgenza molto curvata. Trattandosi di differenziazioni in uno spazio strettissimo e d'un tessuto di cellule piccolissime, servono solo i tagli più sottili possibili, i quali poi per rendere intelligibili le relazioni tra le parti confinanti, devono cadere perfettamente ad angolo retto su uno degli assi principali dell'accento, cosa che pei tagli trasversali non può succedere che a caso; dei tagli sagittali il mediano sarà verticale, ma tutti gli altri necessariamente saranno obliqui; lo stesso vale, e ancora più, per le sezioni laterali. Ma poichè manca altro metodo per la ricerca ne ho fatte in tutte le direzioni: combinando poi i tagli d'una serie l'uno coll'altro, e quelli di varie serie eseguite in direzione diversa, credo di avere acquistato un concetto abbastanza preciso del modo in cui il ganglio cefalico viene stabilito.

La figura 23 della seconda tavola rappresenta la porzione anteriore del taglio esattamente mediano d'una serie di sezioni sagittali fatte in un embrione della lunghezza di 0,4 mm. incirca. Si riconosce facilmente la struttura del cercine cefalico già descritta: la cavità cefalica tappezzata dalla grossa lamina splancnica (lsp) e dalla lamina somatica (lso), ridotta quì ad un esilissimo strato di cellule fusiformi. L'epitelio cigliato della bocca (eo), si ripiega verso la faccia esterna dorsale ove fa continuazione coll'ectoderma, le di cui cellule sulla cima della sporgenza sono cilindriche, mentre sulla faccia dorsale formano sottili piastrine, che nella sezione appaiono fusiformi. Ma quel che v'ha di nuovo è che entro un piccolo spazio l'ectoderma si è ispessito; consta quì cioè di due ordini di cellule, laddove poco prima in tutta la sua estensione non ne aveva che uno solo. Le cellule di quest'ispessimento (gc) non sono però distribuite in strati distinti, ma stanno strettamente riunite in un sol ammasso; all'incontro i loro limiti colla lamina somatica sono molto netti e precisi. Nei tagli, non riprodotti della stessa serie, quelli che si aggiungono al descritto immediatamente a destra e a sinistra, mostrano gli stessi caratteri, colla differenza soltanto che il numero delle cellule componenti il gonfiamento dell'ectoderma è ancora minore; e lo stesso osservasi anche nel taglio susseguente ad ogni lato, quantunque cada già molto obliquamente; nelle sezioni più laterali l'ispessimento è scomparso completamente e l'ectoderma è tornato ad essere unicellulare.

Esaminando ora l'estremità cefalica d'un embrione, poco più sviluppato, in tagli trasversali, nel primo (tav. II fig. 20 a.) che passa soltanto per la sporgenza semilunare del zoonite cefalico, vediamo un gruppo di piccole cellule (gc) un poco attenuato nel mezzo, diviso perfettamente dal mesoderma il quale trovasi quì in anormale ritardo di sviluppo non essendo ancora scisso nella linea mediana, — e cominciando pure a staccarsi dallo strato superficiale dell'ectoderma. La sezione seguente immediatamente all'indietro (fig. 20 b) fa vedere come queste cellule passino direttamente in un ingrossamento molto cospi-

cuo dell'ectoderma nella linea mediana dorsale, il quale quì è composto di più ordini di cellule, fino a quattro. Nella terza (fig. 20 c.) la spessezza dell'ectoderma, alquanto diminuita nella linea mediana, è cresciuto ai lati, ove scende, assottigliandosi però man mano, per buon tratto verso la faccia ventrale, per tornare finalmente allo stato unicellulare; ciò si osserva meglio nel lato sinistro della figura essendo il taglio un poco obliquo. Ancora nella quarta sezione notasi l'inspessimento dell'ectoderma, ma molto diminuito: nei seguenti questo non esiste più.

La serie fig. 19 a. b. c. d. deriva da un embrione ancora più sviluppato. Nel primo taglio (fig. 19 a) l'inspessimento dell'ectoderma (gc) abbraccia in forma d'un mezzo cerchio la parte superiore convessa della cavità del capo (cc), dalla quale è però separato mediante la sottile membrana della lamina somatica (lso). Sulla superficie esterna dell'inspessimento uno strato semplice di cellule piatte, pavimentose (ec) si è separato dall'ammasso interno, composto da cellule tondeggianti, dal nucleo relativamente molto grosso: in altri termini l'accenno d'un nuovo organo, la piastrina midellare cefalica, si è staccato dall'ectoderma periferico che torna a formare una copertura unicellulare. Fig. 20 b mostra la stessa disposizione quasi inalterata; ma nel terzo taglio (fig. 20 c) havvi invece d'un inspessimento semicircolare continuo, due grosse sporgenze dell'ectoderma (gc) le quali si spingono entro la cavità cefalica, separate l'una dall'altra per mezzo d'un tratto abbastanza largo di semplice ectoderma. Queste sporgenze sono ancora più cospicue nella fig. 20 d. Al lato ventrale osservansi nell'ultimo taglio due rialzi (n) formati da piccole cellule molto simili a quelle dell'accenno del ganglio cefalico e separate l'uno dall'altro mediante un solco, il cui fondo è formato da cellule cigliate (sn). Questa è la sezione dell'accenno del primo ganglio della catena ventrale. Ed importa notarlo: non v'ha connessione alcuna tra questo e gl'inspessimenti dorsali gc. Nelle tre sezioni che seguono, gli ultimi sono ancora riconoscibili, bensì molto ridotti in estensione; più indietro mancano affatto.

Fig. 21 a. b. c. d. sono tagli longitudinali orizzontali d'un embrione di 0,6 mm. lunghezza; 21 a. è il quinto della serie, procedendo dalla faccia ventrale alla dorsale; s'intende, che quando l'embrione è situato orizzontalmente i primi tagli trapassano il ventre molto prominente senza toccare la bocca o l'estremità cefalica. La sezione non è perfettamente verticale sull'asse infero-superiore, ma è caduta col suo lato sinistro più vicino alla faccia ventrale che col destro, quindi la differenza: al lato sinistro l'ectoderma appare inspessito, ed è questa la sezione longitudinale della catena gangliare ventrale (n); a destra ed in avanti l'ectoderma forma un solo strato di cellule pavimentose (ec). Nel taglio che vien appresso (21 b) le cellule dell'ectoderma sull'apice del capo sono diventate alte, cilindriche, aggruppate ancora in una sola fila. Ma un poco all'indietro l'ectoderma mostra ad ogni lato un rigonfiamento in forma di fuso (gc) che poi si perde un'altra volta nella copertura unicellulare del corpo. Le stesse condizioni dell'ectoderma osservansi pure nel settimo ed ottavo taglio, nei quali gl'inspessimenti laterali sono ancora più grossi. Ma nel nono (fig. 21 c) l'epitelio cilindrico, che teneva discosti anteriormente i rigonfiamenti, è sparito, e questi sono riuniti mediante una commessura abbastanza larga; formano insieme un arco che abbraccia l'estremità cefalica. Finalmente nel decimo taglio (fig. 21 d) non si trova più traccia degl'inspessimenti laterali; l'ectoderma è all'incontro molto ingrossato nella linea mediana.

Ora la combinazione comparativa di questi tagli basterà a dare un chiaro concetto sul modo in cui si sviluppa il primo accenno del ganglio cefalico. Anzitutto è certo che esso piglia origine nell'ectoderma e solo nell'ectoderma. Entro uno stretto tratto trasversale, in prossimità dell'apice del capo le cellule del semplice strato ectodermico si scindono, e si raggruppano in un leggiero inspessimento a forma d'un arco corto e poco curvato. Questo, aumentando in spessore e staccandosi nettamente dallo strato periferico dell'ectoderma, si dilata sulle pareti laterali del zoonite cefalico, ma più ancora all'indietro, ove

termina ad ogni lato in un cospicuo ingrossamento claviforme; assume quindi forma che potrebbe paragonarsi ad un cinto erniario a doppio cuscinetto, che abbraccia la metà superiore della cavità cefalica e dell'esofago, dirigendosi obliquamente dall'insopra all'insotto e dal davanti all'indietro. Da principio sino a quando ha raggiunto un considerevole sviluppo, l'accento del ganglio cefalico è senza alcuna connessione coi gangli della catena ventrale.

Confesso che anch'io m'aspettavo qualche altra cosa. La foggia dell'organo adulto, il modo di formazione del cordone ganglionare ventrale, e considerazioni di natura più generale, fecero prevedere un duplice accenno, come prima comparsa dell'apparecchio nervoso centrale del capo. Ma dall'altro canto le mie osservazioni vanno d'accordo con quanto era noto finora dello sviluppo del ganglio cerebrale degl'Irudinei. Ciò si riduce, è vero, a una breve notizia del Rathke per la *Nephelelis* ed una più breve ancora del Lenckart per l'*Hirudo medicinalis*. Rathke afferma essere l'accento del ganglio cerebrale un arco riposto sul lato superiore dell'esofago, senza connessione colla nota germinativa ventrale (1). Anche Leuckart dice che la formazione di quest'organo accada, indipendentemente dalle note primitive, colla comparsa d'un cordone cellulare, il quale abbraccia l'apertura boccale e s'adagia sulle estremità anteriori della nota senza saldarsi in principio. Aggiunge ancora che in uno stadio seguente si trovino due rigonfiamenti laterali, collegati mercè una commessura abbastanza lunga, così tra loro stessi come coi processi anteriori del primo ganglio ventrale (2). Queste note aforistiche, che non tengono conto dei foglietti embrionali, non sono fondate sull'investigazione mediante tagli, nè

(1) Loc. cit. p. 49. 50. Recentemente Bütschli sostiene pure l'esattezza delle osservazioni del Rathke (*Zeitschrift f. wissenschaft. Zoologie*. T. XXIX, 1877 p. 248.

(2) *Die menschlichen Parasiten*. T. I. Leipzig und Heidelberg 1863 p. 705.

illustrate da alcun disegno, per certo non potevano acquistare grande autorità, e rimanevano esposte alle più svariate interpretazioni ed obiezioni; ma è un poco troppo quando Semper, approfittando di un'inesattezza d'espressione, facilissimamente spiegabile, nell'abbozzo di Leuckart, lo storce in maniera stravagante per acconciarlo colle sue osservazioni e speculazioni. Infatti il modo di formazione del collare esofageo, che Semper vuole tipico per tutti gli annulati, è avverso tanto alle osservazioni di Rathke e Leuckart sugl'Irudinei, quanto alle mie sul *Lumbricus*.

Durante la gemmazione dei Naidini, al dire del citato scienziato, la nota germinativa ventrale nella zona cefalica si fende in due parti, che s'innalzano sulle pareti laterali dell'esofago, e s'inarcano sulla faccia dorsale l'una verso l'altra. To-stochè hanno abbracciato l'intestino, una porzione di esse si stacca per formare la commessura e la sostanza gangliare del cervello; le due metà del ganglio sopra esofageo così formate si saldano poi nella linea mediana dorsale. Questa porzione del collare esofageo deriva dal mesoderma. Ma poi l'ectoderma sviluppa a destra e a sinistra una specie di germoglio, che Semper chiama « *Sinnesplatte* » perchè in esso nasce l'occhio dei Naidini, che si dirige verso la faccia dorsale, ove entra nella composizione del ganglio sopra esofageo. Quindi l'intero collare esofageo sarebbe un prodotto della nota ventrale in unione con due germogli laterali dell'ectoderma, senza l'intervento d'una piastrina midollare dorsale; sarebbe un organo eterogeneo anche nelle sue parti essenziali, provenienti sì dal mesoderma che dall'ectoderma (1). Non ho esperienze proprie sullo sviluppo di quest'organo nella generazione agamica dei Naidini, ma so che in un gruppo d'animali, che sta in grande affinità con questi ultimi, lo sviluppo embrionale procede in tutt'altra maniera: nel *Lumbricus* il primo accenno del collare esofageo è una piastrina midollare dorsale, la quale ori-

(1) L. cit. p. 206. 210 e altrove.

gina indipendente dalla catena ventrale è esclusivamente nell'ectoderma. Delle piastrine sensitive del Semper neanche saprei che farmene, poichè non pare giustificabile l'immedesimarle colle rigonfiature terminali della piastrina midollare.

Ultimamente Hatschek in opposizione a Semper volta la cosa al rovescio. Egli dice: Die erste Anlage des Nervensystems findet man bei Lumbricus an solchen Embryonen, in deren vorderen Segmenten schon Segmentalorgane sich entwickeln, als eine vor dem Mundwulste gelegene Verdickung des Ectoderms (Scheitelplatte). Bald beginnen von dem Seitentheilen der Scheitelplatte aus zwei strangförmige Verdickungen des Ectoderms sich nach hinten zu den Seiten des Mundes bis in die vorderen Segmente auszudehnen, wo sie zu beiden Seiten der Mittellinie liegen » (1). Sarei d'accordo con ciò quanto al fatto che prima d'ogni altra parte dell'apparecchio centrale nasca una piastrina dorsale, se fossi capace a formarini una chiara idea di quel che l'autore intende esprimere con queste parole, e se avessi la convinzione che egli veramente abbia osservato gli stadii primordiali. Ma l'affermazione che il midollo ventrale nasca da due prolungamenti del ganglio cefalico, la stimo addirittura erronea, se va ammessa la probabilità che in due specie dello stesso genere si formino gli organi principali nel medesimo modo.

Poche parole sulle trasformazioni ulteriori della piastrina midollare dorsale. Tutto il rudimento si stacca subito dall'ectoderme e vien avviluppato in una guaina della lamina somatica. Dalla porzione mediana anteriore dell'arco partono due prolungamenti che entrano nel labbro superiore, ove pare si confondano di bel nuovo coll'ectoderma, che qui va a trasformarsi in epitelio sensitivo. Similmente il lato opposto del rudimento caccia due processi diretti all'indietro, i quali sono più larghi e lunghi de-

(1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Anneliden. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien T. LXXIV. 1876 p. 1.

gli anteriori. Così il ganglio cefalico veduto da sopra pare costituito da due metà a forma di pera, congiunte largamente nel mezzo. Le due sporgenze laterali che formarono le estremità gonfiate dell'arco, anch'esse separate dall'ectoderma, si stendono man mano tanto in su quanto in giù, e si confondono principalmente coll'arco mediano della piastrina midollare. Sui tagli trasversali questo si vede abbracciare già più della metà dell'esofago; nella linea mediana dorsale mostra un'impressione profonda, ove prende posto il tronco sanguigno dorsale; i margini di questo solco s'innalzano un poco e poi, piegandosi, scendono quasi verticalmente verso la faccia ventrale, ove finiscono con estremità molto assottigliate, senza avere raggiunto la catena ventrale. Nella descrizione dei differenziammenti istologici non ci voglio entrare; dico soltanto che in questo stadio appare la commessura trasversale che connette le due metà dell'arco, ed è questa la prima a sorgere. Sulla faccia ventrale del ganglio tutte le cellule si trasformano in una sostanza finemente granellata, mentre ai lati e in su rimane uno spesso strato di cellule gangliari. A misura che le estremità dell'arco scendono giù, allungansi pure questi cordoni commessurali e le cellule gangliari sui loro lati esterni diventano più scarse, sicchè potrebbe dirsi che non è l'intero ganglio che abbraccia l'esofago, ma più tosto le branche della commessura allungata. Ed esse devono proprio scendere sino al ventre per incontrarsi col primo ganglio della catena ventrale, perchè non ho veduto mai elevarsi prolungamenti di quest'ultimo che si dirigessero al in su. Ma la ricerca su questo punto è assai difficile, essendo le parti laterali del collare avviluppate strettissimamente dal mesoderma, le di cui cellule hanno tanta rassomiglianza con quelle dell'anello nervoso, che non è agevole distinguere con esattezza le une dalle altre. Non potrei quindi negare decisamente che in quest'epoca nelle estremità ventrali del collare — beninteso solamente qui, poichè tutto il rimanente vedesi chiaramente separato dal foglietto medio — non entrino delle cellule mesodermiche per partecipare alla for-

mazione della commessura, ma molto men possibile ancora era il constatare tal processo: lo credo anzi improbabilissimo. Quando, in tempo relativamente molto tardo, accade la riunione definitiva del ganglio cerebrale col primo ganglio della catena ventrale, quest'ultimo, nonchè i gangli susseguenti, posseggono pure un tronco commessurale ben sviluppato, con cui pare si confonde direttamente il cordone conduttore del ganglio cefalico.

Sviluppo della catena gangliare ventrale.

Ho incominciato la narrazione dello sviluppo dell'apparechio nervoso centrale col ganglio cefalico, perchè, se esso non è il primo a nascere, come credo, certamente appare almeno contemporaneamente coi primi della catena ventrale. Si sa che la formazione di questa progredisce dal davanti all'indietro, ma il suo primo accenno si dilata rapidamente sopra tutta la lunghezza dell'embrione, tranne l'estremità caudale. La separazione dei singoli gangli e il loro svolgimento istologico all'incontro avviene adagio adagio, molto più tardi nella parte posteriore che nell'anteriore: mentre i primi gangli hanno già conseguito una grande perfezione, si arriva all'indietro, passando per tutte le gradazioni imaginabili, ad uno stato dell'accenno tutto indifferente. Quindi conviene prendere, per l'investigazione delle prime trasformazioni, embrioni di età poco avanzata; per quella degli stadi seguenti si prestano benissimo embrioni d'età molto maggiore, perchè in un sol individuo trovansi riuniti stadi differentissimi di svolgimento, congiunti da una scala di minutissime gradazioni.

Quando il mesoderma delle note germinative è già saldato nella linea mediana, l'ectoderma è ancora diviso in due fogli laterali mediante lo stretto nastro di cellule cigliate che percorre tutta la faccia ventrale. Le cellule di questo nastro, oltre di essere rivestite di ciglia vibratili, distinguonsi decisamente dalle altre dell'ectoderma pel loro aspetto chiaro, essendo in esse il protoplasma granuloso rimpiazzato in gran

parte da una sostanza limpidissima e ridotta ad una fine rete raggiante dal grosso nucleo, ed a uno strato condensato al lato che porta le ciglia. Sul principio sporgenti da formare una leggiera cresta, queste cellule poi vengono rialzate ai loro canti laterali, di maniera che appare in mezzo ad esse un infossamento longitudinale, che diremo il solco ventrale.

Ora, la prima traccia del nascente cordone nervoso si manifesta in due inspessimenti dell'ectoderma, immediatamente accanto al solco ventrale. Sono questi ancora sì poco rilevati che è impossibile accorgersene, guardando l'embrione di prospetto; ma nelle sezioni trasversali si verifica che sono intromesse nell'ectoderma una due o tre cellule novellamente formate e stanno in parte in mezzo, in parte al disotto delle cellule preesistenti. Sull'origine loro non ci può essere dubbio, perchè sono perfettamente separate dal mesoderma, mentre si confondono in un ammasso coll'ectoderma, di cui alcune cellule mostrano segni evidentissimi di trovarsi in istato di scissione. Poi ad ogni lato del solco una delle cellule profonde dell'ectoderma assume un aspetto un po' diverso dalle altre, diventando alquanto più oscura a causa del condensamento del suo protoplasma; e più ancora è contrassegnata pel suo contorno più preciso e più largo, contorno che non hanno le altre cellule ectodermiche. Le due cellule in tal modo distinte, separate l'una dall'altra mercè l'epitelio del solco, sono lo stadio primordiale del midollo ventrale. Talvolta pare che due o tre cellule dell'ectoderma ad ogni lato si trasformino contemporaneamente, ma per lo più il processo incomincia in una sola cellula. Questa però non tarda a scindersi, e allora scorgonsi nella sezione trasversale, accanto alle cellule cigliate, tra lo strato superficiale dell'ectoderma e il mesoderma, due gruppi ben circoscritti di due o tre cellule (Tav. I fig. 14. n). In tal modo si sviluppano lungo il solco ventrale due cordoni, larghi e ben limitati in davanti, assottigliati all'indietro, ove finalmente si confondono nell'ectoderma primitivo. Qui perdura il processo di scissione nelle cellule ectodermiche e quindi il prolungamento

dei cordoni s' esegue principalmente coll' aggiunta di cellule staccate di recente, mentre l'accrescimento della loro spessore va a spese delle cellule già trasformate: non è però impossibile che per il tratto ove i cordoni sono già nettamente separati, vi si aggiunga qualche cellula dell'ectoderma adiacente, assumendo i caratteri specifici.

Indi le cellule dei bordi prossimali dei cordoni si spingono sotto al solco, alzando alquanto le cellule cigliate. S'avvicinano alla linea mediana ed ivi si uniscono quelle del destro con quelle del sinistro lato: così i due cordoni laterali primitivi si saldano per formare una sola lamina, che diremo piastrina midollare ventrale. E subito dopo le cellule di questa cominciano ad accumularsi in certi punti, producendo una serie successiva di zone differenti. Tanto questo, quanto quel che segue, si spiegherà meglio con l'esame dei tagli trasversali successivi. In quanto ai tagli sottili non servono che quelli perfettamente verticali; se lo sono, le sezioni delle fibre muscolari longitudinali devono apparire come punti circolari.

Nel taglio fig. 25 a. il quale insieme al 25 b. e 25 c. è tolto dall'estremità caudale d'un'embrione lungo 3,0 mm., la riunione dei cordoni è avvenuta. Sotto al fondo del solco (sn) la piastrina midollare (n) non consta che d'un solo stato di cellule, ma si rialza subito a destra e a sinistra in due creste parallele, le quali, abbassandosi pian piano verso i lati, vanno a terminare in una lamina affilata. La faccia dorsale della piastrina è quasi piana e rivestita da un sottile strato della lamina somatica (lso). Osservansi lateralmente alla piastrina inspessimenti della lamina somatica, e tra essi e l'ectoderma gli accenni delle piastrine muscolari (m); al di sopra della piastrina midollare trovasi, sporgente entro la cavità somatica, il tronco sanguigno ventrale (v), attaccato alla lamina splancnica (d'onde prende origine), che avvolge l'epitelio dell'intestino intermedio (en). La sezione 25 b., che segue immediatamente all'innanzi, mostra condizioni diverse: qui mancano i forti rialzi al lato del solco, e la piastrina midollare è ridotta quasi dappertutto a due

strati di cellule. Ma nel terzo taglio (fig. 25. c.) essa ha di bel nuovo la forma e l'estensione che aveva nel 25. a. Tale succedersi di zone spesse e zone sottili ripetesi più volte, a condizione però, che quanto più vai al davanti, troverai le zone spesse più estese, sicchè non occupano un solo taglio, ma due o tre, e le differenze tra le zone diventano meno notabili.

Esaminando una serie di tagli del medesimo embrione tolta dal mezzo del corpo, la prima cosa che si manifesta è il forte ingrandimento della piastrina midollare, la quale infatti ha raggiunto in questo stadio le sue dimensioni massime — relativamente, s'intende. Poi, il solco ventrale è sparito e le sue cellule, quantunque riconoscibili ancora, hanno cambiato molto d'aspetto, e anzitutto, hanno perduto le ciglia vibratili. Tal mutamento delle cellule del solco accade di tratto in tratto: nello stesso embrione, sì all'indietro che al davanti, esse ritrovansi nella forma caratteristica, e mostrano un vivace movimento vibratile. Ho pensato che forse si trasformassero in un certo tempo per partecipare alla produzione di nuove cellule, e tornassero poi allo stato precedente, ma non potei mai procurarmene le prove. Certo è che non hanno alcuna relazione colle cellule mesodermiche, che troviamo qui per la prima volta interposte tra l'ectoderma e la piastrina midollare (fig. 26. a. mes) perchè queste derivano dalla lamina somatica, la quale si spinge, cominciando in avanti, dai lati verso la linea mediana e poi all'indietro, staccando l'accento del midollo ventrale dal contatto coll'ectoderma.

Anche nella piastrina il solco, talvolta molto profondo, che divideva i due rialzi è sparito, o ridotto ad una leggerissima impressione. Non che i bordi del solco si fossero saldati, anzi la fossa diventa prima di svanire più larga, ma men profonda, e ciò in conseguenza dell'aumentarsi delle cellule midollari che stanno al disopra del suo fondo. Le cellule che occupano la porzione media delle piastrine sono più grandi, posseggono un protoplasma più chiaro, e limiti più precisi di quelle altre collocate nelle parti laterali, dalle quali non sono però

separate in alcun modo. Nella seguente sezione (26. b.) la piastrina nervosa ha cambiato un poco di forma: i suoi lati sono inspessiti da formare sulla faccia dorsale due rialzi, in mezzo dei quali trovasi un'infossatura larga e abbastanza profonda. Pure la struttura interna presenta qualche alterazione, essendo la maggior parte delle cellule grandi mediane trasformata ed aggregata alle piccole. Queste hanno il protoplasma denso, con nuclei che riempiono quasi l'intero corpo cellulare; sono stivate sì strettamente che per rintracciarne i confini, ci vuole molta attenzione e forti ingrandimenti; i segni di scissione sono frequenti. Una guaina mesodermica circonda la piastrina dappertutto.

Più avanti (fig. 26. c.) l'accento della catena nervosa presenta una nuova foggia: sin qui le sue ali laterali sono state allungate, e terminavano in spigoli molto acuti, ora esse sono tondeggianti, di modo che lo spaccato ha forma d'un rene. Più importanti sono i cangiamenti istologici, che vi s'incontrano. Nel lato dorsale appaiono due piccole macchie d'aspetto chiaro, finamente granellato, tingentesi debolmente nell'ematossilina. Non hanno limiti distinti, ma si perdono nelle cellule circostanti, le demarcazioni delle quali diventano a poco a poco più incerte; di fibre non si riconosce altro, se non deboli tracce di prolungamenti delle cellule adiacenti, visibili con fortissimi ingrandimenti. Sono questi gli accenni delle commessure fibrose. La fig. 26. c. mostra la piastrina tornata alla forma che aveva più indietro, ma la sostanza granellata della commessura, che racchiude qualche nucleo, è ancora più cospicua che nel taglio antecedente, e i due accenni laterali si sono fusi nella linea mediana e formano il fondo del solco dorsale. I lati e la faccia ventrale constano di uno strato continuo di cellule, abbastanza spesso.

La stessa successione di tali zone alternanti ripetesi ancora più volte all'indietro, poi si perde ogni traccia della commessura e la piastrina midollare passa per tutta le gradazioni allo stato della fig. 25. Nel davanti notansi condizioni simili; qui però

ognuno dei tagli senza interruzione esibisce la presenza della commessura in istati di sviluppo vieppiù perfetti.

Ad illustrare le mutazioni seguenti scelgo un gruppo di tagli di un embrione di 4. 5 mm. lunghezza (tav. III. fig. 27 a. b. c. d. e). Nel primo preparato (27. a) la piastrina midollare ha una impressione poco profonda sì sulla faccia ventrale che sulla dorsale. Le cellule occupano la superficie, lasciando libera la parte media del lato superiore, e accumulandosi sopra tutto nei processi laterali, salgono da qui sulla superficie inferiore, ove si uniscono e penetrano profondamente nell'interno della piastrina, di modo che questa pare divisa di nuovo in due cordoni laterali, i centri dei quali sono occupati dalla sostanza granellosa. Immediatamente in avanti la piastrina assume la forma di rene (fig. 27. b). Il sepimento che sporge dallo strato cellulare corticale nell'interno è assai più sviluppato, e fende la commessura quasi perfettamente in due tronchi. Manello stesso sotto la ferma riunione delle cellule è rilassata giacchè queste ultime si scostano un pochino a destra e a sinistra, cagionando in tal modo la comparsa di una specie di fessura verticale, la quale è più decisa nel centro che alla periferia. Ciò è ancora più chiaro nella fig. 27. c. Il processo cellulare penetra un poco meno profondo nella sostanza della commessura, ma la screpolatura che lo spacca in due pagine è più evidente, massime nel centro ove termina con fondo allargato. Inoltre tutta la corteccia cellulare è ispessita restringendo notevolmente le dimensioni della commessura. Ma nella seguente sezione (fig. 29. d) quell'insaccamento è totalmente sparito; le cellule circondano con uno strato di eguale spessore la commessura, che forma una larga massa, in cui trovansi sparsi alcuni nuclei. L'ispessimento mediano della corteccia cellulare riappare di bel nuovo nel taglio fig. 36. e., e così comincia la ripetizione delle variazioni successive, testè descritte.

Secondo queste osservazioni il modo di sviluppo della catena gangliare sarebbe il seguente. Alcune delle cellule dell'ectoderma, situate ad ambo i lati del solco cigliato, si scindono e formano

due inspessamenti paralleli. Una, oppure talvolta due o tre cellule dello strato profondo novellamente formato acquistano caratteri speciali e si separano nettamente dallo strato superficiale e dalle parti laterali dell'ectodema, d'onde presero origine. In tal modo si sviluppano due cordoni, disgiunti perfettamente l'uno dall'altro per le cellule del solco ventrale. Questo è il primo accenno duplice dell'apparecchio nervoso centrale sottointestinale. Poi i margini prossimali dei cordoni si rialzano, e s'avvicinano vicendevolmente, per cui formasi tra di loro un solco, talvolta assai profondo, ma di passeggera esistenza. Le cellule dei lati prossimali superiori si spingono sopra il solco verso la linea mediana, ove incontrandosi si confondono vicendevolmente; crescendo il loro numero il solco vien a poco a poco spianato e sparisce finalmente. I cordoni primitivi si sono riuniti in una piastrina mediana. Tostochè la riunione è avvenuta, le cellule si aggruppano in una serie di rigonfiamenti e strozzature. I primi rappresentano i gangli, i secondi i tronchi connettivi. Ora certe cellule, riposte sotto la superficie dorsale in ambedue i lati, trasformansi in una sostanza granellosa diffusa, che man mano si stende sino alla linea mediana per formare il tronco fibroso commessurale. Questo si sviluppa separatamente per ogni segmento della catena, prima che i singoli segmenti fossero riuniti tra di loro da un tessuto speciale conduttore. I tronchi connettivi, che trascorrono tutta la lunghezza della catena gangliari, formansi più tardi, semplicissimamente col saldamento dei tronchi commessurali dei segmenti successivi; quindi i primi accenni sono da ritenersi come fondamento comune delle commisure trasversali e longitudinali, nel quale poi mediante lo sviluppo delle fibre nervose va a stabilirsi un apparecchio ordinato di fili conduttori. In conseguenza della formazione della sostanza fibrillare le parti della piastrina nervosa, che sono destinate a trasformarsi in cellule gangliari, si stendano sui lati e sulla faccia ventrale in uno strato più o meno spesso, ma continuo da pertutto. E di tratto in tratto inspessimenti di questa corteccia cellulare penetrano profondamente nell'interno della piastrina.

Essi son formati in parte dalle cellule centrali che non si trasformavano nella sostanza delle commessure, in parte da cellule che immigrano dalla faccia ventrale. Poi appare in mezzo alle cellule dei sepimenti mediani una screpolatura, sul principio confinata in ogni segmento, più tardi distesa per tutta la lunghezza della catena nervosa; questa è la fessura ventrale del midollo sottointestinale dell'animale adulto.

Le mie ricerche hanno confermato pienamente l'importante scoperta del Kowalewsky che la catena nervosa sottointestinale degli Annelidi prende origine soltanto dall'ectoderma: l'affermazione di Semper che essa si costituisce da un inspessimento mediano impari dell'ectoderma, paragonabile alla doccia midollare dei Vertebrati, e da due cordoni di mesoderma, corrispondenti ai gangli spinali, va confutata decisamente dallo sviluppo di quell'apparecchio nei Lumbricini. E purtroppo questa dottrina, che aveva per iscopo il conciliamento delle divergenze tra Annelidi e Vertebrati nella struttura e nello sviluppo del sistema nervoso, ha fallito il colpo dacchè abbiamo imparato dagli eccellenti lavori di Balfour che neanche i gangli spinali dei Vertebrati derivano dal mesoderma.

Semper aveva già trovato un avversario in Hatschek, il quale sostiene pel *Lumbricus rubellus* l'origine della intera catena gangliare nell'ectoderma. Ma fuori di ciò la sua spiegazione, non troppo chiara, mi pare erronea. Abbiamo già notato che, al dire di quest'autore, la catena gangliare si formerebbe da due prolungamenti della piastrina midollare cefalica; cioè soltanto le parti laterali di essa, parti, che egli chiama cordoni laterali, poichè in mezzo ed essi s'infosserebbe poi una doccia midollare similissima a quella dei Vertebrati. È vero che nello sviluppo della piastrina midollare osservasi una fessura, talvolta assai profonda, anzi ve ne sono due, diverse pel tempo della loro comparsa e pel modo di formazione. Al parer mio le fig. 2. 3. e 4. dello Hatschek (1) rappresenterebbero la prima. Ma qui certo

(1) Loc. cit.

non si tratta d'un infossamento: il solco altro non è che l'interstizio che sin dal principio teneva disgiunti i due cordoni primitivi, approfondato in conseguenza del forte inspessimento dei loro lati vicini. Collo svolgimento della piastrina midollare questo solco sparisce. All'incontro la fessura nella fig. 6 non può essere che quella secondaria, la cui formazione abbiamo descritta in su, e che quindi non ha niente da fare colla prima. Ma quel che non saprei spiegare è che Hatschek delinea le pareti della fessura separate evidentissimamente dalle cellule laterali della piastrina: nel *Lumbricus trapezoides* non ve n'ha la minima traccia. Il solco secondario potrebbesi forse paragonare alla fessura posteriore del midollo dorsale dei Vertebrati, giammai alla doccia midollare primitiva.

Farò qui punto. Ma aggiungerò ancor soltanto che contemporaneamente al differenziarsi delle prime cellule dei cordoni midollari appaiono ai loro lati le fibre muscolari. Gli accenni degli organi segmentali rassomigliano a quelli dell'*Euaxes* rappresentati dal Kowalewsky, e non si sviluppano dai segmenti come lo stesso autore afferma pel *Lumbricus rubellus*; confesso anzi che non avrei esitato a dichiararli per insaccatura dell'ectoderma, se le figure sì chiare nel citato lavoro non m'obbligassero a riprendere l'investigazione su tal argomento. Della formazione delle fibre colossali, che Kowalewsky crede omologhe alla corda dorsale dei Vertebrati non ho conoscenza, ma quel che Semper descrive per la corda dei Naidini certamente non è altro che cellule della guaina mesodermica che involuppa la catena nervosa.

Non è possibile disconoscere la grande concordanza nello sviluppo degli Annelidi e dei Vertebrati, massime nella formazione e trasformazione delle note germinative. Non troverei gran difficoltà ad omologizzare il ventre degli Annulati col dorso dei Vertebrati, ma gravi divergenze manifestansi nello sviluppo dell'apparecchio neuro-muscolare, che per certo non sono di-

minuiti col constatare l'origine indipendente del ganglio cefalico. Io però ho la fede che ogni fatto ben riconosciuto, sia pure tale che paia svelare un abisso tra i cosiddetti tipi, è un passo in avanti per stabilire l'unità del regno animale. Ma le considerazioni generali le rimando ad una seconda parte di questo lavoro, in cui tratterò dello svolgimento ulteriore e sopra tutto dell'istogenesi.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

In tutte le figure

- ab significa apertura boccale
- as — apertura della cavità di segmentazione
- cb — cavità boccale
- cc — cavità generale del corpo o cavità dei zooniti
- cd — cavità digerente
- cm — le grandi cellule primitive del mesoderma
- com — commessura del collare esofageo
- cs — cavità di segmentazione
- cu — cordone unitivo degli embrioni gemelli, o le sue singole cellule
- ec — ectoderma
- en — entoderma
- eo — epitelio ectodermico della bocca e dell' esofago
- fb — fossetta orale
- gc — ganglio cefalico, o sopra-esofageo
- lso — lamina somatica
- lsp — lamina splancnica
- m — piastrina muscolare
- mes — mesoderma
- n — midollo ventrale
- pc — nota germinativa cefalica
- pp — note primitive ventrali
- sn — solco ventrale.

TAVOLA I.

- Fig. 1. Uovo solcato veduto dal di sopra.
- Fig. 2. Vescichetta germinativa formata da un solo strato di cellule. La cavità di segmentazione è aperta all'esterno, fig. 1 e 2 Zeiss Sistema DD., oculare 3.
- Fig. 3. Sfera germinativa solida in cui riconosconsi gli accenni dei foglietti pel primo embrione. La lettera cui è posta per errore.
- Fig. 4. Stadio un poco più avanzato in cui comincia la formazione del secondo embrione. Sezione longitudinale. Non si tenga conto della indicazione cd.
- Fig. 5. Sezione longitudinale d'uno stadio più sviluppato.
- Fig. 6. Embrione gemello. Quello dalla mano sinistra è un poco più sviluppato.
- Fig. 7. Separazione progredita degli embrioni.
- Fig. 8. Sezione longitudinale in profilo d'un embrione duplice.
- Fig. 9. Uno simile visto di prospetto.
- Fig. 10. Embrione avanzato che sviluppa il secondo embrione in forma d'una gemma (x). Le figure 2-10 rappresentano sezioni ottiche.
- Fig. 11 a. Sezione trasversale dell'estremità posteriore d'un embrione molto giovane.
- Fig. 11 b. Dello stesso embrione più in avanti.
- Fig. 12. Sezione trasversale della parte posteriore d'un embrione più sviluppato.
- Fig. 13. Taglio nel mezzo del corpo d'un embrione più avanzato. f. screpolatura nel mesoderma. Fig. 3-13. Zeiss sistema. F. oc. 1.
- Fig. 14. Parte inferiore d'un taglio dell'estremità anteriore d'un embrione più sviluppato. Sistema DD. oc. 3.

TAVOLA II.

- Fig. 15. Taglio trasversale dell'estremità cefalica d'un embrione molto giovane.
- Fig. 16. a. Idem d'un embrione di 0,2 mm. in lunghezza.
- Fig. 16. b. Taglio seguente immediatamente all'indietro al 16.a. L'indicazione *pc* è un errore litografico.
- Fig. 17. Taglio dell'estremità cefalica d'un embrione poco più sviluppato.
- Fig. 18. Taglio dell'estremità cefalica d'un embrione di 0,23 mm. lunghezza. Fig. 15-18 sist. DD. oc. 3.
- Fig. 19. a. b. c. d. Tagli successivi del capo d'un embrione di 0,5 mm. lunghezza, sist. DD. oc. 1.
- Fig. 20. a. b. c. Tagli successivi del capo d'un embrione di 0,4 mm. sist. DD. oc. 3.
- Fig. 21. a. b. c. Tagli longitudinali orizzontali dell'estremità cefalica d'un embrione di 0,6 mm. procedenti dalla faccia ventrale alla dorsale, a. è il quinto, b. il sesto, c. il nono, e d. il decimo della serie. DD. 1.
- Fig. 22. Taglio sagittale nel mezzo della parte anteriore d'un embrione di 0,22 mm. DD. 3.
- Fig. 23. Porzione anteriore d'un taglio sagittale d'un embrione di 0,6 mm. DD. 3.
- Fig. 24. Taglio verticale nella linea mediana d'un embrione di più d'un millimetro in lunghezza. DD. 1.

TAVOLA III.

- Fig. 25. a. b. c. Tre tagli successivi tra la parte posteriore della piastrina midollare d'un embrione di 3,0 mm. progredienti dall'indietro all'innanzi.
- Fig. 26. a. b. c. Tagli successivi nella stessa direzione della parte anteriore dello stesso embrione.

Fig. 29. a. b. c. d. e. Tagli successivi nella stessa direzione d'un embrione di 4,5 mm. in lunghezza. Tutte le figure di questa tavola sono disegnati col sistema DD. oculare 3 di Zeiss.









