
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ROBERTO BERTOLANI

**Mitosi somatiche e costanza cellulare numerica nei
Tardigradi**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 48 (1970), n.6, p. 739–742.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1970_8_48_6_739_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. — *Mitosi somatiche e costanza cellulare numerica nei Tardigradi* (*). Nota di ROBERTO BERTOLANI, presentata (**) dal Socio A. STEFANELLI.

SUMMARY. — The somatic mitoses have been observed and analyzed in the adults of three species of *Macrobiotus*. The frequency of animals with somatic mitoses does not vary with the species, but it changes in connection with the moult and the season. Therefore the Tardigrades have not a constant cell number, since many of their tissues are constituted by transient cells.

Martini ha dimostrato che alcuni piccoli Metazoi (Rotiferi, Nematodi) sono costituiti da un numero costante di cellule, le quali precocemente si differenziano perdendo ogni capacità moltiplicativa [1, 2]; ne consegue che tutti gli organi del loro corpo sono costituiti da tessuti perenni, privi di capacità rigenerative. Tra questi animali sono annoverati anche i Tardigradi. Infatti Baumann [3], dopo accurato esame di sezioni istologiche di *Macrobiotus hufelandii*, basandosi anche su dati di precedenti Autori (Basse [4], Plate [5]) sostiene la costanza numerica delle cellule dell'ipoderma e verifica quella del bulbo. Martini [6], mettendo in luce l'importanza biologica della costanza cellulare, ritiene che i Tardigradi abbiano la costanza numerica, oltre che per i dati di Baumann, anche in base ad osservazioni personali sull'intestino medio e sul numero delle cellule gangliari. Richters e Krumbach [7] fanno presente che la costanza cellulare è documentata per il bulbo e forse per l'ipoderma, ma non è provata negli altri tessuti. Nella monografia di Marcus [8] la costanza cellulare è confermata nel bulbo, nell'ipoderma e nei tubi malpighiani di animali appartenenti a varie famiglie, ma non nelle ghiandole pedali ove un aumento dimensionale dopo la muta si effettua mediante moltiplicazione cellulare; in *Echiniscoides sigismundi* Marcus osserva costanza numerica dei globuli cavitari solo nella fase giovanile, quando sono riuniti a formare una sorta di epitelio; in *M. hufelandii* adulti descrive divisioni cellulari nei globuli cavitari e oscillazioni numeriche in rapporto col digiuno e l'ovogenesi; l'Autore osserva infine variazioni numeriche nei gangli nervosi ventrali. Marcus conclude asserendo che la costanza cellulare è parziale, facendo però presente che i Tardigradi non hanno capacità rigenerative. Di recente Immelmann [9] sostiene di nuovo la costanza numerica delle cellule dei Tardigradi e, nonostante le riserve di Marcus, molti trattati di Zoologia considerano questi Metazoi come animali a numero costante di cellule [10, 11, 12].

(*) Ricerca eseguita nell'Istituto di Anatomia comparata dell'Università, Via Berengario 14, 41100 Modena.

(**) Nella seduta del 13 giugno 1970.

Nel corso di un esame citotassonomico sui Tardigradi, avendo osservato alcune mitosi somatiche, ho ritenuto opportuno soffermarmi sull'argomento nell'intento di chiarire la controversa questione. Ho esaminato a questo scopo 650 Tardigradi di varie specie raccolte nei dintorni di Modena. Una parte degli animali è stata utilizzata per la diagnosi sistematica, eseguita su esemplari vivi e quindi montati in polivinil-lattofenolo, seguendo le chiavi dicotomiche di Marcus [8, 13] e di Ramazzotti [14, 15] ⁽¹⁾. Il resto degli animali è stato colorato *in toto* con orceina aceto-lattica; la scelta di questo metodo, invece delle sezioni istologiche, è motivato dalla maggior facilità e rapidità di esame e dalla maggior garanzia di precisi computi mitotici.

I risultati esposti nelle tabelle si riferiscono ad individui adulti di tre specie del genere *Macrobotus* (*M. areolatus* Murray raccolto in inverno, *M. richtersi* Murray raccolto in primavera, *M. hufelandii* Schultze raccolto in entrambe le stagioni).

TABELLA I.

SPECIE	N.	con mitosi	% animali con mitosi	N. totale mitosi	media mitosi per animale
<i>M. hufelandii</i>	225	38	16,9%	70	1,84
<i>M. areolatus</i>	41	5	12,2%	11	2,20
<i>M. richtersi</i>	52	25	48,1%	127	5,08
Totali e medie	318	68	21,4%	208	3,05

I risultati più salienti emersi dai dati numerici e dalle osservazioni compiute possono così riassumersi:

1) Una media di 1 Tardigrado su 5 presenta mitosi somatiche; ne consegue che i Tardigradi non sono animali a costanza numerica cellulare, cioè dopo la schiusa e fino allo stadio adulto continuano a presentare fenomeni cariocinetici nei vari tessuti; in proposito va ricordato che un Metazoo di piccola taglia deve essere necessariamente costituito da un numero ridotto di cellule, pertanto negli organi formati da pochi elementi si può verificare un'apparente costanza cellulare, la quale nel nostro caso, ammesso che esista, deve considerarsi secondaria. Avendo osservato, in accordo con Marcus [8], che i globuli cavitari variano di numero tra gli individui di una stessa specie, ed avendo riscontrato che le mitosi somatiche sono presenti anche in individui di grande taglia, ne consegue che non tutti i tessuti dei Tardigradi sono costituiti da elementi perenni, ma anche da cellule a ciclo vitale più o meno breve.

(1) Ringrazio sentitamente il Prof. G. Ramazzotti per l'autorevole conferma nella determinazione sistematica delle specie.

2) Le mitosi sono state rinvenute in molti tessuti, ma con frequenze diverse; le frequenze più elevate sono state riscontrate tra i globuli cavitari (111 casi in 25 Tardigradi; fig. 1) e tra le cellule di transizione (Übergangszellen di Marcus) dell'intestino medio (74 casi in 35 animali; figg. 3 e 4), più basse sono quelle del retto (10 casi in 7 animali), dei gonodotti (6 casi in 3 animali; fig. 5) e dell'ipoderma (4 casi in 2 animali); solo una mitosi è stata osservata nell'esofago, nelle ghiandole pediali (fig. 6) e nei gangli nervosi ventrali; inoltre in animali che non sono compresi nella tabella ho osservato numerose mitosi a livelli del ganglio nervoso sopraesofageo (due casi in *M. hufelandii* - fig. 2 - e uno in *Milnesium tardigradum*) ed una mitosi a livello di un ganglio nervoso ventrale di *M. hufelandii*. Queste frequenze potrebbero indicare che nei Tardigradi il rinnovo cellulare è un carattere comune a quasi tutti i tessuti; ritengo però che ogni tessuto abbia un proprio ritmo di sostituzione cellulare poiché il tessuto nervoso, pur essendo costituito da molte cellule, ha una bassa frequenza di mitosi.

TABELLA II.

SPECIE	stagione	N.	con mitosi	% animali con mitosi	N. totale mitosi	media mitosi per animale
<i>M. hufelandii</i> . .	inverno	187	22	11,8%	38	1,7
<i>M. hufelandii</i> . .	primavera	38	16	42,1%	32	2

3) L'incidenza di Tardigradi con mitosi somatiche sembra diversa nelle tre specie appartenenti allo stesso genere *Macrobiotus*, infatti essa è del 16,9 % in *M. hufelandii*, del 12,2 % in *M. areolatus* e del 48,1 % in *M. richtersi*; dai miei protocolli però risulta che, ove le differenze sono maggiori, queste coincidono con la diversa stagione di raccolta degli animali (in inverno *M. areolatus* ed in primavera *M. richtersi*). Onde precisare se tale coincidenza fosse o no fortuita, ho considerato separatamente esemplari di *M. hufelandii* raccolti in inverno ed altri raccolti in primavera; i risultati ottenuti (Tabella II) sono statisticamente significativi ($\chi^2 = 18,61$; $p < 0,01$); a ciò si aggiunga che l'analisi dei dati ricavati da animali di specie diverse raccolte nella stessa stagione non ha messo in evidenza differenze statisticamente significative ($\chi^2 = 0,04$ per *M. areolatus* e *M. hufelandii* invernale; $\chi^2 = 0,12$ per *M. richtersi* e *M. hufelandii* primaverile); pertanto tutti questi dati dimostrano che la diversa incidenza di individui con mitosi somatiche va attribuita a fattori ambientali; la frequenza delle mitosi somatiche negli esemplari di *M. hufelandii* in attività cariocinetica non varia al variare della stagione (Tabella II).

4) Poiché i Tardigradi in stadio *simplex* (durante la muta) presentavano spesso mitosi somatiche, ho voluto analizzare il fenomeno. Ho riscon-

trato che la frequenza di individui con mitosi in stadio *simplex* raggiunge il 43,9 % (18/41), mentre in Tardigradi normali essa è del 18,0 % (50/277); tale differenza risulta statisticamente significativa ($\chi^2 = 12,70$; $p < 0,01$); inoltre va sottolineato che in alcuni esemplari di *M. richtersi* in stadio *simplex* il numero delle mitosi è particolarmente alto (9, 13, 21, 24). Ciò dimostra che le mitosi sono influenzate da fattori metabolici.

Ritengo che il fenomeno più saliente emerso dalle presenti osservazioni sia che i Tardigradi non presentano una rigida costanza cellulare; ricordo che Marcus [8], avendo osservato mitosi tra i globuli cavitari e variabilità numerica nelle cellule delle ghiandole pediali e dei gangli nervosi ventrali aveva già posto delle limitazioni alla costanza numerica.

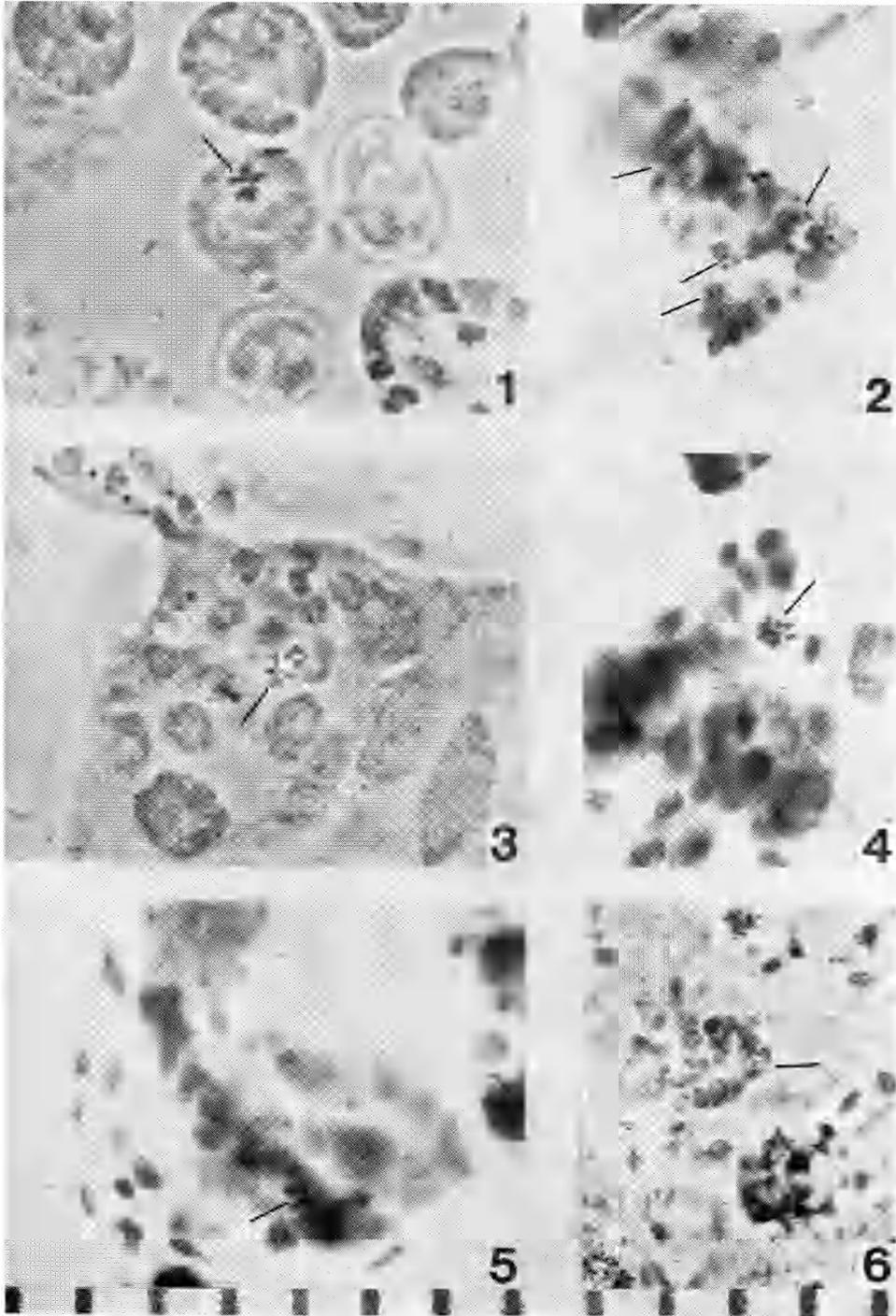
Il reperimento di mitosi somatiche, seppure con diversa frequenza, in quasi tutti i tessuti esclude che i Tardigradi siano costituiti completamente da tessuti ad elementi perenni. È da mettere inoltre in evidenza che Baumann [3] e Marcus [8], in *Macrobotus*, sostengono la costanza cellulare del bulbo, riscontrando però numeri cellulari diversi (rispettivamente 30 e 51); infine che Baumann [3] descrive 19 coppie di cellule nell'ipoderma dorsale, mentre Marcus [8] ne enumera 24.

Osservazioni in corso sono intese a verificare se negli organi ben delimitati e costituiti da un relativamente basso numero cellulare, nei quali sono state osservate mitosi, vi sia una costanza numerica secondaria.

Riassumendo: negli adulti di Tardigradi appartenenti al genere *Macrobotus* sono state osservate ed analizzate mitosi somatiche in vari tessuti. La frequenza di individui con mitosi somatiche non varia nelle tre specie esaminate, ma si modifica in rapporto con la muta e con la stagione. Pertanto i Tardigradi non hanno costanza numerica cellulare, poiché molti dei loro tessuti sono costituiti da cellule a ciclo vitale limitato.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] E. MARTINI, «Anat. Anz.», 32, Suppl., 132-134 (1908).
- [2] E. MARTINI, «Zeitschr. wiss. Zool.», 102, 425-645 (1912).
- [3] H. BAUMANN, «Zool. Anz.», 52, 56-66 (1920).
- [4] A. BASSE, «Zeitschr. wiss. Zool.», 80, 259-281 (1905).
- [5] L. H. PLATE, «Zool. Jahrb.», Abt. Anat. Ont., 3, 487-550 (1888).
- [6] E. MARTINI, «Zeitschr. Anat. Entwicklungsg.», 70, 179-259 (1923).
- [7] F. RICHTERS e T. KRUMBACH in K. KUKENTALS *Handbuch der Zoologie*, V, (Berlin und Leipzig, 1926).
- [8] E. MARCUS, in: BRONNS *Klassen und Ordnungen des Tierreichs*, V, (Leipzig, 1929).
- [9] K. IMMELMANN, «Viertel. Naturf. Ges. Zürich, Festschr. Steiner», 104, 300-306 (1959).
- [10] G. COLOSI, *Zoologia e biologia generale* (Torino, 1967).
- [11] A. KAESTNER, *Invertebrate Zoology* (New York, 1968).
- [12] M. SALFI, *Zoologia* (Milano, 1965).
- [13] E. MARCUS, in: *Das Tierreich*, LXVI (Berlin und Leipzig, 1936).
- [14] G. RAMAZZOTTI, «Mem. Ist. Ital. Idrobiol.», 14, 1-595 (1962).
- [15] G. RAMAZZOTTI, «Mem. Ist. Ital. Idrobiol.», 19, 101-212 (1965).



Mitosi somatiche nei globuli cavitari (fig. 1), nel cervello (fig. 2), nell'intestino medio (figg. 3 e 4), in un gonodotto (fig. 5) ed in una ghiandola pedale (fig. 6) di *Macrobiotus hufelandii*.

(Fig. 1 e 3 in contrasto di fase. Ogni intervallo delle scale = 10 μ).