

# ANNALI DELLA SCUOLA NORMALE SUPERIORE DI PISA *Classe di Scienze*

ITALA GOGGIO

## **Sullo sviluppo correlativo degli organi in una larva di bufo vulgaris**

*Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze 1<sup>re</sup> série, tome 9*  
(1904), exp. n° 5, p. 1-22

[http://www.numdam.org/item?id=ASNSP\\_1904\\_1\\_9\\_\\_A5\\_0](http://www.numdam.org/item?id=ASNSP_1904_1_9__A5_0)

© Scuola Normale Superiore, Pisa, 1904, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa, Classe di Scienze » (<http://www.sns.it/it/edizioni/riviste/annaliscienze/>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

**ITALA GOGGIO**

---

SULLO

SVILUPPO CORRELATIVO DEGLI ORGANI

IN

UNA LARVA DI BUFO VULGARIS

---



---

Negli ultimi giorni di febbraio furono portate in laboratorio delle uova di *Bufo vulgaris*, che svilupparono larve fra cui io scelsi una, che presentava la lunghezza di 4 mm. e l'aspetto della figura 7 tav. II, e la tagliai a metà in modo da asportare non solo il capo e tutta la regione dell'intestino respiratorio, ma ancora una piccola parte dietro a questa. Dall'osservazione microscopica di un'altra allo stesso suo stadio, rilevai che le vescicole ottiche si presentavano ben distinte dalla parete del cervello, colla cui cavità comunicavano per mezzo di un ristretto peduncolo. Le prime tre tasche branchiali erano formate; l'abbozzo del cuore rappresentato da due brevi vasi posti fra la parete endodermica dell'intestino e la splacnopleura <sup>1)</sup>).

Io mi prefiggevo di vedere, nel caso che le due metà della larva avessero seguitato a vivere, se avveniva rigenerazione di parti, se i vari organi si sviluppavano e quali modificazioni essi avrebbero sofferto.

Posi quindi, in una medesima vaschetta, i due monconi ed una larva integra nel medesimo stadio di quella operata perchè avessero potuto svilupparsi nelle identiche condizioni ambientali.

Dopo tre giorni, però, la porzione anteriore incominciò a presentare fenomeni di degenerazione e ben presto morì: non così quella posteriore che visse per venti giorni, dopo i quali io stessa

---

<sup>1)</sup> Debbo qui però far notare che, avendo sezionato più larve della medesima lunghezza e, per quanto riguarda i caratteri esterni, allo stesso stadio, in molte trovai i caratteri qui riferiti, in altre invece vidi il cuore già rappresentato da un vaso unico.

la fissai; essendo le sue condizioni molto buone, forse avrebbe potuto vivere per parecchio tempo ancora.

Io credo che la morte della porzione anteriore si debba, in parte almeno, attribuire alla scarsità di vitello ad essa rimasta, per cui venne a mancare all'organismo ogni sorgente di nutrimento; non escludo però, che altre condizioni debbano determinare l'accrescimento ulteriore o la morte dei monconi. E a ciò sono indotta dal fatto che, avendo io tagliato molte altre larve, qualche porzione anteriore sopravvisse più lungamente di questa e si accrebbe <sup>1)</sup>, sempre, però, restando indietro non solo allo sviluppo normale, ma anche a quello della propria porzione posteriore, ed inoltre, perchè il RAFFAELE <sup>2)</sup> dice di aver potuto ottenere che dopo il taglio i due monconi vivessero e indipendenti si sviluppassero. La costanza del fatto che, anche quando si sviluppano, gli anteriori rimangono indietro, ad ogni modo dimostra che ad essi viene a mancare qualche cosa, e non mi pare da escludere l'idea che possa essere appunto il vitello.

La parte posteriore a me rimasta non presentò, oltre al rimarginamento della ferita, alcuna rigenerazione; però, ben presto, incominciò a manifestarsi nella parte ventrale un idrope dovuto, come vedremo meglio in seguito, a un accumularsi di liquidi nella cavità celomatica, idrope che andò sempre più accentuandosi fino a che dopo venti giorni, la mezza larva presentava l'aspetto della fig. 5 tav. II. Se si confronta questa colla fig. 6 tav. II, che rappresenta la larva integra cresciuta nelle medesime condizioni, si osserva che le due larve non differiscono molto in lunghezza. Lo stesso, però, non può dirsi per la grossezza, chè il corpo del mon-

---

<sup>1)</sup> Faccio, però, notare che, avendo io tagliato le larve in stadi giovanissimi, mi fu impossibile staccare la porzione anteriore senza che a questa restasse unita una quantità rilevante di vitello. In qualche caso, però, in cui la parte staccata fu piccolissima, essa morì molto presto.

<sup>2)</sup> RAFFAELE F. *Osservazioni sperimentali su embrioni e larve di Anuri*. Rendiconto della seconda assemblea ordinaria del convegno dell'Unione Zoologica Italiana in Napoli, 10-13 aprile 1901. *Monitore Zoologico Italiano*, anno XII. n. 7, pag. 221.

cone, come si può agevolmente vedere attraverso la trasparente vescica che costituisce l'idrope, è molto ridotto, ristretto alla parte dorsale da cui si stacca l'intestino che sporge in seno al liquido contenuto nell'idrope. Ho detto che le due larve non differivano molto nella lunghezza, però, mi pare opportuno far notare che il moncone, appena formata la coda, incominciò a ripiegarsi su se stesso: tale ripiegatura divenne sempre più accentuata finchè la coda giunse a formare col resto del corpo un angolo presso che retto, come si vede dalla fig. 5 tav. II che ritrae la mezza larva nell'aspetto che presentava il giorno in cui la fissai. Io mi limito a constatare il fatto nè voglio dedurre che questa condizione sia dovuta allo stato patologico del moncone, poichè fra molte altre larve normali tenute in una vaschetta, parecchie presentarono un tale fenomeno.

Nei primi giorni dopo il taglio il moncone parve morto e, se il suo colore, il rimarginarsi della ferita e il suo accrescersi non avessero attestato il contrario, si sarebbe detto che realmente lo fosse; senonchè, dopo circa otto giorni, incominciò a réagire alla puntura e ciò giunse a fare molto più attivamente che la larva integra. Dapprima furono reazioni lievi: in seguito la sua sensibilità raggiunse tale squisitezza che bastava toccarlo leggermente, muovere il vaso in cui era contenuto, agitarne appena l'acqua, perchè incominciasse, sempre restando appoggiato sur un lato e disteso sul fondo del recipiente, a muoversi con notevole attività per mezzo di forti e rapidi movimenti della coda che duravano parecchi secondi. Esso mostrava di risentire in modo così squisito le condizioni dell'ambiente, da reagire a stimoli che alla larva integra passavano addirittura inosservati, sempre quando si voglia giudicare della sensibilità mediante la reazione del movimento. Si sarebbe detto che il sistema nervoso si fosse in lui più completamente sviluppato.

L'ambiente in cui le due larve vissero fu l'acqua comune, che, nei primi giorni, perchè i due monconi non avessero a risentire scosse, le quali, per quanto lievi, data l'ampiezza della ferita, avrebbero potuto nuocer loro, io non cambiai; in seguito, rimarginatasi la ferita, rinnovai ogni giorno. Le due larve furono fissate con

acido picrico concentrato, tagliate in sezioni trasversali dello spessore di  $0^{\text{mm}},01$  e colorate colla doppia colorazione di ematossilina ed eosina <sup>1)</sup>, da me usata specialmente nell'intento di avere una colorazione differenziale dei globuli rossi e bianchi del sangue.

Anche da un confronto superficiale ed esterno delle due larve si poteva intuire che nel moncone dovevano essere avvenuti notevoli mutamenti di tutti o di una parte degli organi interni: di tali mutamenti, messi in evidenza dall'osservazione microscopica, dirò sistema per sistema, rilevando le differenze fra quelli della larva e quelli del moncone. Prima, però, desidero ancora accennare ad una condizione visibile dall'esterno, allo sviluppo, cioè, presso che normale della coda, fatta astrazione della piegatura.

Dalle sezioni si vede che l'idrope ad altro non è dovuto che ad un enorme rigonfiamento della cavità del celoma. La parete ectodermica del corpo si presenta, in generale, più sottile di quella della larva integra e la somatopleura, che in questa trovasi divisa dall'ectoderma da abbondante mesenchima, qui è addossata ad esso. Il mesenchima è pochissimo sviluppato: se ne trova peraltro, nella regione dorsale del corpo; anche i segmenti mesodermici, che dorsalmente hanno un aspetto normale, nella loro parte inferiore sono più brevi e slargati: pare che lo sviluppo dell'idrope, esercitando una pressione, ne abbia arrestato l'accrescersi in questa direzione. Le figure 1 e 2 tav. I, delle quali la prima rappresenta una sezione della larva integra passante nel punto in cui il canale di Wolff di destra sbocca nella cloaca, e la seconda una del moncone nella stessa regione, mostrano evidente un tale fatto. Dal confronto delle due figure risulta pure chiaro quello che ho detto intorno all'idrope e allo sviluppo del mesenchima.

Anteriormente nel moncone per circa  $0^{\text{mm}},14$  non si trova alcun organo: dapprima solo l'ectoderma da parte del quale è stata rimarginata la ferita ed a cui sono addossate poche cellule mesenchimatiche; poscia, procedendo posteriormente, la cavità dell'idrope

---

(<sup>1</sup>) Ematossilina del Böhmer (<sup>5</sup>) ed eosina (soluzione acquosa satura 0,2 per cento) (<sup>1</sup>).

tappezzata dal mesoderma. Però, procedendo dalla estremità anteriore verso la coda, dopo 0<sup>mm</sup>,14, appaiono i canalicoli del rene cefalico: dirò, dunque, dapprima, del sistema escretore in tutte le sue parti. Mentre nella larva normalmente sviluppata i canicoli del rene cefalico si presentano raggruppati fra loro, tanto che si può, seguendo con attenzione le diverse sezioni, vedere una continuazione degli uni cogli altri, in quella acefala essi hanno un aspetto particolare come se fossero indipendenti fra loro, nè è possibile vederli comunicare. Le figure 3 e 5, tav. I, appartengono la prima alla larva normale l'altra al moncone; passano presso a poco nella stessa regione ed essendo, per eccezionale coincidenza, oblique entrambe nello stesso verso, i canicoli del rene cefalico di sinistra si vedono molto numerosi, mentre di quelli di destra non appaiono che gli ultimi. Dall'esame di queste due sezioni risulta evidente la differenza di detti organi; nella fig. 5 oltre che presentare un lume più largo sono quasi dislocati come se una forza fosse intervenuta ad allontanarli. Esiste un solo infundibolo renale, per ciascun lato, che si apre nella cavità del celoma. (fig. 3, tav. II).

Procedendo ancora verso la parte posteriore del corpo, in entrambe le larve si trova il canale di Wolff; questo, però, nella larva operata appare spostato dalla sua normale posizione: corre, è vero, presso le aorte, ma è con queste spinto dorso-lateralmente (fig. 4, tav. I): la pressione senza dubbio notevole del liquido accumulatosi nell'idrope deve essere stata la causa di un così grande mutamento nella posizione relativa degli organi: inoltre, il canale di Wolff nella porzione anteriore non è in rapporto coi canalicoli del rene cefalico, ma posteriormente si continua, con un'ampiezza simile a quella normale (fig. 1 e 2, tav. II), fino alla regione posteriore del corpo; quivi giunto sbocca regolarmente nella cloaca, come si può agevolmente rilevare dalla fig. 2, tav. I. In questa, però, poichè la sezione è obliqua, esso è tagliato tangenzialmente, quindi si vede per una porzione abbastanza estesa del suo ultimo tratto.

Da quanto abbiamo, dunque, detto intorno all'apparato escretore, risulta che, malgrado l'amputazione, tutte le parti di cui esso



è costituito si sono sviluppate: manca, è vero, la regione anteriore del rene cefalico e parte degli infundiboli di esso, ma ciò è dovuto al fatto, almeno io credo e mi pare logico il supporlo, che col taglio è stata asportata quella parte nella quale essi avrebbero trovato il loro posto, anzi il taglio ha fatto sì che pur esistendo, le diverse parti non fossero collegate fra loro, sicchè un funzionamento del sistema è stato quasi impossibile. A parer mio, è alla mancanza della funzione escrettrice che deve attribuirsi la produzione dell'idrope: infatti, il rene cefalico, pur essendo provvisto dell'infundibolo, non può raccogliere dalla cavità celomatica i prodotti di escrezione, e ciò per la mancanza di continuità non solo fra le sue diverse parti, ma ancora col canale di Wolff. Da ciò nasce che i prodotti di escrezione rimangono nella cavità celomatica e la trasformano nell'enorme vescica di cui abbiamo parlato, la quale, esercitando una pressione, genera il dislocamento dei canalicoli del rene cefalico e fa spostare gli altri organi dalla loro posizione normale.

Il RAFFAELE <sup>1)</sup> in larve di Anuri tagliate in due parti dice di aver notato la formazione di un idrope, specialmente delle vie venose, ch'egli attribuisce alla mancata circolazione. E certamente, venendo sottratta col taglio la parte nella quale si sarebbe formato il cuore, essa dovette per un certo periodo cessare. Se, però, questo può ammettersi per il primo stadio della vita della larva, non si può più sostenere per il resto; perchè è impossibile concepire la vita e lo sviluppo di un organismo così complesso nelle sue diverse parti, come il moncone, senza ammettere che una circolazione, per quanto lenta, sia in esso esistita. E del resto, che si abbia avuto, è provato dalla presenza di un vero e proprio apparato circolatorio del quale diremo in seguito.

D'altra parte, però, non si può certamente escludere che, appena dopo avvenuto il taglio, durante il rimarginarsi della ferita e la formazione dei vasi o, per lo meno, durante il completarsi di questi, la circolazione sia mancata e che in seguito, per l'assenza

---

<sup>1)</sup> F. RAFFAELE. *Op. cit.*

dell'organo centrale, sia stata sempre molto lenta, come prova l'idrope di tutti i vasi. Ma, poichè il sistema escretore è l'unico che non presenta un regolare collegamento fra le sue diverse parti, mi pare che, molto verosimilmente, l'idrope abbia potuto aver origine nel modo indicato.

Se si confrontano le fig. 3 e 5, tav. I, le quali, come abbiamo visto, passano pressochè nella medesima regione, si vede che mentre nella prima si ritrovano tutti gli organi molto sviluppati, nella seconda nulla si ha all'infuori del rene cefalico e di un rudimento di corda: vediamo come questa si presenta per tutta la lunghezza dell'embrione operato. Procedendo dalla parte anteriore verso la coda, ho già detto come per un certo tratto (fatta eccezione del rene cefalico) manchi qualunque traccia di organi e con essi la corda: appena questa appare è rappresentata solo dalle cellule mesenchimatiche che costituiscono il suo involucro esterno; cioè; la corda manca completamente e queste cellule formano come un abbozzo solido. Questo aspetto, peraltro, cessa ben presto (dopo  $0^{\text{mm}},02$  o  $0^{\text{mm}},03$ ) e la corda si mostra, sebbene molto ridotta, in seno allo spesso involucro mesenchimatico che la circonda (fig. 5, tav. I). Però, man mano che si procede verso la porzione posteriore, questo aspetto cambia: la corda va sempre più accentuandosi, mentre le cellule mesenchimatiche si riducono; le condizioni della corda, cioè, a partire dalla regione rappresentata dalla fig. 5 tav. I, vanno sempre più avvicinandosi alle normali fino a che essa dopo  $0^{\text{mm}},13$  assume un aspetto quasi identico a quello dell'altra larva: forse ha un volume un poco minore. Ciò si può facilmente rilevare dalle figure.

Dunque, come per l'apparato escretore così pure per la corda, anzi più per questa che per quello, si può in generale, dire che l'operazione non ha avuto quasi influenza, se si eccettua la parte anteriore in cui la corda manca. È notevole che questa prende il suo aspetto normale solo quando al disopra di essa incomincia ad apparire il midollo. Dalla fig. 5, tav. I, si vede che nella regione da essa rappresentata manca ancora il midollo spinale, mentre la corda, sebbene avvolta da uno spesso rivestimento mesenchimatico, già si ritrova. L'assenza del midollo si conserva, sempre proce-

dendo verso la parte posteriore del corpo, ancora per la lunghezza di  $0^{\text{mm}},13$ , cosa che abbiamo già accennato parlando della corda; dopo, esso appare ma in condizioni diverse da quelle normali, è pressochè atrofizzato, ma nell'insieme della forma non molto anormale. Inoltre, mentre nella larva integra già in questa regione si vedono partire dal midollo i gangli spinali, nel moncone non si ha alcuna traccia di essi. Senonchè, ben presto l'aspetto del midollo incomincia a modificarsi, anzi si può dire che le modificazioni sono tali che ad ogni sezione si fa sempre più manifesta la sua tendenza ad assumere la forma che normalmente gli spetterebbe. Questo si ha dopo  $0^{\text{mm}},12$ , mentre solo dopo circa altri  $0^{\text{mm}},10$  incominciano a ritrovarsi i gangli spinali: da questo punto in poi non si riscontra più alcuna notevole differenza che valga a distinguere i due sistemi nervosi l'uno dall'altro; anche nel moncone il sistema nervoso è perfettamente sviluppato come pure perfettamente lo sono i gangli spinali; è facile seguire le radici dorsali e ventrali in rapporto col midollo e il nervo spinale.

È tale l'identità dei due sistemi che, perfino, la distanza fra un ganglio e l'altro coincide nei due embrioni; è chiaro, però, che per asserire questa identità bisogna incominciare il confronto dal punto in cui quello del moncone si presenta completamente sviluppato. Del resto che il sistema nervoso avesse assunto nella larva operata uno sviluppo considerevole si poteva intuire dalla osservazione di essa viva: la sua squisita sensibilità, la reazione, non soltanto a stimoli energici, come la puntura, ma anche alla più lieve scossa, non lasciava su questo punto alcun dubbio. Anzi, se la reazione agli stimoli si volesse considerare come l'indice dello sviluppo del sistema nervoso, si sarebbe argomentato che nel moncone esso avesse acquistato uno sviluppo più considerevole. Ma, anche data la somiglianza perfetta dei due sistemi, si spiega, a parer mio, molto agevolmente la diversa reazione delle due larve: le condizioni senza dubbio patologiche in cui trovavasi l'organismo operato facevano sì che ogni variazione dell'ambiente fosse uno stimolo doloroso ad esso, divenuto delicatissimo.

Se il sistema nervoso, in seguito all'operazione, pare che non

sia stato alterato, lo stesso non può dirsi per l'apparato digerente e per quello circolatorio. Il primo di questi piuttosto che subire notevoli modificazioni, pare che abbia progredito con molta lentezza nel suo sviluppo, mentre il secondo si è profondamente cambiato e ciò riesce chiaro quando si pensi che è stata asportata la regione in cui si sarebbe formato l'organo centrale della circolazione e che quindi una parte del sistema formatosi è stata costretta ad assumerne l'ufficio perchè una circolazione, per quanto lenta, potesse effettuarsi.

Procedendo nelle sezioni dalla porzione anteriore verso la codanella larva amputata, l'intestino è l'organo che si ritrova più posteriormente di tutti: abbiamo visto prima il rene cefalico, poi la corda, poi il midollo spinale; orbene è solo dopo 0<sup>mm</sup>,15 dal punto in cui questo prende il suo aspetto normale che si nota la presenza dell'intestino. Il quale, come già ho osservato, è rispetto a quello dell'altra larva, in una notevole condizione di regresso. Mentre nella larva normale (fig. 3, tav. I) esso, nella regione in cui si ritrova il rene cefalico, è molto circonvoluto per numerose anse, qui invece lo è pochissimo. Se si guarda infatti la fig. 2, tav. II, che rappresenta la regione in cui l'intestino della larva acefala raggiunge il suo massimo sviluppo, si vede subito, specialmente se si paragona alla fig. 3, tav. I, la differenza che ho fatto notare. Ed invero, mentre nella fig. 3, tav. I, l'intestino, oltre che essere molto esteso in lunghezza, come mostrano le numerose anse da esso formate, ha le pareti relativamente sottili, nell'altra poco si differenzia da una massa unica. Se poi si osserva a forte ingrandimento una porzione dell'uno e dell'altro, non rimane più alcun dubbio che l'aspetto di quello del moncone sia proprio dovuto a un arrestarsi in esso dello sviluppo, o almeno, a un progredire di questo in maniera lentissima. Infatti nella parete dell'intestino normale le cellule si sono differenziate per formare i numerosi villi intestinali atti all'assorbimento, invece nell'altro le pareti molto spesse appaiono ripiene della massa vitellina, la quale è stata scarsamente riassorbita (fig. 8, tav. II).

È, inoltre, molto notevole lo sviluppo del fegato, pel quale, però, si può dire quanto è stato detto riguardo all'intestino: esso si trova

in una condizione di sviluppo inferiore a quella normale, appare compatto e non molto dissimile all'aspetto che presenta nei primi stadi di sviluppo. La sua presenza è tanto più notevole inquantochè la regione in cui esso si trova (fig. I, tav. II) è molto posteriore a quella che normalmente occupa: infatti nella larva integra lo ritroviamo nella parte indicata dalla fig. 3, tav. I <sup>1)</sup>, mentre nell'altra larva, in una regione a questa corrispondente (fig. 5, tav. I), non c'è traccia non solo di fegato, ma nemmeno d'intestino e abbiamo visto quanto bisogna spingersi verso la porzione posteriore del corpo per ritrovarlo.

Come nello stato normale, anche nel moncone parte dei vasi che hanno vascolarizzato l'intestino costituiscono la vena epatica afferente, la quale, penetrata nel fegato e scissasi in capillari, ne esce costituendo la vena epatica efferente che, come vedremo, sbocca nell'aorta (fig. I, tav. II). È nella vena epatica efferente che i globuli rossi del sangue raggiungono un numero considerevolissimo, essi la riempiono completamente fino al suo sbocco nell'aorta ed è in questa regione appunto, che anche nell'aorta si trovano abbastanza abbondanti, mentre in tutto il resto dell'apparato circolatorio, meno che nei capillari, sono scarsi. È tale la quantità dei globuli rossi nella vena epatica efferente che, se non si seguissero le sezioni, ma si osservasse solo una parte di queste, non si potrebbe credere alla sua vera natura, tanto più che essa, come tutti gli altri vasi, ha raggiunto, a causa della lenta circolazione, un lume così considerevole da assomigliare a una cavità piuttosto che a un vaso. Nella fig. 1, tav. II, si vede appunto la vena epatica efferente sboccare nell'aorta: i globuli rossi si stipano dentro il suo immenso lume.

L'intestino si prolunga fino alla porzione posteriore del corpo; nella sua ultima parte riceve lo sbocco dei canali di Wolff (fig. 2, tav. I), si apre quindi, all'esterno per mezzo dell'ano.

Dell'apparato circolatorio si sono formate l'aorta, le vene cardinali posteriori, la vena epatica afferente e la efferente: questi soli vasi adempiono alla funzione della circolazione.

---

<sup>1)</sup> Si noti che quella che nella figura si vede è la porzione posteriore del fegato.

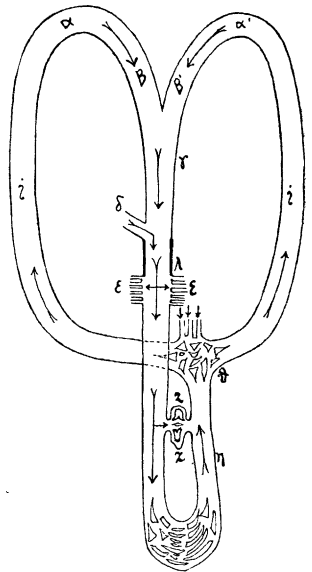
Andando dalla regione anteriore del corpo verso la coda, primi di tutti, si trovano due vasi molto dilatati la cui parete dorsale è quasi distesa sotto quella del corpo: nel loro amplissimo lume sono contenuti in gran parte i canalicoli dei rene cefalico (fig. 5, tav. I), solo in parte, però, perchè posteriormente (fig. 3, tav. II) il loro lume si restringe mentre alcuni canalicoli del rene cefalico restano al di fuori di essi. Questi due vasi, mentre da un lato, seguendo la parete del corpo, o da questa poco distanti, si continuano verso la regione posteriore (fig. 4, tav. I e fig. 1 e 2, tav. II), dall'altro danno origine a due vasi, le aorte pari, che corrono lateralmente alla corda dorsale (fig. 4, tav. I) e che ad un certo punto si riuniscono in un vaso unico, mediano: l'aorta. Questa, giunta all'altezza del fegato, riceve la vena epatica efferente: da questo punto in poi le sue pareti divengono molto spesse. Tale spessore, però, si mantiene per poche sezioni, in seguito l'aorta manda delle ramificazioni agli intestini, assume il medesimo aspetto di prima e così si continua fino alla regione ultima della cloaca, intorno alla quale sono numerosissimi i capillari a lume ampio; continuando il suo corso, dà altri capillari dalla cui ricostruzione si forma la vena codale (fig. 4, tav. II) che riceve anche quelli. Questa si può seguire fino presso allo sbocco dei canali di Wolff nella cloaca (fig. 2, tav. I); qui si trovano numerosi capillari ancor essi molto dilatati: da questi, e raccogliendo una parte del sangue dell'intestino, si originano i due grossi vasi che abbiamo visto nella regione del rene cefalico, e che danno luogo alle aorte pari. La maniera di formarsi di questi due vasi, il punto da cui prendono origine, il loro comportamento, mi pare che non lascino alcun dubbio ch'essi debbano considerarsi come le cardinali posteriori.

Dato un apparato circolatorio così costituito, è facile supporre come possa essere avvenuta la circolazione: la parte dell'aorta le cui pareti sono inspessite e che rappresenta quella regione che è venuta a sostituire il cuore, pulsa e spinge il sangue che ha ricevuto, per mezzo delle aorte pari, delle cardinali posteriori e quello della vena epatica efferente, verso la porzione posteriore del corpo mandandone una parte all'intestino e l'altra fino ai capillari che ab-

biamo visto esistere nella coda. Da questi, costituitasi la codale, per essa il sangue è condotto fino allo sbocco dei canali di Wolff nella cloaca, donde, poi, per le cardinali posteriori, giunge alle aorte pari, e da queste, passando nella impari, si riunisce a quello che, dopo aver vascolarizzato gl'intestini e il fegato, è condotto per la vena epatica efferente, e ricomincia il suo ciclo. Quando la parte inspessita dell'aorta pulsa, il sangue prende la via posteriore del corpo come la più facile: qui infatti gli è aperta dinanzi non solo l'aorta, ma anche la via per giungere agli intestini. Una volta iniziata la circolazione per questa strada, la *vis a tergo* esercitata dal sangue che giunge abbondante per le cardinali all'aorta fa sì che il ciclo si continui sempre allo stesso modo. Per far meglio intendere quanto ho detto intorno all'apparato circolatorio, ho cercato di darne uno schema nella figura seguente:

**Schema dell'apparato circolatorio**

- $\alpha \alpha'$  — regione del rene cefalico.
- $\beta \beta'$  — aorte pari.
- $\gamma \gamma$  — aorta.
- $\delta$  — vena epatica efferente.
- $\varepsilon \varepsilon$  — vasi dell'intestino.
- $z$  — capillari intorno all'ultima regione della cloaca.
- $\vartheta$  — capillari della regione in cui i canali di Wolff sboccano nella cloaca.
- $\eta$  — vena codale.
- $i$  — vene cardinali posteriori.
- $\lambda$  — regione dell'aorta le cui pareti sono inspessite.



L'ematosi sarebbe avvenuta, non solo attraverso ai sottili tegumenti nel passaggio del sangue per le vene cardinali, che abbiamo

visto presso che distese sotto la parete del corpo, ma ancora nei capillari, specialmente in quelli della coda e dell'ultima regione della cloaca.

Da quanto, dunque, abbiamo detto risulta che, malgrado alla larva sia stata tolta colla regione anteriore la sede di formazione di centri importantissimi, pure la vita le è stata non solo possibile, ma le modificazioni dei vari sistemi sono state tali da permettere che l'organismo raggiungesse quel complesso grado di sviluppo che abbiamo notato e disimpegnasse, sebbene più o meno intieramente, quasi a tutte le funzioni di uno completo. È vero che nella regione anteriore del moncone mancano per un tratto quasi tutti gli organi, ma ciò non fa meraviglia quando si pensi che, essendo questo il luogo dove avvenne il taglio, forse qui l'attività di una parte dei tessuti rimase come paralizzata, mentre quella di altri fu tutta rivolta al rimarginamento della ferita.

Io non posso riferirmi per confrontare i miei risultati che a pochissimi lavori, perchè, sebbene siano stati molti gli autori che si sono occupati di operare le larve per studiare il loro comportamento nella rigenerazione, essi hanno limitato le loro esperienze ad un arto o alla coda, oppure ad uno o più organi interni, sempre, però, quando le larve presentavano un grado di sviluppo abbastanza considerevole. Lo SCHAPER <sup>1)</sup> da una larva di Rana esculenta lunga 6 mm. tolse, con una sezione dorso-frontale, un segmento del capo al quale, però, rimasero attaccate la ventosa e le branchie: la larva dopo sei giorni morì.

Certamente lo stadio in cui fu tagliata la mia e la importanza della parte asportata non sono da paragonarsi con quelli dello SCHAPER, come non è da paragonarsi la durata della vita dell'organismo. Tuttavia vediamo in che concordano i risultati ottenuti: egli trovò che il canale midollare rimase atrofico, mentre, però, tutti gli abbozzi si erano normalmente sviluppati, anche i gangli spinali, malgrado l'atrofia del canale midollare. Noi abbiamo visto

---

<sup>1)</sup> SCHAPER ALFRED. *Experimentelle Studien in Amphibien larven.* I Mittheilung in Archiv Entwicklungsmech, 6 Bd., pag. 151-197.



come questo si sia normalmente sviluppato. Dalle sue osservazioni lo SCHAPER conchiude che lo sviluppo delle parti di un organismo avviene nei primi periodi come in una colonia di protozoi « Die Reize wirken direct auf die individuelle Zelle, oder werden durch Fortpflanzung von Zelle zu Zelle auf eine grössere Zellgruppe oder den ganzen Organismus übertragen ». E dopo avere osservato che nell'organismo le cellule reagiscono diversamente ad uguali stimoli per il loro alto differenziamento, aggiunge che perciò sono rese possibili « hochcomplicirte Lebenserscheinungen, die besonders auffällig in den coordinirten und zweckmässigen Bewegungen des Embryos auftreten » che dànno l'illusione di un organo centrale nervoso. Nella nostra larva, però, si è visto come, sebbene manchi il cervello, l'organo centrale, rappresentato dal midollo spinale, esiste ed in condizioni del tutto paragonabili alle normali. La qual cosa aggiungerebbe una prova in favore di quanto lo SCHAPER dice concordemente al ROUX, che cioè, nei primi stadi, lo sviluppo procede da sè in seguito al principio dell'autodifferenziamento e un « correlative Entwicklung benachbarter Organe oder eine Controlle der Gesamtentwicklung durch ein Centralorgan ist nirgend nachweisbar ». Le quali conclusioni non concordano, almeno in parte, con quelle del TORNIER <sup>1)</sup> il quale sostiene una corrispondenza sempre esistente fra i cambiamenti degli organi terminali e il sistema nervoso centrale e viceversa. E tanto più non concordano inquantochè lo SCHAPER <sup>2)</sup> togliendo, con un taglio fronto-dorsale, ad una larva di *Hyla viridis* quasi nelle medesime condizioni dell'altra, una porzione del capo in modo che l'occhio sinistro rimase, mentre il destro fu tolto meno una parte insignificante, trovò che, malgrado il difetto del cervello, il canale midollare e l'occhio sinistro si erano sviluppati normalmente, per la qual cosa egli dice

---

<sup>1)</sup> TORNIER GUSTAV. *Ueber Hyperdakylye, Regeneration, und Vererbung mit Experimenten* in Archiv Entwicklungsmech, 3 Bd., pag. 469-476; 4 Bd., pag. 180-210, vorl Mitth. in Sitz. Ber. Ges. Nat. Freunde. Berlin, pag. 24-25.

<sup>2)</sup> SCHAPER ALFRED. *Op. cit.*

che questa è una prova brillante della « Hartnäckigkeit des Selbstdifferenzierungsvermögens ».

Quello che io ho potuto vedere starebbe in certo modo piuttosto a sostenere l'ipotesi dello SCHAPER che quella del TORNIER, ma ancora il dettare una legge sopra gli adattamenti degli organismi a vivere indipendentemente da centri principalissimi mi pare cosa un po' prematura, data la scarsezza degli esperimenti fatti in proposito. E credo che sarebbe utilissimo, invece che restringere le osservazioni ad una sola larva, tagliarne parecchie nel medesimo stadio e fissarle man mano che si sviluppavano; si potrebbe così seguire gradatamente il formarsi e l'accrescersi dei vari organi: questo studio potrebbe molto probabilmente spiegare tanti fatti che finora, purtroppo, sono completamente oscuri.

Anche il RAFFAELE, nella seconda assemblea ordinaria del convegno dell'Unione Zoologica Italiana in Napoli, rendeva noti esperimenti da lui fatti su larve di Rana e di *Discoglossus*. Come ho già accennato, egli dice che i due monconi sopravvissero, continuando a svilupparsi, mentre l'ectoderma, all'infuori di rimarginare la ferita non diede altro segno di rigenerazione. Nei monconi posteriori, cui era stata asportata la testa fin dietro all'intestino respiratorio, prima che si fosse formato l'abbozzo del cuore, non si manifestò circolazione, ma i vasi si svilupparono e si svilupparono anche i globuli rossi in molti punti. L'Autore dice che la mancata circolazione è causa di un idrope principalmente accentuato nelle vie venose: le vene cardinali e la codale si dilatano enormemente.

I miei risultati sono molto concordi con questi, senonchè abbiamo visto come, sebbene i vasi sieno enormemente dilatati (conf. ad es. le aorte pari, fig. 4, tav. I), pure la circolazione non è del tutto mancata: forse la differenza dipende dal fatto che il Raffaele non avrà lasciato vivere le larve il tempo necessario perchè essa incominciasse.

Nella stessa seduta egli consigliava ancora di vedere, col metodo dell'asportare la porzione anteriore, se in quella posteriore si ritrovassero o no globuli bianchi del sangue; nel caso che non ci

fossero, questo avrebbe fornito un appoggio all'ipotesi del BEARD <sup>1)</sup> che considera il timo come l'unica sede per la formazione dei leucociti.

Io lasciai che la larva integra e quella operata vivessero fino a che nella prima si sviluppasse il timo: questo infatti, come potei rilevare dalle sezioni, esisteva quando io fissai le due larve: potei ancora vedere nei vasi della larva integra, insieme agli abbondantissimi globuli rossi, qualche leucocito; di questi non se ne ha alcuno nel moncone.

Ma, come ho detto una sola prova non basta a dare l'autorizzazione di formulare una legge: io mi lusingo, però, che esperimenti successivi ed estesi non solo su molti organismi di una stessa specie, ma anche di specie diversa, se non faranno una luce piena, colmeranno, almeno in parte le molte lacune che restano sopra questo complicato quanto importante argomento.

Prima di finire, però, non posso fare a meno di ringraziare l'illustre Prof. Richiardi il quale, mettendo a mia disposizione il materiale dell'Istituto Zoologico e la sua ricca biblioteca privata mi ha reso più facile il presente lavoro.

Pisa, maggio 1902.

---

<sup>1)</sup> BEARD J. *The Source of Leucocytes and the true Function of the Thymus*. Anat. Anz., Bd., 18, n.° 22-23 S. 550-560. n.° 24. S. 561-573.

## INDICE BIBLIOGRAFICO

---

1. — RAFFAELE F. *Osservazioni sperimentali su embrioni e larve di Anuri.*  
Rendiconto della seconda assemblea ordinaria del convegno dell'Unione Zoologica Italiana in Napoli. 10-13 aprile 1901. *Monitore zoologico italiano*, anno XII, n.º 7, pag. 221.
  2. — SCHAPER ALFRED. *Experimentelle Studien in Amphibien larven.*  
1. Mittheilung in *Archiv Entwicklungsmech*, 6 Bd., pag. 151-197.
  3. — TORNIER GUSTAV. *Ueber Hyperdaktylie, Regeneration und Vererbung mit Experimenten* in *Archiv Entwicklungsmech*, 3 Bd., 469-476; 4 Bd., 180-210, vorl. Mitth. in *Sitz. Ber. Ges. Nat. Freunde.* Berlin, pag. 24-25.
  4. — BEARD J. *The Source of Leucocytes and the true Function of the Thymus.* *Anat. Anz.* Bd., 18, n.º 22-23, S. 550-560, n.º 24, S. 561-573.
-



## SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

---

Abbreviazioni comuni a tutte le figure.

<i>ms</i> midollo spinale	<i>cp</i> vene cardinali posteriori
<i>gs</i> ganglio spinale	<i>rc</i> rene cefalico
<i>i</i> intestino	<i>cw</i> canale di Wolff
<i>c</i> corda	<i>vc</i> vena codale
<i>f</i> fegato	<i>cl</i> celoma
<i>ao</i> aorta	<i>ve</i> vena epatica efferente.

### TAVOLA I.

FIG. 1. Sezione trasversale della larva integra passante in quella regione dove il canale di Wolff sbocca nella cloaca.

- » 2. Sezione trasversale del moncone passante al medesimo livello della precedente. Il canale di Wolff è tagliato tangenzialmente; sotto l'aorta i numerosi capillari che danno luogo alle cardinali posteriori.
- » 3. Sezione trasversale della larva integra all'altezza del rene cefalico: a sinistra si vedono solo gli ultimi canalicoli, a destra questi sono più numerosi.
- » 4. Sezione trasversale della larva acefala 0<sup>mm</sup>,23 dopo la fig. 3, tav. II. Si vede come le aorte e i canali di Wolff, invece di trovarsi nella loro normale posizione, sono spinti dorsolateralmente. È notevole, ancora, l'enorme lume dei vasi, specie delle cardinali posteriori.
- » 5. Sezione trasversale della larva amputata allo stesso livello della fig. 3.

### TAVOLA II.

FIG. 1. Sezione trasversale del moncone: la vena epatica efferente sbocca nell'aorta. La vena epatica è tanto dilatata da costituire come una cavità: dentro questa sono abbondantissimi i globuli rossi.

FIG. 2. Sezione trasversale della larva amputata, passante posteriormente alla fig. 1. Dall'aorta parte un ramo che va agli intestini.

- » 3. Sezione trasversale del moncone 0<sup>mm</sup>,12 posteriormente alla fig. 5, tav. I; a sinistra l'infundibolo del rene cefalico aperto nella cavità celomatica.
  - » 4. Sezione trasversale della larva operata, nella regione della coda; la vena codale con lume molto ampio corre sotto l'aorta.
  - » 5. Il moncone il giorno in cui fu fissato; grandezza naturale.
  - » 6. La larva integra il giorno in cui fu fissata; grandezza naturale.
  - » 7. Aspetto della operata prima del taglio.
  - » 8. Una porzione dell'intestino del moncone fortemente ingrandita.
-