
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI

RENDICONTI

MASSIMO TREVISI

Modalità di accrescimento delle cellule nervose del ganglio spirale del Corti nella Cavia Cobaya durante la vita embrionale

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 33 (1962), n.5, p.
333-339.*

Accademia Nazionale dei Lincei

http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1962_8_33_5_333_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/>

Istologia. — *Modalità di accrescimento delle cellule nervose del ganglio spirale del Corti nella Cavia Cobaya durante la vita embrionale* (*).
Nota di MASSIMO TREVISI, presentata (**) dal Socio O. M. OLIVO.

Nel corso di precedenti ricerche condotte con metodo statistico sulla grandezza dei neuroni del ganglio spirale del Corti [1], ho potuto dimostrare che la grandezza di tali cellule aumenta sensibilmente dal segmento apicale del ganglio al segmento basale. Il volume dei neuroni del segmento basale del ganglio risultava, infatti, più che raddoppiato rispetto a quello dei neuroni del segmento apicale.

Col presente lavoro mi sono proposto di studiare con la maggiore esattezza possibile, le modalità di accrescimento delle cellule nervose del ganglio in argomento poiché non mi risulta che ciò sia stato fatto in precedenza, al fine di osservare se la differenza di grandezza tra i due gruppi di neuroni si stabilisce durante la vita intrauterina e, in tal caso, con quali modalità precede fino alla nascita.

Le ricerche sono state eseguite su *Cavia Cobaya* a 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70 giorni di sviluppo e nel feto nato a termine. Le coclee venivano fissate in liquido di Bouin-Allen mediante perfusione, incluse in celloidina-paraffina e sezionate in direzione normale all'asse del modiolio in fettine di 16 μ . Per le misure ho fatto uso d'un microscopio Reichert (lunghezza del tubo 204), d'un obiettivo ad immersione omogenea Wild 100 \times e d'un oculare con scala micrometrica ciascuna divisione della quale corrispondeva a 1 μ . L'unità di misura era 1 μ . Di ogni ganglio ho misurato oltre mille cellule che ho raggruppato in classi con differenza progressiva della lunghezza del diametro medio di 1 μ separatamente per il segmento apicale, quello medio o quello basale. La tecnica e la metodologia statistica impiegate sono state già esposte nella precedente pubblicazione [1]. Per lo studio della variazione di grandezza dei neuroni del ganglio in argomento ho preferito tener conto d'una grandezza lineare, anziché dei volumi, perché quella è la grandezza realmente misurata.

A 14 giorni di sviluppo le cellule nervose che si potevano identificare bene e misurare risultavano, secondo la Tabella I, distribuite in cinque classi (da 7 μ a 11 μ di diametro), con valori di massima frequenza di 8 μ per i segmenti apicale e medio del ganglio e di 9 μ per il segmento basale. La media dei diametri medi del segmento apicale (Ma) era di 8,4 μ e quella del segmento basale (Mb) di 8,6 μ con una differenza fra le due medie eguale a 0,2 μ .

(*) Dall'Istituto di Anatomia Umana Normale di Bologna.

(**) Nella seduta del 17 novembre 1962.

TABELLA I.

Segmento del ganglio (14 gg. di sviluppo)	(μ)					M	σ
	7	8	9	10	11		
Apicale (327 cellule)	48	150	99	24	6	8,4	0,9
Medio (311 cellule)	24	146	123	18	—	8,4	0,7
Basale (380 cellule)	30	145	156	49	—	8,6	0,8
TOTALE (1018 cellule)	102	441	378	91	6	8,5	0,8

$$3\sigma_m = 0,06 \times 3 = 0,18$$

$$M_b - M_a = 0,2 \approx 3\sigma_m$$

Nel feto a termine, i neuroni dei segmenti apicale e medio sono distribuiti (Tabella II) in otto classi (da 6μ a 13μ di diametro) con valori di massima frequenza di 10μ per il primo e di 11μ per il secondo dei segmenti indicati; nel segmento basale del ganglio la distribuzione dei neuroni è compresa in dieci classi (da 8μ a 17μ di diametro), con valore di massima frequenza di 12μ . La differenza fra le medie dei diametri medi dei segmenti basale e apicale del ganglio è uguale a $2,5 \mu$.

Si può, quindi, osservare che le due medie M_b ed M_a risultano già abbastanza distinte a 14 giorni di sviluppo e, da questo periodo della vita embrionale in poi, la differenza $M_b - M_a$ diviene sempre più evidente in rapporto all'accrescimento dei neuroni del ganglio spirale del Corti che raggiungono, nel feto a termine, valori medi di $10,1 \mu$ e $10,5 \mu$, rispettivamente, nei segmenti apicale e medio e valori medi di $12,6 \mu$ di grandezza nel segmento basale.

TABELLA II.

Segmento del ganglio (feto a termine)	(μ)											M	σ	
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			17
Apicale (344 cellule)	—	2	20	79	115	98	25	5	—	—	—	—	10,1	1,0
Medio (364 cellule)	1	8	37	74	81	111	54	8	—	—	—	—	10,5	1,4
Basale (359 cellule)	—	—	7	9	34	47	84	68	55	39	13	4	12,6	1,8
TOTALE (1067 cellule)	1	10	64	162	230	256	163	81	55	39	13	4	11,1	1,9

$$3\sigma_m = 0,11 \times 3 = 0,33$$

$$M_b - M_a = 2,5 > 3\sigma_m$$

Quanto sopra esposto, risulta in maniera particolarmente chiara dall'esame dei poligoni di frequenza dei diametri medi delle cellule nervose dei segmenti apicale e basale del ganglio riportati nella fig. 1. Si può, infatti, osservare che il poligono che rappresenta, a 14 giorni di sviluppo, la distribuzione dei neuroni del segmento basale del ganglio spirale del Corti risulta, già in questo momento dello sviluppo, complessivamente spostato verso valori più alti di quelli del segmento apicale. Tale differenza di grandezza fra i due gruppi di neuroni appare molto più accentuata nel feto a termine. Si rileva, inoltre, che passando dal 14° giorno di sviluppo alla nascita, la grandezza media delle cellule gangliari del segmento apicale aumenta del 25 %, mentre quella delle cellule del segmento basale aumenta del 46 %. Il grafico dimostra che tutti i neuroni del ganglio spirale aumentano di volume, ma l'incremento è, in senso assoluto e relativo, maggiore nel segmento basale che in quello apicale.

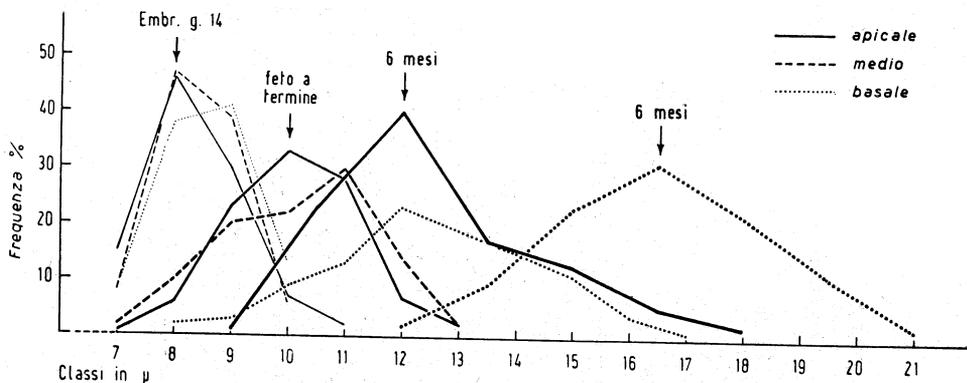


Fig. 1. - Poligono di frequenza dei diametri medi dei neuroni del ganglio spirale del Corti nella *Cavia Cobaya* a 14 giorni di sviluppo, nel feto a termine e a sei mesi di età.

Per quanto si riferisce all'aumento numerico delle cellule nervose del ganglio spirale del Corti, nella *Cavia Cobaya*, credo di poter affermare che esso avviene in un periodo precoce dello sviluppo, in accordo con quanto già osservato da Morpurgo e Tirelli [2] nei gangli spinali del coniglio e da Olivo, Porta e Barberis [3] nei gangli spinali degli embrioni di pollo. A partire, infatti, dal 14° giorno di sviluppo le cellule del ganglio spirale erano già differenziate in neuroblasti e non era possibile trovare alcun elemento in mitosi.

Nella Tabella III sono riassunti i dati riferentisi a tutti i casi esaminati nei diversi periodi dello sviluppo. Sono riportate le medie dei diametri medi delle cellule nervose dei segmenti apicale, medio e basale del ganglio ed i relativi valori modaliali, le medie totali e la moda totale con i relativi errori, le differenze tra le medie dei diametri medi delle cellule dei segmenti basale e apicale dei singoli gangli, lo scarto della differenza fra le medie ed il suo triplo. Questa Tabella consente di seguire l'accrescimento dei diametri medi dei singoli gruppi di neuroni nei diversi periodi dello sviluppo e di rendersi conto del progressivo aumento assoluto e relativo della differenza fra le medie dei segmenti basali e apicali dei gangli.

TABELLA III.

Periodo di sviluppo.	Ma	Moda	σ	Mm	Moda	σ	Mb	Moda	σ	Mt	Moda	σ	Mb—Ma	$\frac{Mb-Ma}{Mt}$	σm	$3\sigma m$
14 giorni	8,4	8	0,9	8,4	8	0,7	8,6	9	0,8	8,5	8	0,8	0,2	0,02	0,06	0,18
21 »	9,1	9	1,1	9,7	10	1,1	9,8	10	1,0	9,5	10	1,1	0,7	0,10	0,08	0,24
28 »	8,6	8	0,7	8,8	9	0,8	9,5	10	1,1	9,0	9	1,0	0,9	0,10	0,06	0,18
35 »	9,9	10	1,7	10,4	10	1,5	10,6	11	1,6	10,3	11	1,6	0,7	0,07	0,12	0,36
42 »	10,0	10	1,3	10,1	10	1,1	11,1	11	1,4	10,4	10	1,4	1,1	0,11	0,10	0,30
49 »	9,3	8,5	1,4	10,0	10	1,5	11,5	11	1,5	10,2	10	2,0	2,2	0,22	0,11	0,33
56 »	9,7	10	1,2	9,7	10	1,5	11,2	11	1,2	10,2	10	1,5	1,5	0,14	0,09	0,27
63 »	8,7	8	1,0	10,0	10	1,1	10,8	11	1,2	9,9	10	1,4	2,1	0,21	0,08	0,24
70 »	9,7	10	1,1	9,8	10	1,1	12,0	12	1,5	10,5	10	1,3	2,3	0,22	0,10	0,30
feto a term.	10,1	10	1,0	10,5	11	1,0	12,6	12	1,8	11,1	11	1,9	2,5	0,23	0,11	0,33

Per la spiegazione delle Tabelle vedi nel testo.

L'accrescimento dei diametri medi dei neuroni di questi due ultimi segmenti del ganglio è rappresentato, nella fig. 2, da due curve che dimostrano come esso avvenga in maniera uniforme: partendo da valori molto vicini fra loro al 14° giorno di sviluppo, le due curve tendono ad allontanarsi fino alla nascita. Tale fatto, come si è già rilevato in precedenza, dipende, evidentemente, da un più rapido accrescimento dei neuroni del segmento basale che, nel medesimo periodo di tempo, raggiungono una maggiore grandezza.

Nella fig. 3 ove si riporta, in funzione del tempo, la differenza della media dei diametri medi dei neuroni del segmento basale e del segmento apicale del ganglio spirale del Corti in rapporto alla media totale dei diametri medi misurati, si può rilevare che, mentre a 14 giorni di sviluppo il valore medio

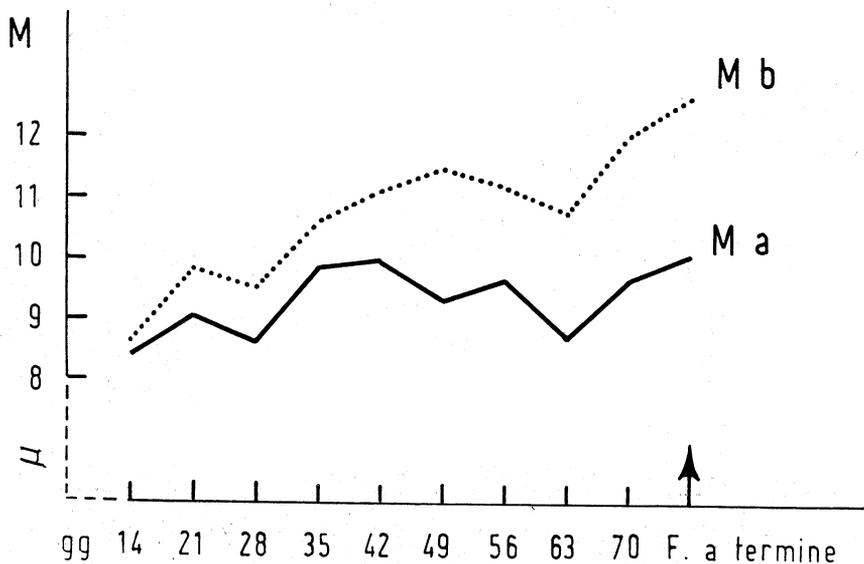


Fig. 2. - Variazione della media aritmetica dei diametri medi del segmento apicale e del segmento basale del ganglio in funzione del tempo.

delle cellule gangliari del segmento basale supera quello delle cellule del segmento apicale del 2%, nel feto a termine lo supera del 23%.

Ritengo, perciò, di poter affermare che la differenza di grandezza tra i neuroni del segmento apicale e quelli del segmento basale del ganglio spirale del Corti, nella *Cavia Cobaya*, è già apprezzabile al 14° giorno di sviluppo e, da questo momento fino alla nascita, cresce in maniera pressoché lineare.

È, certamente, interessante constatare che le differenze di grandezza media delle cellule gangliari si istituiscono già durante la vita embrionale, molto prima che ad esse pervengano stimoli specifici, e che divengono più evidenti nell'animale adulto. Riesce, tuttavia, difficile interpretare il significato fisiologico di questo fatto.

È possibile pensare che la diversa grandezza dei neuroni del ganglio spirale del Corti dipenda dall'ampiezza del territorio d'innervazione o dalla

diversa lunghezza delle fibre nervose, ma si deve osservare, a questo proposito, che mentre le differenze nella lunghezza delle fibre nervose periferiche sono molto piccole, delle fibre nervose centrali risultano più lunghe proprio quelle provenienti dal segmento apicale del ganglio spirale, dove i pirenofori sono più piccoli. Per le stesse fibre del sistema spirale è discusso se tutte rappresentino fibre provenienti dal ganglio spirale. In genere si ritiene (Bocca [4]) che, almeno in parte, siano formate da ramificazioni periferiche di cellule che si trovano in una particolare espansione del ganglio vestibolare situata vicino al modiolò (ganglio di Boettcher) che raggiungono la coclea attraverso l'anastomosi vestibolo-cocleare di Oort, oppure (Postmann e Fernández [4]) si pensa che possa trattarsi di fibre del fascio di Rasmussen che corrono nel ramo inferiore del nervo vestibolare e passano alla coclea attra-

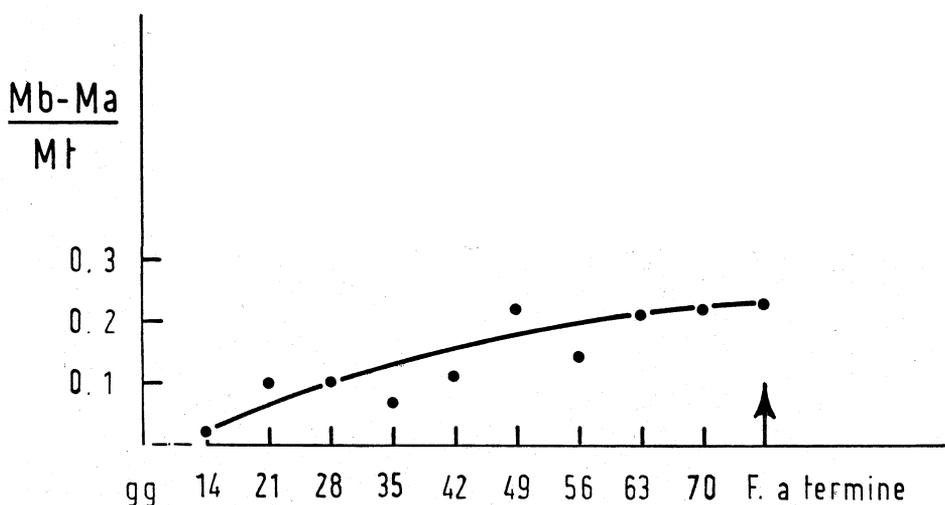


Fig. 3. - Variazione del rapporto della differenza della media dei diametri medi dei neuroni dei segmenti basale e apicale del ganglio con la media totale, in funzione del tempo.

verso l'anastomosi di Oort. Fibre efferenti che dal fascio di Rasmussen raggiungono le cellule sensoriali dell'organo del Corti sono state, infatti, recentemente dimostrate anche da Iurato [5], nel corso di ricerche col microscopio elettronico.

Potrebbe darsi anche che, nel periodo embrionale, l'accrescimento dei neuroni del segmento basale del ganglio sia più rapido in quanto la loro maturazione precederebbe quella dei neuroni dei segmenti più alti; in tal caso, però, le differenze di grandezza osservate si dovrebbero attenuare con l'età, anziché farsi più accentuate.

Penso, infine, che sia necessario prendere in considerazione anche altri elementi, nel tentativo di far luce su quest'aspetto poco chiaro del problema. È noto che il giro basale dell'organo del Corti percepisce i toni alti e, quello apicale, i toni bassi. La percezione acustica della cavia non è ben conosciuta:

secondo i dati di Horton [6] riportati da Werner e secondo Stevens, Davis e Lurie [7], citati nel testo di fisiologia del Best e Taylor, le frequenze udibili sarebbero comprese in otto ottave (da 64 a 8192 hertz). Nell'Uomo il valore di soglia degli stimoli acustici va da 16 a 20.000 hertz, ma le frequenze che l'orecchio umano può udire meglio sono comprese in otto ottave corrispondenti a quelle indicate per l'orecchio della cavia; la stessa voce umana è compresa nell'intervallo di circa quattro ottave, con frequenze che vanno da 81 a 488 hertz per il maschio e da 174 a 1044 hertz per la femmina. Evidentemente, producendo suoni acuti o suoni bassi della stessa intensità, in un dato ambiente, il numero d'impulsi che l'orecchio riceve è maggiore per i toni acuti. Nella musica, generalmente, si usano solo i suoni di frequenza compresa fra 25 e 4500 hertz, cioè quelli contenuti in un intervallo di circa sette ottave e mezza. Limitandosi, ora, alla sola gamma dei suoni musicali si può osservare che le frequenze minime e quelle massime stanno fra loro come 1 : 160! Mi sembra, perciò, che sulla base di questi dati si possa pensare, almeno in via ipotetica, che fra i fattori capaci di determinare le differenze di grandezza dei neuroni del ganglio spirale del Corti possa avere importanza anche la quantità d'impulsi che i singoli neuroni ricevono dalla periferia e devono, successivamente, trasmettere ai centri nervosi. Queste differenze di grandezza, già esistenti alla nascita perché trasmesse ereditariamente, divengono più accentuate in seguito, quando la coclea è in grado di ricevere le stimolazioni sonore provenienti dall'ambiente esterno.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] TREVISI M., *Rilievi statistici sulla grandezza dei neuroni del ganglio spirale dei Corti* (Cavia Cobaya), « Monit. Zool. It. », 67, Suppl., 477 (1959).
- [2] MORPURGO e TIRELLI, *Sullo sviluppo dei gangli intervertebrali del coniglio*, « Ann. di Fren. e Sc. affini », 3 (1892).
- [3] OLIVO O. M., PORTA E., BARBERIS L., *Modalità di accrescimento delle cellule dei gangli spinali nel pollo durante la vita embrionale e postnatale*, « Arch. It. Anat. Embriol. », 30, 34 (1932).
- [4] BOCCA, POSTMANN, FERNÁNDEZ, citati da BAIRATI A., in: *Trattato di Anatomia Umana*, vol. 3°, « Minerva Medica », Milano 1961.
- [5] IURATO S., *Fibre efferenti alle cellule sensoriali dell'organo del Corti*, Comunicaz. al XXII Convegno Nazionale Soc. It. Anat., Ferrara, 15-17 ottobre 1962.
- [6] HORTON G. P., citato da WERNER CL. F. in: *Das Labyrinth - Bau, Funktionen und Krankheiten des Innenohres*, Thieme, Leipzig 1940.
- [7] STEVENS S.S., DAVIS H., LURIE M. H., citati da BEST C. H. e TAYLOR N. B. in: *Le basi fisiologiche della pratica medica*, Vallardi, Milano 1958.