

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

# RENDICONTI

---

LETIZIA BIANCANI-PO, MILENA MARINI

## L'andamento dell'attività mitotica durante la rigenerazione del midollo spinale in un Anfibio urodelo adulto

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 35 (1963), n.6, p. 616–620.*  
Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1963\\_8\\_35\\_6\\_616\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1963_8_35_6_616_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

**Biologia.** — *L'andamento dell'attività mitotica durante la rigenerazione del midollo spinale in un Anfibio urodelo adulto* (\*). Nota di LETIZIA BIANCANI-PO e MILENA MARINI, presentata (\*\*) dal Corrisp. A. STEFANELLI.

In una precedente ricerca di uno di noi <sup>(1)</sup> è stato osservato che tra le cellule endodermali degli Anfibi urodela restano, anche nell'adulto, elementi di aspetto indifferenziato ed è stato supposto che tali elementi potessero avere un ruolo importante nei fenomeni rigenerativi del neurasse di questi animali. Successivamente con trapianti omoplastici eterotopici di segmenti di midollo spinale in un Anfibio Urodelo adulto, è stata riscontrata <sup>(2)</sup> attività mitotica oltre che alle due estremità del segmento di midollo, dove si formano tipiche ampolle, anche lungo l'ependima del segmento trapiantato. Poiché non sono stati osservati fenomeni di sdifferenziamento se ne è dedotto che ciò avveniva a spese degli elementi indifferenziati precedentemente descritti: restava solo il dubbio che gli episodi mitotici lungo il segmento di midollo fossero un evento eccezionale dovuto al trauma e agli inevitabili maltrattamenti che tutto il pezzo aveva subito. Nell'intento di chiarire il fenomeno abbiamo voluto esaminare l'andamento dell'attività mitotica durante la normale rigenerazione del midollo spinale in un Anfibio urodelo adulto in seguito ad amputazione della coda.

Per gli aspetti morfologici e citologici della rigenerazione del midollo spinale negli Anfibi urodela rimandiamo ai lavori di altri Autori <sup>(3)</sup>; i fenomeni più significativi, quali risultano chiariti specialmente dalle ricerche di Stefanelli <sup>(4)</sup>, sono:

- 1° degenerazione di fibre ascendenti e di elementi prossimi alla superficie di taglio;
- 2° migrazione di elementi provenienti dallo strato endodermale del midollo del moncone destinati a chiudere l'estremità beante ed a formare l'« ampolla rigenerativa apicale »;
- 3° attività proliferativa a carico delle cellule che delimitano l'ampolla;
- 4° proliferazione e differenziamento di elementi nel midollo in rigenerazione.

(\*) Ricerca eseguita nell'Istituto di Zoologia ed Anatomia comparata dell'Università di Modena, Gruppo di ricerca per l'Embriologia del C.N.R.

(\*\*) Nella seduta del 14 dicembre 1963.

(1) M. MARINI, « Riv. di Neurobiol. », 2, 495 (1956).

(2) M. MARINI e V. MARGOTTA, « Rend. Acc. Naz. Lincei » (ser. VIII), 30, 948 (1961).

(3) Ved. A. STEFANELLI e A. CAPRIATA, « Ricerche di Morfologia », 20-21, 605 (1944); A. STEFANELLI, « Boll. Zool. », 18, 279 (1951); J. PIATT, « Journ. Exptl. Zool. », 129, 177 (1955).

(4) A. STEFANELLI, « Boll. Zool. », 18, 279 (1951).

Poco chiarite risultano invece le modalità con cui avviene la proliferazione cellulare. Si ritiene comunemente che la rigenerazione del midollo spinale degli Anfibi urodeli adulti avvenga a spese di elementi dell'epitelio endimale del moncone (indifferenziati o che si sdifferenziano in seguito al trauma) i quali, una volta migrati a costituire l'ampolla, acquistano capacità proliferative.

Il materiale impiegato ai fini della presente ricerca è il *Triturus cristatus carnifex* Laur., raccolto nei dintorni di Roma. L'amputazione della coda è stata eseguita a circa 1,5 cm dal punto d'inserzione; durante la rigenerazione gli animali sono stati tenuti a temperatura costante (18–20°C) e nutriti abbondantemente. A vari tempi dopo l'operazione (8, 20, 30, 40, 60 gg.) le code intere di almeno due individui per ogni stadio sono state fissate in Sanfelice e decalcificate in acido tricloroacetico; delle code, incluse in celloidina-paraffina, sono state allestite sezioni seriali trasversali dello spessore di 5  $\mu$ ; i preparati sono stati colorati con il metodo di Mallory-Azan. Le mitosi sono state computate in sezioni alterne.

I risultati preliminari che sono oggetto della presente Nota, si possono riassumere come segue:

8 gg. (dopo l'amputazione). – A questo stadio è già formata l'ampolla apicale, mentre nel midollo del moncone sono in atto processi degenerativi a carico di fibre e di molti elementi; i fenomeni degenerativi sono imponenti nella regione prossima alla zona di taglio e si estendono per circa 1–1,5 mm a monte; il resto del midollo del moncone appare illeso. Tra gli elementi che delimitano l'ampolla apicale si osservano le prime mitosi; l'attività mitotica è invece elevata a livello del taglio e nel 1° mm del midollo del moncone, quindi si abbassa a valori minimi e dopo circa 2,5 mm si estingue completamente (vedi fig. 1).

20 gg. – La densità mitotica è elevata nella porzione in rigenerazione e a livello del taglio (sempre ben riconoscibile oltre che per le caratteristiche morfologiche del midollo, anche per l'aspetto dei tessuti circostanti), ma si abbassa subito dopo; va però sottolineato che a quest'epoca l'attività mitotica si è propagata per oltre 7–8 mm lungo il midollo del moncone, superando di un lungo tratto la zona lesa dal taglio e coinvolgendo porzioni di midollo che appaiono integre e normali (vedi fig. 1).

30 gg. – La densità mitotica raggiunge nel rigenerato i valori più alti; invece essa si abbassa a livello del taglio e lungo il midollo del moncone; tuttavia le mitosi in questa sede sono ancora numerose e si estendono per oltre 9–10 mm (fig. 1).

40 gg. – Rispetto allo stadio precedente si riscontra un abbassamento della densità mitotica nel rigenerato, a livello del taglio e nel midollo del

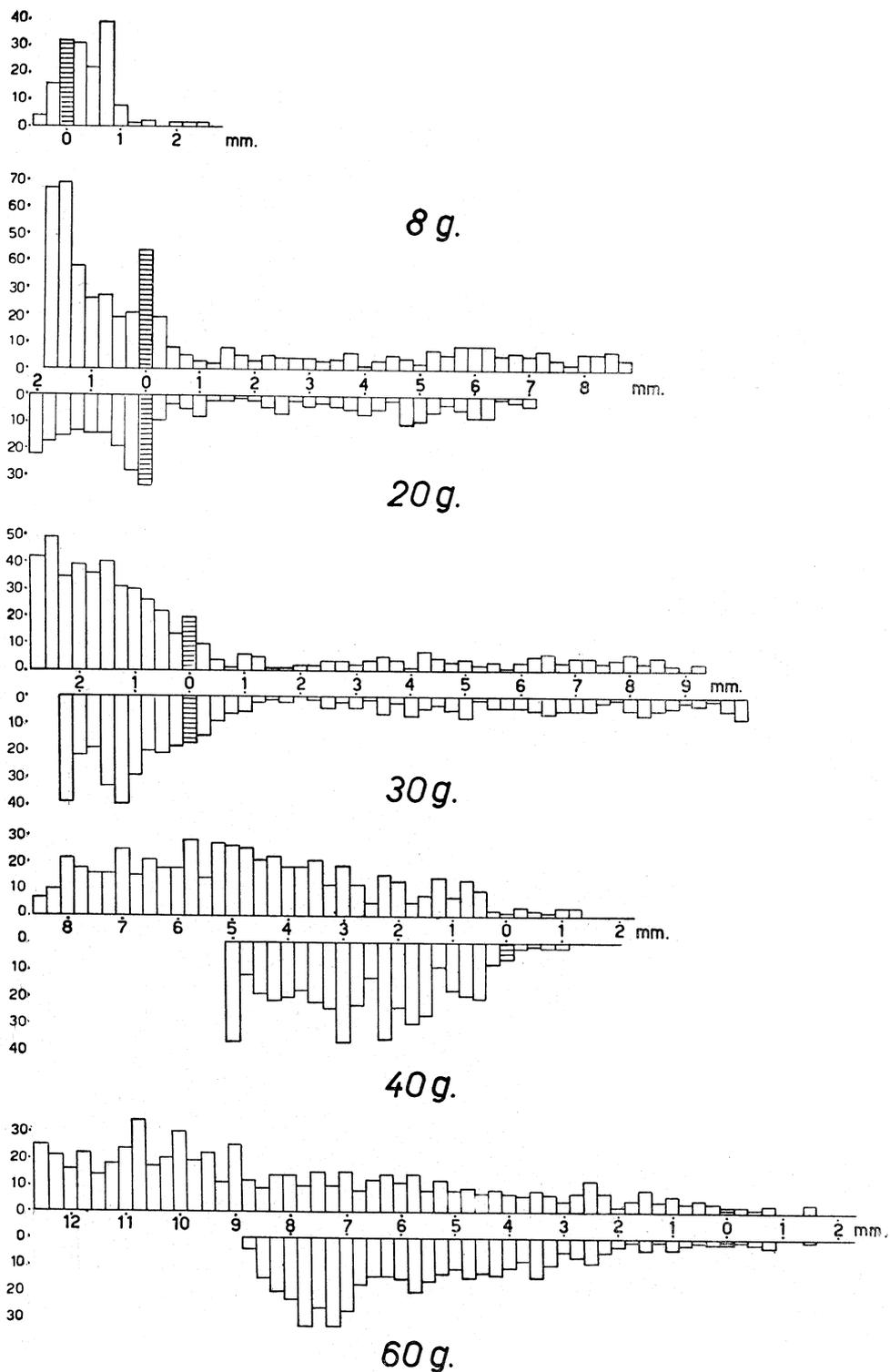


Fig. 1. - Andamento dell'attività mitotica nel midollo spinale del moncone (a destra) ed in quello neoformato (a sinistra) durante la rigenerazione della coda dell'Anfibio urodelo.

Sulle ordinate il numero di mitosi computate in 50 sezioni ( $= \frac{1}{4}$  di mm = base dei singoli elementi del poligono di frequenza); tratteggiata la zona a livello del taglio.

moncone; in questa sede le mitosi, oltre ad essere molto scarse, si esauriscono nel 1° mm. a monte del taglio (fig. 1); va sottolineato che in questo periodo si è verificato un notevole allungamento del midollo neoformato (4,5 mm in media).

60 gg. — La densità mitotica nel midollo neoformato si è ulteriormente abbassata, specie nella porzione prossimale; nel midollo del moncone le mitosi sono ancora più scarse (fig. 1).

Dai dati analitici esposti risulta:

I) l'attività mitotica non è limitata alla porzione in rigenerazione, ma fin dall'inizio è presente anche nel midollo del moncone;

II) l'attività mitotica nel midollo del moncone è inizialmente elevata, ma limitata al 1° mm. a monte del taglio; successivamente diviene meno intensa, ma si estende per oltre 10 mm. in concomitanza con il massimo incremento in lunghezza del rigenerato; infine si esaurisce (40-60 gg. dopo l'operazione);

III) nella porzione in rigenerazione la densità mitotica aumenta progressivamente sino al 30° giorno, quindi declina lentamente restando più attiva nella porzione distale.

Sebbene siano in corso altre osservazioni intese ad estendere e controllare i risultati finora ottenuti, tuttavia già da questi dati preliminari si possono trarre alcune deduzioni.

A) La presenza di mitosi nel midollo del moncone, anche in zone lontane dal taglio e che non presentano tracce di lesioni né segni di sdifferenziamento, va attribuita agli elementi indifferenziati normalmente presenti tra le cellule ependimali degli Anfibi urodeli adulti<sup>(1)</sup>; pertanto ne consegue che tali elementi conservano capacità proliferative anche restando *in situ*.

B) Il ruolo di questi elementi durante la rigenerazione del midollo spinale non è limitato alle fasi iniziali, come lo indica l'andamento dell'attività mitotica nel midollo del moncone.

In base ai risultati ottenuti riteniamo che l'attività mitotica del midollo del moncone provveda in un primo momento (ved: 8 gg. dopo l'operazione), oltre che all'inizio dei fenomeni rigenerativi, specialmente ai processi riparativi: cioè alla sostituzione degli elementi lesi dall'operazione; infatti in questo periodo l'attività mitotica è elevata, ma limitata alla zona immediatamente contigua al taglio dove sono tuttora in corso imponenti fenomeni degenerativi.

Più inattesa è stata l'attività mitotica nel periodo successivo (20-30 gg. dopo l'operazione): infatti è vero che essa diviene meno intensa, però si estende per lungo tratto in zone completamente illese; tenendo presente che in questo periodo si verifica il massimo incremento del rigenerato, riteniamo che tale attività mitotica collabori con quella del rigenerato alla formazione del

nuovo midollo. Ciò sembra avvalorato dal fatto che, appena il rigenerato ha raggiunto una consistenza tale da poter provvedere da solo all'ulteriore accrescimento, l'attività mitotica nel midollo del moncone si estingue (40-60 gg. dopo l'operazione).

CONCLUSIONI. - La presente ricerca ha dimostrato che durante la rigenerazione del midollo spinale di un Anfibio urodelo adulto l'attività mitotica non è localizzata esclusivamente nel rigenerato, ma è presente anche lungo il midollo del moncone. Riteniamo che l'attività mitotica del moncone sia dovuta agli elementi indifferenziati descritti precedentemente da uno di noi <sup>(1)</sup>, che essa provveda in un primo momento specialmente ai processi riparativi e che in un secondo momento essa collabori all'accrescimento del nuovo midollo spinale.