

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

# RENDICONTI

---

BRUNO BERTOLINI

## Desmosomi «intracitoplasmatici» nelle cellule di glia

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 39 (1965), n.5, p. 367–371.*  
Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1965\\_8\\_39\\_5\\_367\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1965_8_39_5_367_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.** — *Desmosomi «intracitoplasmatici» nelle cellule di glia* (\*).  
Nota di BRUNO BERTOLINI, presentata (\*\*) dal Corrisp. A. STEFANELLI.

I desmosomi, secondo l'interpretazione di Bizzozzero (1870 [1]), confermata poi dalla microscopia elettronica (Porter 1954 [2]), sono delle strutture simmetriche, formate da due cellule a contatto, e destinate a mantenerne la coesione meccanica.

La differenziazione in desmosomi di zone discrete della superficie cellulare nelle zone di contatto tra due cellule è stata analizzata da Overton (1962 [3]); le sue osservazioni mostrano come le due metà del desmosoma inizino a differenziarsi in sincronia ed in modo simmetrico nelle due cellule contigue.

In generale si può dire, quindi, che il desmosoma sia una struttura simmetrica, formata da due metà appartenenti a cellule distinte. Desmosomi «asimmetrici», che appaiono come metà di un normale desmosoma, sono stati descritti quali meccanismi di adesione tra uno strato di cellule e la membrana basale su cui esse poggiano (Selby, 1955 [4]; Charles e Smiddy, 1957 [5]; Weiss e Ferris 1954 [6]; Bertolini, 1964 [7]).

Nel midollo spinale della Lampreda, che è il materiale su cui sono state condotte le presenti osservazioni, ed in generale nel tessuto nervoso (Schultz, Berkowitz e Pease, 1956 [8]; Maturana, 1960 [9]; Gray, 1961 [10]; Rosenbluth e Palay, 1961 [11]; Bertolini, 1963 [12]), le cellule gliali sono connesse da desmosomi, che contribuiscono a stabilizzare meccanicamente l'impalcatura gliale, e forse rappresentano anche dei punti attivi di scambio ed interazione tra le cellule associate (Stefanelli, 1964 [13]).

Lo scopo di questa Nota è di descrivere e di discutere la presenza e l'origine di particolari strutture osservate all'interno del citoplasma delle cellule di glia nel midollo spinale della Lampreda; strutture che, dal punto di vista morfologico e per la loro origine, sono definibili come desmosomi «intracitoplasmatici».

#### MATERIALE E METODO.

Tratti del midollo spinale di varie specie di Lamprede (*Lampetra planeri* (Bloch), *L. Zanandreaei* (Vladykov) e *L. fluviatilis* (L.)) sono stati fissati per 1.30 h in OsO<sub>4</sub> 2% in tampone fosfato (Millonig, 1962 [14]) ed inclusi in metacrilato. Le sezioni sono state eseguite con l'Ultrotome LKB, colorate col piombo, secondo il metodo A di Karnovsky (1961 [15]) e fotografate con il microscopio elettronico Hitachi HU-11.

(\*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Anatomia comparata «G. B. Grassi» dell'Università di Roma e nel Centro di Neuroembriologia del C.N.R. con i fondi del Gruppo di ricerca di Embriologia.

(\*\*) Nella seduta del 13 novembre 1965.

## DESCRIZIONE DEI RISULTATI.

Le cellule di glia del midollo spinale della Lampreda sono connesse da numerosi desmosomi, di aspetto tipico (Bertolini, 1964 [7]). In queste zone di attacco le membrane plasmatiche delle due cellule sono equidistanti, a circa 300 Å una dall'altra, e sulla loro faccia interna è addensata una sostanza opaca, in cui convergono i fasci di gliofilamenti (Tav. II, fig. 2).

Oltre a questi desmosomi, che uniscono due cellule contigue, si possono osservare a volte delle cellule di glia, all'interno del cui citoplasma sono presenti numerose strutture del tutto simili ai tipici desmosomi, ora descritti (Tav. I, fig. 1). Questi desmosomi « intracitoplasmatici » connettono due brevi estensioni di membrane parallele, che appaiono in continuità l'una dell'altra nella zona circostante il desmosoma (Tav. II, figg. 4 e 5). Questo particolare tipo di struttura è stato osservato soltanto nel midollo spinale della *L. fluviatilis*, ed in un numero relativamente piccolo di cellule gliali, che per altro apparivano del tutto identiche al resto dei gliociti.

I desmosomi « intracitoplasmatici » connettono due zone parallele della superficie di una piccola cavità chiusa, delimitata da una membrana che, nelle sezioni, appare senza alcuna connessione con la superficie cellulare. In alcuni casi i tratti di membrana che uniscono le due metà simmetriche del desmosoma sono scomparsi, ed il desmosoma « intracitoplasmatico » appare formato esclusivamente dai due tratti paralleli della membrana plasmatica, con la sostanza densa aderente a quella che in un desmosoma tipico è la superficie intracellulare. In questi casi quindi il desmosoma è per così dire libero, cioè non connesso ad altre strutture membranose. I « desmosomi intracitoplasmatici » sono stati osservati non solo all'interno dei prolungamenti dei gliociti, ma addirittura nella zona perinucleare (Tavv. I e II, figg. 1 e 4).

A volte è possibile osservare un desmosoma che connette due espansioni citoplasmatiche di una stessa cellula di glia (Tav. II, fig. 3); in genere si tratta di una stretta invaginazione della superficie cellulare, che si approfonda nel citoplasma, e le sue pareti parallele sono unite per un tratto da un desmosoma. In questo caso, benché il desmosoma sia situato profondamente nel citoplasma, esso appare chiaramente in relazione con la superficie della cellula. Questo aspetto verrà discusso perché può facilmente spiegare l'origine dei desmosomi « intracitoplasmatici ».

## DISCUSSIONE.

Dal punto di vista morfologico, i desmosomi intracitoplasmatici sono del tutto simili ai normali desmosomi disposti alla superficie della cellula. L'unica differenza osservabile è che essi non sono connessi con i gliofilamenti, o lo sono in scarsa misura, al contrario quindi dei desmosomi normali, su su cui vanno ad inserirsi i fasci di filamenti che pervadono tutto il citoplasma

dei gliociti. Questa identità di struttura e l'osservazione che esistono dei desmosomi che connettono due parti di una stessa cellula, formando una connessione tra due zone della membrana plasmatica delimitante una invaginazione della superficie cellulare, permettono di proporre una serie di tappe di passaggio fino alla formazione di un «desmosoma intracitoplasmatico» non più connesso alla membrana cellulare.

Le cellule di glia sono capaci di formare diversi tipi di connessioni tra le loro membrane (giunzioni a cinque strati, desmosomi e barre terminali (Schultz, Berkowitz e Pease, 1956 [8]; Maturana, 1960 [9]; Gray, 1961 [10]; Rosenbluth e Palay, 1961 [11]; Bertolini, 1963, 1964 [12] [7]; la loro membrana plasmatica è capace di riconoscere, per così dire, la membrana delle altre cellule con cui viene a contatto; di conseguenza questo tipo di connessione meccanica non viene a formarsi in rapporto alla membrana neuronale ma in generale soltanto in rapporto con la membrana di altre cellule di glia.

Questa adesività selettiva (Weiss, 1961 [16]), non arriva però a discriminare la propria membrana plasmatica, quando causalmente due prolungamenti vengono a contatto, da quella delle cellule vicine. Si formano quindi dei desmosomi che connettono due parti di una stessa cellula (Tav. II, fig. 3).

In seguito questa regione della membrana plasmatica può venir retratta all'interno del corpo cellulare, con un processo simile a quello che si attua nella fagocitosi, distaccandosi così dalla superficie cellulare; il desmosoma connette quindi due zone opposte di quello che potrebbe essere definito come un vacuolo di fagocitosi (Tav. II, figg. 4 e 5).

L'ultimo stadio è la scomparsa della membrana del vacuolo, e la liberazione del desmosoma all'interno del citoplasma (Tav. I, fig. 1).

La notevole resistenza dei desmosomi ad un processo di autofagia, che demolisce le strutture membranose che ad essi si accompagnano, non deve stupire, dato che essi sono tra le strutture più resistenti all'autolisi (Stefanelli, Zacchei e Caravita, 1964 [17]) e mantengono la loro tipica struttura anche quando le membrane plasmatiche vengono separate in una frazione pura preparata con la centrifugazione (Benedetti e Bertolini, 1963 [18]).

Vi è naturalmente da tener presente la possibilità che alcune delle immagini osservate non siano effettivamente quelle di desmosomi che connettono due regioni della superficie di un vacuolo completamente circondato dal citoplasma, ma piuttosto di uno stretto e tortuoso canale ancora connesso con lo spazio extracellulare, e non riconoscibile su di una sezione. Immagini come quella della Tav. I, fig. 1, in cui si possono contare ben sette «desmosomi intracitoplasmatici» nella stessa cellula, senza che nessuno di essi appaia connesso con un tratto di questi ipotetici canali, sembrano fare escludere però questa possibilità. Tutti i desmosomi osservati profondamente nel citoplasma sono connessi soltanto con piccole vescicole membranose, ed un rapporto con la membrana plasmatica è riconoscibile esclusivamente per desmosomi che uniscono due espansioni della stessa cellula e che sono situati chiaramente ancora alla superficie cellulare.

La possibilità che i desmosomi possano venir trascinati all'interno della cellula, con un processo simile a quello della formazione dei vacuoli di fagocitosi, è stata dimostrata da Overton (1962 [3]), su culture di cellule dissociate dal blastoderma dell'embrione di pollo. Trattandosi di cellule dissociate, le due metà del desmosoma, formato dalle due cellule contigue, si sono separate, e le cellule hanno potuto trasportare i mezzi desmosomi all'interno del citoplasma sulla superficie di un vacuolo paragonabile ad un vacuolo di fagocitosi.

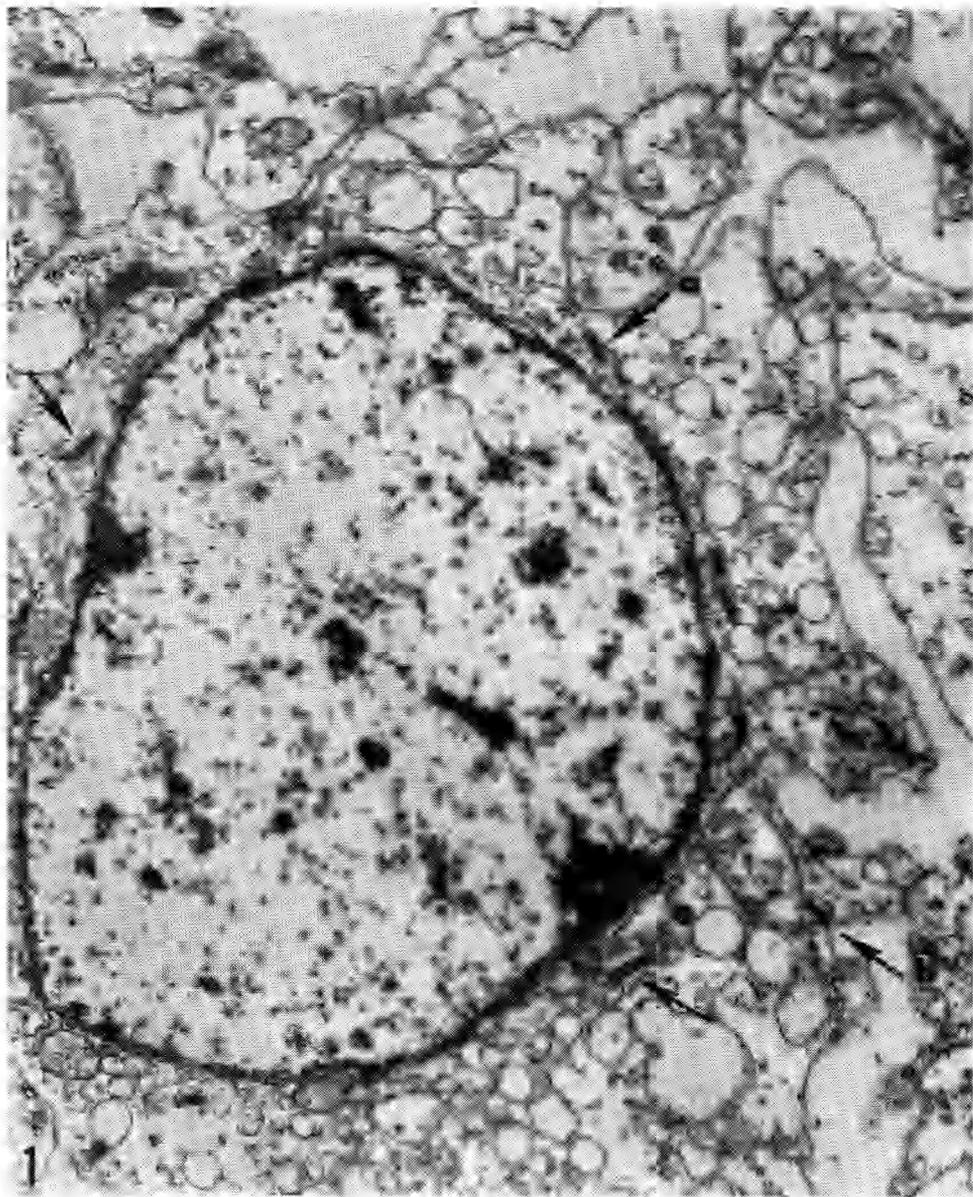
È difficile definire quale possa essere il significato funzionale del fenomeno descritto nella presente Nota, ed il destino ultimo dei « desmosomi intracitoplasmatici ». Evidentemente una cellula può trasportare all'interno del suo citoplasma soltanto la metà di un desmosoma, come nel caso di Overton, o un desmosoma intero, purché questo unisca due parti della stessa cellula, e non due cellule differenti, come avviene di regola tra i gliociti.

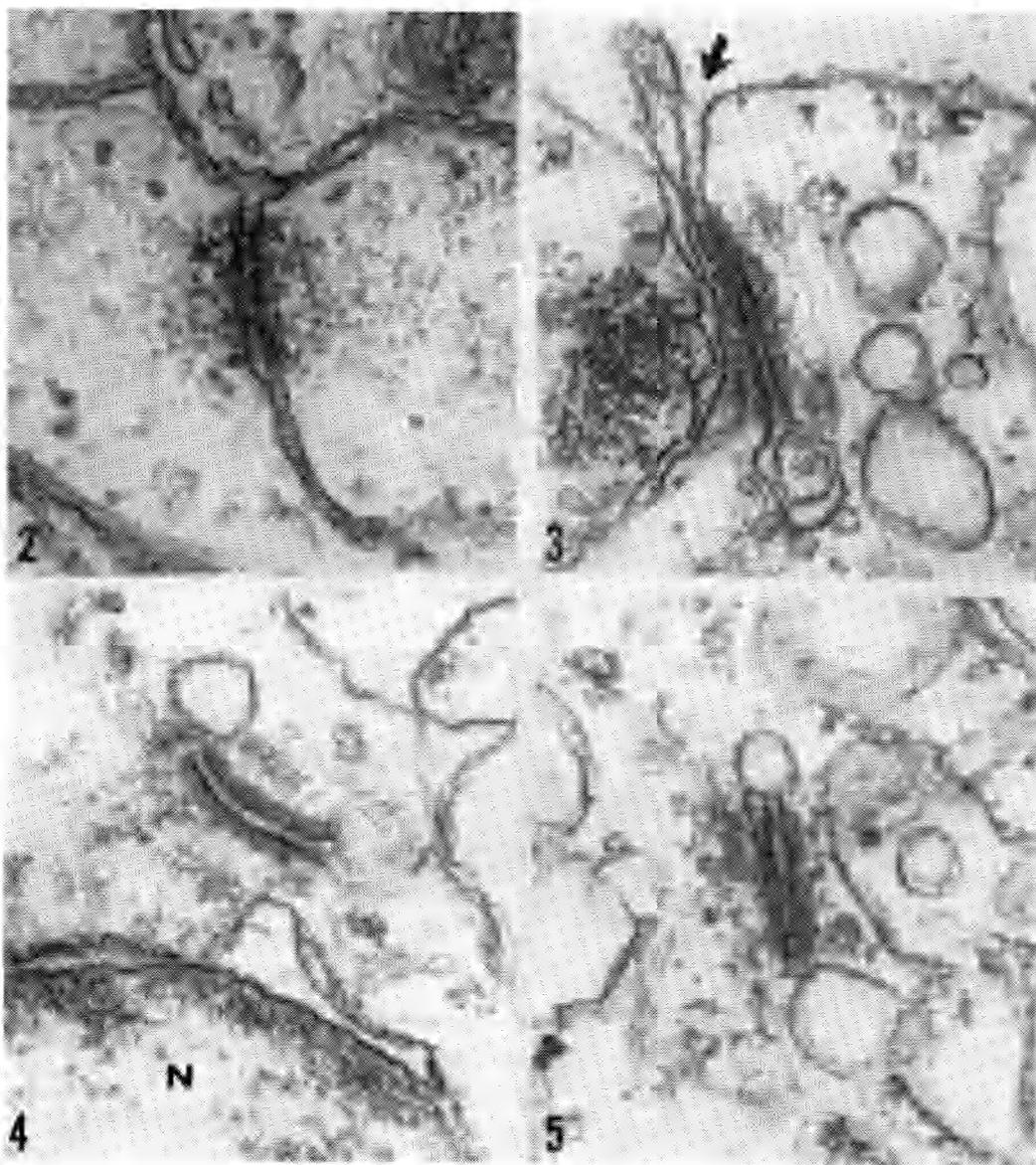
#### CONCLUSIONI.

I desmosomi possono venir considerati come dei « marcatori » considerevolmente stabili di un tratto della membrana plasmatica, e quindi il loro trasporto verso l'interno della cellula è un indizio morfologico di quel continuo ricambio della membrana plasmatica, definito da Bennett (1956 [19]) come *membrane flow*; la membrana plasmatica quindi, come d'altronde ogni altro organello cellulare, va considerata come un componente cellulare fisiologicamente attivo che non è stabile neanche da un punto di vista morfologico, dato che è una struttura in continuo rimaneggiamento, per la introduzione di nuove molecole ed il riassorbimento e la trasformazione di parti già formate.

#### BIBLIOGRAFIA.

- [1] G. BIZZOZZERO, « Rend. r. Ist. Lomb. », 3, 675 (1870).
- [2] K. PORTER, « Anat. Rec. », 118, 433 (1954).
- [3] J. OVERTON, « Developmental Biology », 4, 532 (1962).
- [4] C. C. SELBY, « J. Biophys. Biochem. Cytol. », 1, 429 (1955).
- [5] R. CHARLES e F. G. SMIDDY, « J. Invest. Dermatol. », 29, 327 (1957).
- [6] P. WEISS e W. FERRIS, « Exptl. Cell Res. », 6, 546 (1954).
- [7] B. BERTOLINI, « J. Ultrastruct. Res. », 11, 1 (1964).
- [8] R. SCHULTZ, E. C. BERKOWITZ e D. C. PEASE, « J. Morphol. », 98, 251 (1956).
- [9] H. R. MATURANA, « J. biophys. biochem. Cytol. », 7, 107 (1960).
- [10] E. G. GRAY, « J. Anat. », 95, 345 (1961).
- [11] J. ROSEBLUTH e S. L. PALAY, « J. biophys. biochem. Cytol. », 9, 853 (1961).
- [12] B. BERTOLINI, « Atti Accad. Naz. Lincei », Rend. Classe Sci. fis., mat. e nat. (8), 34, 717 (1963).
- [13] A. STEFANELLI, « Atti Accad. Naz. Lincei », Rend. Classe Sci. fis., mat. e nat. (8) 36, 31 (1964).
- [14] G. MILLONIG, *Electron Microscopy*, 5th International Congress for Electron Microscopy, P-8., Ed. S. S. Breese, Academic Press, New York-London (1962).





- [15] M. J. KARNOVSKY, « J. biophys. biochem. Cytol. », *II*, 729 (1961).  
[16] L. WEISS, « Exp. Cell Res. », Suppl., *8*, 141 (1961).  
[17] A. STEFANELLI, A. M. ZACCHEI e S. CARAVITA, « Rend. Ist. Sci. Camerino », *5*, 141, (1964).  
[18] E. L. BENEDETTI e B. BERTOLINI, « J. Roy. Micr. Soc. », *81*, 219 (1963).  
[19] H. S. BENNETT, « J. biophys. biochem. Cytol. », Suppl. *2*, 99 (1956).

SUMMARY. — Peculiar structures, resembling «intracytoplasmic» desmosomes are present in the cytoplasm of some glial cells in the spinal cord of the Lamprey.

The process through which these structures possibly originate is discussed, and the possibility is stressed that these displaced desmosomes can be considered as morphological «markers», of a renewal of discreet regions of the plasma membrane: that is, of a membrane flow.

## SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I E II

### TAVOLA I.

Fig. 1. — Una cellula gliale del midollo spinale della Lampreda, nel cui citoplasma sono presenti numerosi «desmosomi intracitoplasmatici» (freccie). La freccia segnata con *a* indica un desmosoma che non appare più connesso con strutture membranose vescicolari; quella segnata con *b* indica invece un desmosoma che connette due espansioni citoplasmatiche appartenenti alla stessa cellula.  $\times 9.000$  circa.

### TAVOLA II.

Fig. 2. — Un desmosoma che connette le membrane plasmatiche di due cellule gliali adiacenti.  $\times 74.000$ .

Fig. 3. — Desmosoma che unisce due regioni parallele della membrana plasmatica di una stessa cellula di glia, sui due lati di una invaginazione (freccia) della superficie cellulare.  $\times 67.000$ .

Fig. 4. — Desmosomi all'interno del citoplasma, in vicinanza del nucleo (N).  $\times 67.000$ .

Fig. 5. — I due tratti di membrana plasmatica che formano il «desmosoma intracitoplasmatico», sono connessi da un breve tratto di membrana espanso in forma di vescicola.  $\times 67.000$ .