
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

PAOLO DEL GRANDE, GIANPAOLA NATALUCCI

**La mielinizzazione dei principali fasci dell'encefalo di
embrione di pollo**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 55 (1973), n.1-2, p.
136-146.*

Accademia Nazionale dei Lincei

[<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1973_8_55_1-2_136_0>](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1973_8_55_1-2_136_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. — *La mielinizzazione dei principali fasci dell'encefalo di embrione di pollo.* Nota (*) di PAOLO DEL GRANDE e GIANPAOLA NATALUCCI, presentata dal Socio P. PASQUINI.

SUMMARY. — Chick embryo brains have been checked after 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21 days of incubation and 15 days after birth.

Myelination process starts at the 14th day of incubation in the medulla oblongata and extends to mesencephalon, diencephalon and telencephalon in the following days. Such a process is not simultaneous within the same vesicles, but a sequence in the myelination of different bundles can be clearly observed. Myelination occurs first in the long intersegmental ways which forward the stimulus coming from upper centers to the spinal cord.

Myelination occurring in the main bundles takes place as follows:

- at the 14th incubation day: medial longitudinal fasciculus, vestibulo-spinal tr.
- at the 17th incubation day: dorsal and ventral arcuate systems, spino-cerebellar tr., vestibulo-cerebellar tr., lateral lemniscus, brachia conjunctiva.
- at the 19th incubation day: tecto-bulbar tr., tecto-thalamic tr., posterior commissure, lateral forebrain bundle,
- at the 15th day after birth: occipito-mesencephalic tr., cortico-septomesencephalic tr.

It is possible to suppose that myelination process takes place according to the phylogenetic order as it first involves the former systems and by degrees the later ones.

I lavori sulla mielinizzazione del S.N.C., abbastanza numerosi sui Mammiferi [1], [2], [3], [4], [5], [6], sono invece più rari sugli Uccelli [7], inoltre gli studiosi che hanno affrontato questo problema ne hanno preso in considerazione prevalentemente l'aspetto biochimico, considerando cioè la comparsa e la permanenza dei precursori della mielina nell'asse encefalico [8], [9], [10], [11].

Ci è parso quindi non privo di un certo interesse lo studio della mielinizzazione dei principali fasci nervosi dell'encefalo di embrione di pollo al fine di definire se il processo avvenga uniformemente nelle vescicole encefaliche oppure se esista una successione nella mielinizzazione dei diversi fasci nell'ambito di una vescicola, e inoltre se questa eventuale successione sia in rapporto con il significato funzionale del fascio stesso per la vita di relazione dell'animale.

Sono stati prelevati encefali di embrioni di pollo di 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21 gg. di incubazione e di 15 gg. dopo la nascita. I pezzi sono stati fissati con il metodo di Baker [12], in formalina al 10% e con il liquido di Sanfelice; inclusi in paraffina, sezionati in serie e colorati con il luxol fast bleu [13], il sudan black B o con l'ematosilina ferrica. La fissazione con il liquido di Sanfelice e la colorazione con ematosilina ferrica ha dato i

(*) Pervenuta all'Accademia il 30 luglio 1973.

migliori risultati per la colorazione della mielina anche ai primissimi stadi. Per le osservazioni sono state prese in esame solo le sezioni colorate con questa tecnica. In alcuni preparati è stato usato il metodo di Pianese come colorazione di contrasto. Dalle sezioni più significative a livello del bulbo,

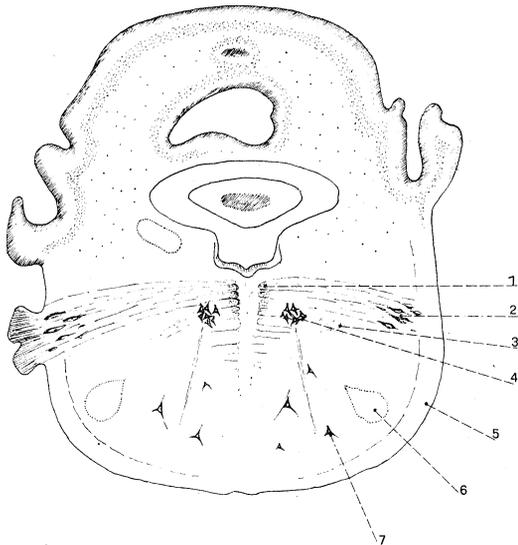


Fig. 1 a. - Embrione di 15 gg. di incubazione. Midollo allungato. 1) f.l.m.; 2) nucleo tangenziale; 3) fascio vestibolo-spinale diretto; 4) nucleo del VI n.c.; 5) zona del fascio spino-bulbo-cerebellare; 6) oliva superiore; 7) neuroni dei centri reticolari.

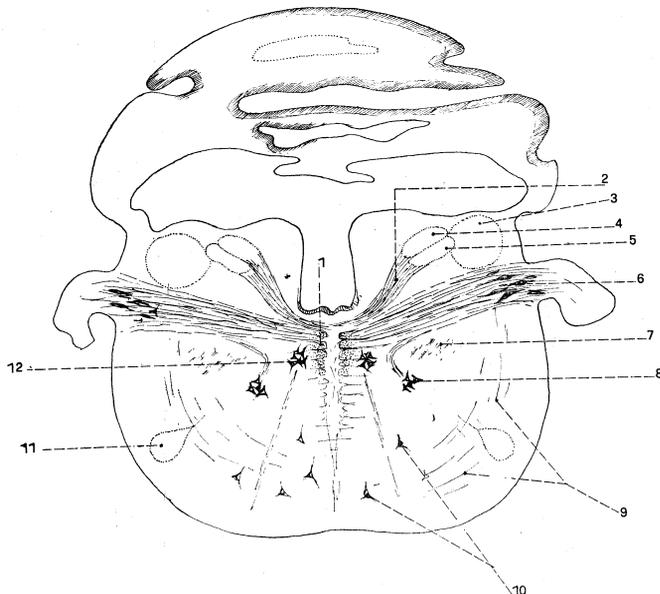


Fig. 1 b. - Embrione di 17 gg. di incubazione. Midollo allungato. 1) f.l.m.; 2) sistema dorsale arcuato; 3) nucleo angolare; 4) nucleo magnocellulare; 5) nucleo lamellare; 6) nucleo tangenziale; 7) fascio vestibolo-spinale diretto; 8) nucleo del VII n.c.; 9) sistema arcuato ventrale; 10) neuroni dei centri reticolari; 11) oliva superiore; 12) nucleo del VI n.c.

mesencefalo, diencefalo e del telencefalo sono state ricavati i disegni cui si farà riferimento nelle osservazioni e nella discussione dei risultati. Per la denominazione e localizzazione dei fasci abbiamo tenuto conto dei trattati di Becari [14]; Kappers, Huber e Crosby [15]; Pearson [16]; e dei lavori di Huber e Crosby [17] e Sanders [18].

L'esame dei preparati di encefalo di embrione di pollo di 11 gg. di incubazione dimostra come a questo stadio non sia possibile mettere in evidenza nei fasci nervosi figure mieliniche; nondimeno i diversi centri encefalici appaiono già ben sviluppati e collegati tra loro da vie nervose ben definibili. È possibile inoltre osservare, in corrispondenza dei principali sistemi di fibre, numerosissimi nuclei di elementi di natura gliare. Anche a 12-13 gg. di incubazione non è presente la mielina, ma i nuclei delle cellule gliari appaiono più numerosi e con cromatina maggiormente addensata.

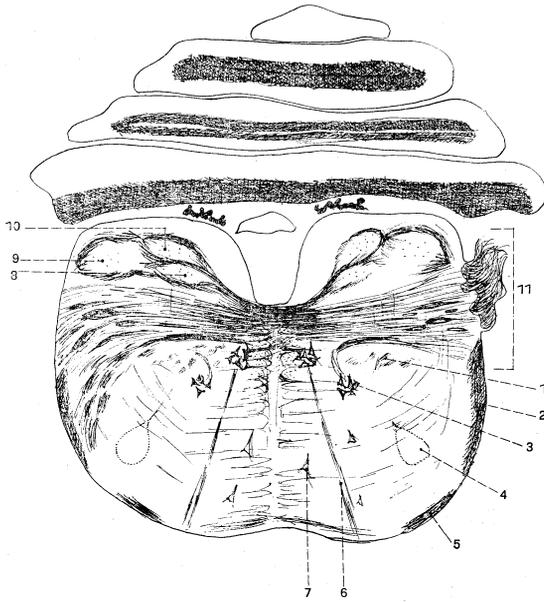


Fig. 2 a. - Embrione di 21 gg. di incubazione: Midollo allungato. 1) fascio vestibolo-spinale; 2) fascio spino-bulbo-cerebellare; 3) nucleo del VII n.c.; 4) oliva superiore; 5) fascio tetto-bulbare diretto; 6) VI n.c.; 7) neuroni reticolari; 8) nucleo lamellare; 9) nucleo angolare; 10) nucleo magnocellulare; 11) fibre del VIII n.c.

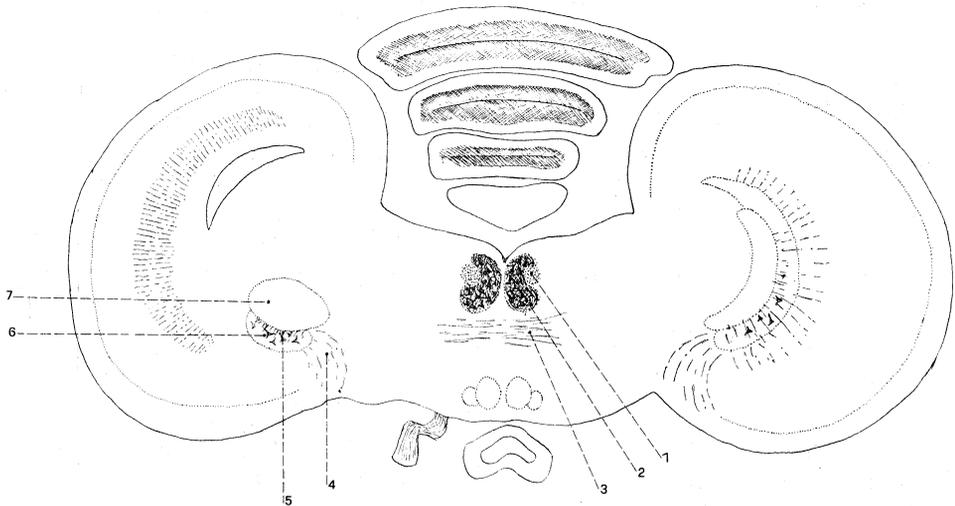


Fig. 2 b. - Embrione di 17 gg. di incubazione: Mesencefalo. 1) f.l.m.; 2) nucleo del IV n.c.; 3) decussazione dei bracci congiuntivi; 4) fascio spino-tettale; 5) lemnisco laterale; 6) nucleo dell'istmo parte magnocellulare; 7) nucleo parvocellulare dell'istmo.

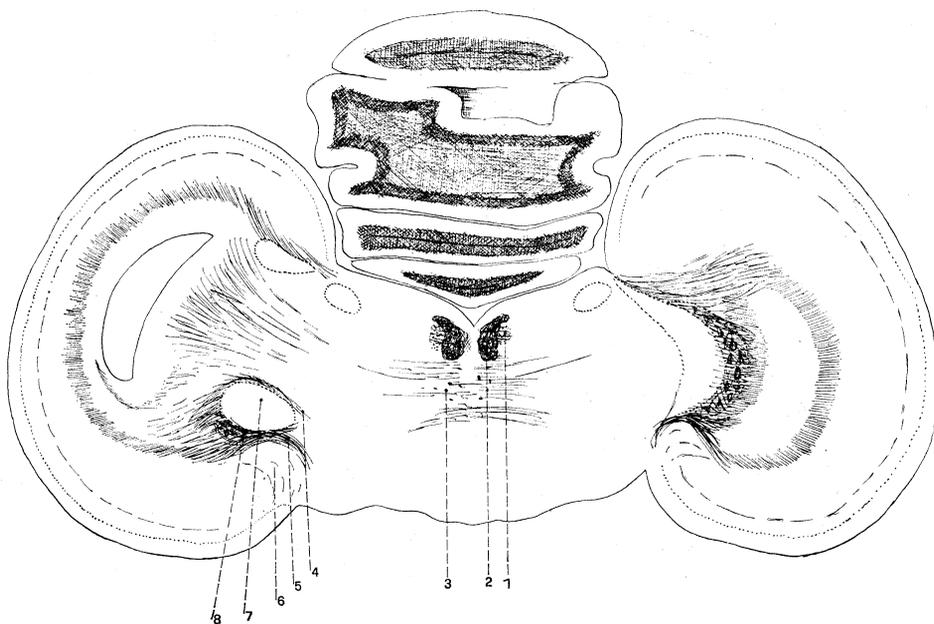


Fig. 3 *a.* - Embrione di 21 gg. di incubazione: Mesencefalo. 1) f.l.m.; 2) nucleo del IV n.c.; 3) decussazione dei bracci congiuntivi; 4) fascio tetto-talamico; 5) lemnisco laterale; 6) fascio spino-tettale; 7) nucleo dell'istmo parte parvocellulare; 8) nucleo dell'istmo parte magnocellulare.

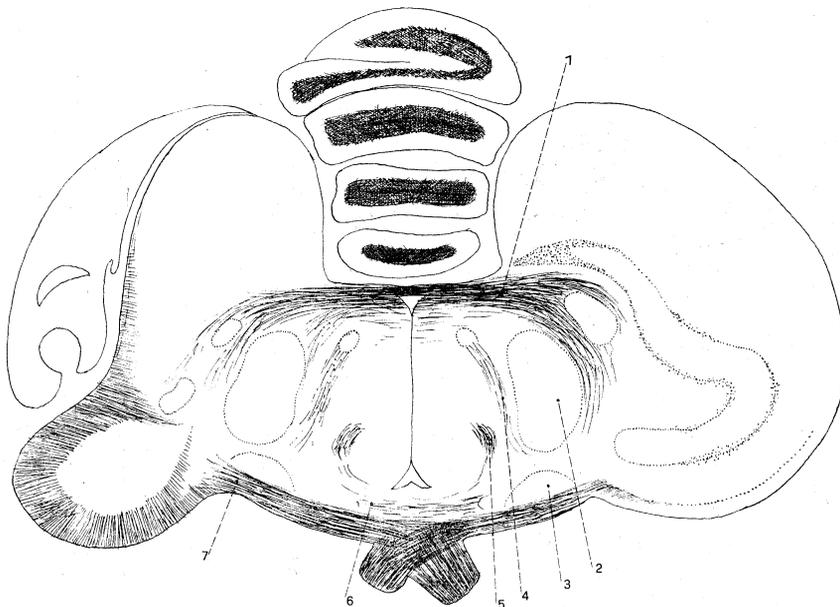


Fig. 3 *b.* - Embrione di 21 gg. di incubazione: Diencefalo. 1) commissura posteriore; 2) nucleo rotondo; 3) genicolato laterale; 4) fascio del nucleo ovale; 5) fascio talamo-frontale; 6) commissura sopraottica; 7) fibre ottiche.

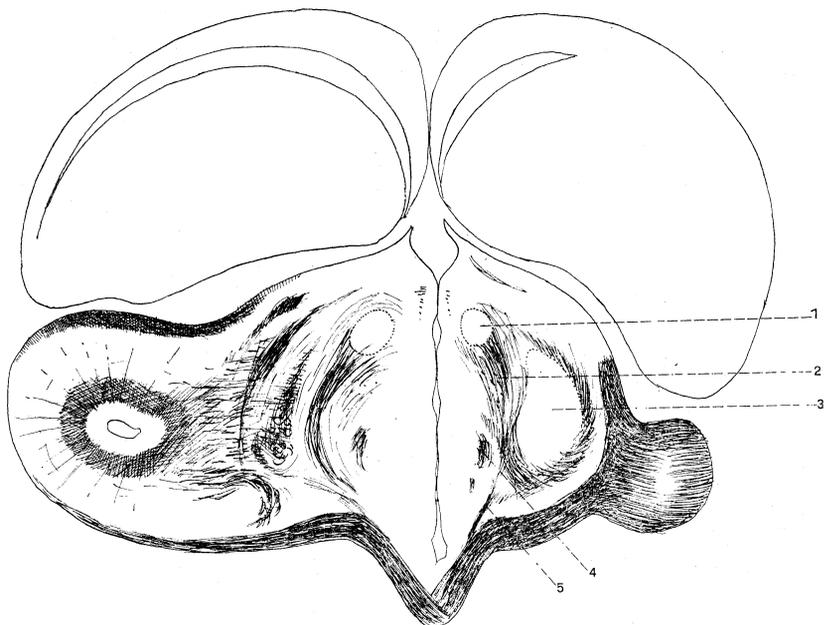


Fig. 4 a. - Pulcino 15 gg. dopo la schiusa: Diencefalo. 1) nucleo ovale; 2) fascio del nucleo ovale; 3) nucleo rotondo; 4) fascio talamo-frontale; 5) commissura sopraottica.

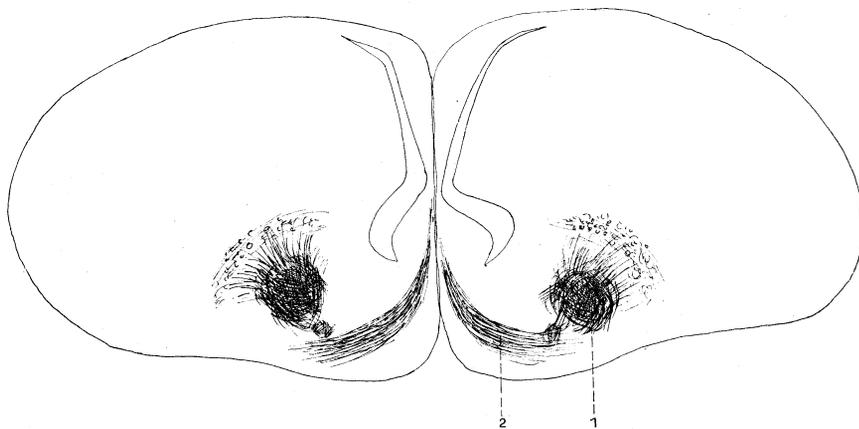


Fig. 4 b. - Pulcino 15 gg. dopo la schiusa: Telencefalo. 1) fascio talamo-frontale; 2) fascio cortico-settomesencefalico.

Allo stadio di 14-15 gg. di incubazione la colorazione per le guaine mieliniche comincia a visualizzare l'inizio del processo nel midollo allungato in corrispondenza del fascicolo longitudinale mediale e del fascio vestibolo-spinale. Un inizio della mielinizzazione si può notare anche nelle fibre vestibolari del VIII n.c. (fig. 1 a).

Nei preparati di 17 gg. di incubazione si può osservare un repentino aumento del processo di mielinizzazione non solo in relazione al fatto che nel midollo allungato il f.l.m. e il fascio vestibolo-spinale diretto appaiono già ben mielinizzati, ma anche per l'inizio della mielinizzazione di altri fasci

dell'allungato (sistemi arcuati dorsale e ventrale, fasci spinocerebellare e vestibolo-cerebellare) (fig. 1 *b*), e del mesencefalo (bracci congiuntivi, fibre tetto-oculomotorie, lemisco laterale e f.l.m.) (fig. 2 *b*)

Questo attivo propagarsi della mielina attorno alle fibre dei fasci encefalici, appare evidente anche osservando i preparati di 19 gg. di incubazione, nei quali, oltre ai fasci già citati, si possono vedere mielinizzate le fibre tetto bulbari nel midollo allungato e nel mesencefalo, e in quest'ultimo anche i fasci tetto talamico e talamo tettale.

A questo stadio anche nel diencefalo è possibile mettere in evidenza figure mieliniche, appena accennate, in corrispondenza della commissura posteriore e del f. talamo frontale che appare lievemente mielinizzato anche a livello del telencefalo.

Al momento della schiusa abbiamo potuto osservare guaine mieliniche bene evidenti in tutti i sistemi di fibre che avevano precedentemente iniziato la mielinizzazione, ed in più, nel midollo allungato è possibile osservare esili figure mieliniche nel fascicolo solitario.

Nei preparati di encefali di animali sacrificati 15 gg. dopo la nascita, le guaine mieliniche appaiono ancora più evidenti e stipate fra loro, specialmente in corrispondenza del diencefalo (fig. 4 *a*). Nel telencefalo si osservano ben mielinizzati anche il fascio occipito-mesencefalico e il tratto cortico-setto-mesencefalico (fig. 4 *b*). Alla schiusa il processo di mielinizzazione è evidente lungo tutto l'asse encefalico; nei giorni immediatamente successivi vi è un rafforzamento di tutte queste strutture, quindi una maggiore sensibilità e precisione di movimenti da parte dell'animale, ma le principali funzioni motorie, di equilibrio e di coordinazione sono già ben sviluppate al momento della nascita.

L'insieme di tutti i dati ricavati dalle osservazioni è stato schematizzato per le diverse vescicole encefaliche nelle Tabelle I, II, III, IV, V e VI.

TABELLA I

Sequenza della mielinizzazione dei principali fasci del midollo allungato.

	gg. di incubazione					
	13	15	17	19	21	15 gg. di vita
f.l.m.	---	--+	-++	+++	+++	+++
f. vest.-spinale	---	--+	-++	+++	+++	+++
sistemi arcuati	---	---	--+	-++	+++	+++
f. tetto-bulbare	---	---	---	--+	-++	+++
f. spino-tettale	---	---	---	---	--+	+++
f. solitario	---	---	---	---	--+	-++

TABELLA II

Sequenza della mielinizzazione dei principali fasci del cervelletto.

	gg. di incubazione					
	13	15	17	19	21	15 gg. di vita
f. spino-cerebellare	---	---	---+	-++	+++	+++
f. vestibolo-cerebellare	---	---	---+	-++	+++	+++
f. cerebello-spinale	---	---	---+	-++	+++	+++
f. cerebello-tegmentali	---	---	---+	-++	+++	+++
f. cerebello-motorie	---	---	---+	-++	+++	+++

TABELLA III

Sequenza della mielinizzazione dei principali fasci del mesencefalo.

	gg. di incubazione					
	13	15	17	19	21	15 gg. di vita
f.l.m.	---	---	---+	-++	+++	+++
f. tetto-oculomotorie	---	---	---+	-++	+++	+++
lemnisco laterale	---	---	---+	-++	-++	+++
f. tetto-talamico	---	---	---	---+	-++	+++
comm. posteriore	---	---	---	---+	-++	+++
f. tetto-bulbare	---	---	---	---+	-++	+++
f. spino-tettale	---	---	---	---	---+	+++

TABELLA IV

Sequenza della mielinizzazione dei principali fasci del diencefalo.

	gg. di incubazione					
	13	15	17	19	21	15 gg. di vita
f. talamo-frontale	---	---	---	---+	-++	+++
f. talamo-tettale	---	---	---	---+	-++	+++
f. del nucleo ovale	---	---	---	---	---+	+++
comm. sopraottica	---	---	---	---	---+	+++
chiasma ottico	---	---	---	---	---+	+++
f. abenulare	---	---	---	---	---	---

TABELLA V
Sequenza della mielinizzazione dei principali fasci del telencefalo.

	gg. di incubazione					
	13	15	12	19	21	15 gg. di vita
f. talamo-frontale	---	---	---	---+	-++	+++
f. occipito-mesencefalico . . .	---	---	---	---	--+	+++
tratto cortico-setto-mesencefalico	---	---	---	---	--+	+++

TABELLA VI
Sequenza della mielinizzazione di alcuni nervi cranici.

	gg. di incubazione					
	13	15	17	19	21	15 gg. di vita
f. vestibolari del VIII n.c. . .	---	--+	+++	+++	+++	+++
f. cocleari del VIII n.c. . . .	---	---	--+	+++	+++	+++
f. del faciale	---	---	--+	+++	+++	+++
f. del oculomotore trocleare, abducente	---	---	--+	+++	+++	+++
f. del trigemino	---	---	---	--+	+++	+++
f. del glossofaringeo	---	---	---	--+	+++	+++
f. del gruppo del vago	---	---	---	--+	+++	+++
tratti ottici	---	---	---	---	--+	+++

DISCUSSIONE

Dall'analisi delle nostre osservazioni appare evidente che nell'encefalo di embrione di pollo, la mielinizzazione avviene non soltanto secondo un gradiente caudo-cefalico, dal midollo allungato al telencefalo, ma anche secondo una successione preferenziale nell'ambito della stessa vescicola.

Le ricerche istochimiche volte a stabilire la comparsa della mielina nel S.N.C. dell'embrione di pollo, rivelano la presenza dei precursori della mielina dall'11° [11] al 13° giorno di incubazione [8].

Un brusco aumento della concentrazione dei precursori della mielina è stato dimostrato dal 16° giorno di incubazione [19], con una progressione che si mantiene evidente fino al 18° giorno di incubazione, per poi rimanere più o meno costante fino a pochi giorni dopo la nascita [20].

In accordo con questi risultati, abbiamo avuto modo di constatare che a 12/13 gg. di incubazione i fasci encefalici sono tutti chiaramente visibili, ma non ancora mielinizzati. Le prime figure mieliniche appaiono nel midollo allungato verso il 14^o/15^o giorno di incubazione, e a 17 gg. di incubazione le guaine di mielina appaiono improvvisamente più evidenti, mentre il processo si estende rapidamente al cervelletto e al mesencefalo, interessando nei giorni successivi le altre vescicole encefaliche.

I primi grossi sistemi che si differenziano nell'encefalo [21], sono le vie discendenti intersegmentali di integrazione lunga come il f.l.m. ed il fascio reticolo spinale. Segue la via ascendente spino-bulbare che trasporta ai centri superiori impulsi sensitivi provenienti dalle varie parti del corpo.

La mielinizzazione delle vie nervose è forse preceduta dalla loro funzionalità, tuttavia l'E.E.G. dell'embrione di pollo che mostra l'inizio di una vera e propria attività nervosa localizzata nel midollo allungato dopo il 13^o g. di incubazione, attività che si estende nei giorni successivi alle altre vescicole [22], seguendo il processo di formazione della guaina mielinica, sembra indicare una relazione tra i due fatti.

Anche se è dimostrata una progressione caudo-craniale nel processo di mielinogenesi [7], non tutti i sistemi di fibre presenti nelle diverse regioni mielinizzano contemporaneamente. Nel midollo allungato a 14 gg. di incubazione appaiono provvisti di esilissime guaine mieliniche il f.l.m. e il fascio vestibolo-spinale; inoltre è interessante sottolineare che a questo stadio le fibre vestibolari dell'VIII n.c. mostrano un inizio di mielinizzazione, mentre le prime figure mieliniche si osservano attorno alle fibre acustiche dopo il 17^o g. di incubazione, condizione già notata in alcuni Mammiferi [1], [4].

Tra il 17^o e il 21^o giorno di incubazione, il processo di mielinizzazione si completa nel mesencefalo, che negli Uccelli rappresenta forse il principale centro di integrazione nervosa, e si estende al diencefalo ed al fascio talamo-frontale. Alla schiusa l'encefalo può considerarsi quasi completamente mielinizzato in accordo col fatto che si tratta di un animale a prole atta, in grado di nutrirsi e di seguire la madre poche ore dopo la nascita.

Rorke e Riggs [6] descrivendo la mielinizzazione del S.N.C. dell'uomo osservano che il f.l.m. è tra i primi sistemi che mielinizzano nel midollo allungato insieme con le fibre vestibolari e cerebellari. Nella mielinogenesi dei componenti cerebellari nell'embrione di 2000/2460 gr. gli Autori osservano (pag. 17) che « i segmenti mielinizzati a questo stadio rappresentano la porzione filogeneticamente più antica di questo complesso nucleare ». È interessante inoltre notare che nel neonato le vie piramidali sono le ultime a mielinizzare.

Tali osservazioni, che mostrano alcune analogie rispetto alle nostre, e i lavori sul differenziamento dei vari sistemi di fasci encefalici [21], potrebbero suggerire che la sequenza della mielinizzazione ripeta la filogenesi dei fasci nervosi.

In un primo tempo il S.N.C. dell'animale sarebbe in grado di reagire agli stimoli secondo un meccanismo ad arco riflesso che interessa pochi seg-

menti spinali omo e controlaterali, secondo uno schema particolarmente primitivo. Successivamente con l'efficienza fisiologica del sistema longitudinale mediale, bulbare e mesencefalico, si instaura una coordinazione motoria che interessa tutto l'asse del corpo dell'animale compresa la testa. Tale coordinazione viene ulteriormente affinata con il differenziamento e le mielinizzazioni delle afferenze ed efferenze cerebellari mettendo l'animale in grado di controllare il tono e il sinergismo muscolare.

Con il differenziamento del tetto del mesencefalo e delle afferenze spinali e cefaliche tale coordinazione diviene infine integrata.

Se consideriamo la struttura e lo sviluppo delle aree telencefaliche dei Rettili attuali [23], [24], scopriamo una situazione intermedia potenzialmente diretta ad evolversi sia verso lo schema che ritroviamo nei Mammiferi, sia verso quello degli Uccelli. In questi ultimi vi è forse un tentativo di integrazione telencefalica, per mezzo di proiezioni di impulsi sensoriali che giungono alle diverse regioni del telencefalo [25], [26] mediate dal diencefalo, anche qui come nei Mammiferi, con risposte che in parte sinaptano nel mesencefalo, in parte giungono ai primi segmenti del midollo spinale [27]. Tuttavia lo stato del telencefalo nel quale vediamo regioni ricche di neuroni e straordinariamente sviluppate, ma quasi per nulla mielinizzate, può far supporre che le iterazioni fra i nuclei e le cortecce presenti non raggiungono quella rapidità e precisione che possano portarle ad un livello « cosciente ».

Queste ipotesi scaturite da poche osservazioni fatte da noi sull'embrione di pollo, e da altri studiosi su alcuni Mammiferi, potranno in futuro fornire la base per ulteriori ricerche, sugli altri gruppi di Vertebrati, per essere meglio discusse e precisate.

Dall'Istituto di Anatomia comparata dell'Università di Bologna diretto dal prof. Silvano Leghissa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] W. F. WINDLE, M. W. FISH e J. E. O'DONNELL, *Myelogeny of the cats related to development of fiber tracts and prenatal behaviour patterns*, « J. Comp. Neurol. », 59, 139, 166 (1934).
- [2] G. W. F. EDGAR, *Myelination studied by quantitative determination of myelin lipids*, « Acta Anat. », 31, 451, 495 (1957).
- [3] R. G. CLARK, *Myelination of the central nervous system in the Guinea pig (fetal to newborn)*, « Anat. Rec. », 145 (2), 313 (1963).
- [4] S. JACOBSON, *Sequence of myelination in the brain of the albino rat*, « J. Comp. Neurol. », 121, 5, 29 (1963).
- [5] R. G. CLARK e I. R. TELFORD, *Myelination of the central nervous system of the Syrian Hamster*, « Anat. Rec. », 148 (2), 271 (1964).
- [6] L. B. RORKE e H. E. RIGGS, *Myelination of the brain in the newborn*, J. B. Lippincott, Philadelphia, U.S.A. (1969).
- [7] SUEKITI TAKEDA, *Einfluss der Schraffierung auf die Entwicklung der Hühnerembryonen unter Berücksichtigung der Myelinisation des Gehirns und des Körperwachstums*, « Fukuoke Ikwadaigaku Zasshi », 27 (9), 115, 116 (1934). Citato da: « Berichte über die Gesamte Biologie », 32, 636 (1935).

- [8] P. MANDEL, R. BIETH e R. STOLL, *Evolution biochimique du cerveau d'embryon de poulet. La ripartition des diverses fractions du phosphore acidosolubile*, «C. R. Soc. de Biol.», 141, 1260, 1261 (1947).
- [9] J. P. BENSTED, J. DOBBING, R. S. MORGAN, R. T. W. REID e G. PAYLING WRIGHT, *Neuroglial development and myelination in the spinal cord of the chick embryo*, «J. Embryol. Exptl. Morph.», 5, 428, 437 (1957).
- [10] H. I. EL-EISHI, *Biochemical and Histochemical studies on myelination in the chick embryo spinal cord*, «J. Neurochem.», 14, 405, 412 (1967).
- [11] ZAPRIANOVA E., *Histochemistry and morphological metabolism of lipids in the chicken brain in relation to myelination*, «Acta Anat.», 72 (5), 276, 300 (1971).
- [12] J. R. BAKER, *Principles of biological microtecnica*. Methuen, London. J. Wiley, New York (1958).
- [13] G. AINGE, J. L. COOK e P. T. GISBY, *Rapid staining of myelin in paraffin sections with Luxol Fast Blue M.B.S.*, «J. Med. Lab. Technol.», 26 (3), 231, 232 (1969).
- [14] N. BECCARI, *Neurologia comparata*. Sansoni, Firenze (1943).
- [15] C. U. A. KAPPERS, G. C. HUBER e E. C. CROSBY, *The comparative anatomy of the nervous system in Vertebrates including Man*. Hafner Publishing Company, New York 1960.
- [16] R. PEARSON, *The Avian brain*. Academic Press, London and New York 1972.
- [17] G. C. HUBER e H. C. CROSBY, *The nuclei and fibers paths of the Avian diencephalon with consideration of telencephalic centers and connections*, «J. Comp. Neurol.», 48, 1, 186 (1929).
- [18] E. B. SANDERS, *A consideration of certain bulbar, midbrain and cerebellar centers and fiber tracts in birds*, «J. Comp. Neurol.», 49, 155, 222 (1929).
- [19] T. J. SIEK e R. W. NEWBURG, *Phospholipids composition of the chick brain during development*, «J. Lipid Res.», 6, 552, 555 (1965).
- [20] C. W. M. ADAMS e A. N. DAVISON, *The occurrence of esterified cholesterol in the developing nervous system*, «J. Neurochem.», 4, 282, 289 (1959).
- [21] S. LEGHISSA, *Note di sintesi sul sistema nervoso*, «S.A.S.», 27-28, 1, 62 (1963).
- [22] D. J. BELL e B. M. FREEMAN, *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. Academic Press, London, New York 1971.
- [23] F. GOLDBY e H. J. GAMBLE, *The reptilian cerebral hemispheres*, «Biol. Rev.», 32, 383, 420 (1957).
- [24] G. MINELLI, *Architettura delle cortecce di alcuni Rettili (Lacerta muralis, Lacerta viridis, Testudo graeca, Crocodilus acutus)*, «Arch. Zool. Ital.», 51, 543, 574 (1966).
- [25] A. M. REVZIN e H. J. KARTEN, *Rostral projections of the optic tectum and the nucleus rotundus in the pigeon*, «Brain Res.», 3, 264, 276 (1966).
- [26] H. J. KARTEN, *The ascending auditory pathway in the pigeon (Columba livia). II) Telencephalic projections of the nucleus ovoidalis thalami*, «Brain Res.», 11, 134, 153 (1968).
- [27] W. G. C. VERHAART, *Forebrain bundles and fibre systems in the Avian brain stem*, «J. Hirnforsch», 13, 39, 64 (1971).