

I N F A N T

El primer any de vida.

Sene T.V

T A U L A

- 1.- Consideracions generals sobre la sèrie "INFANT".
- 2.- Sinopsi del guió del capítol "pilot" ("ENCUNYAMENT").
- 3.- Index de capítols.
- 4.- Resum literari de cada un dels 13 capítols.

1.- CONSIDERACIONS GENERALS SOBRE LA SÈRIE "INFANT".

JUBERT i GRUART, Joaquim

Cap 9: "*Desenvolupament estructural del sistema nervios (0-6 mesos)*".

Dins:

EL PRIMER ANY DE VIDA, vol. II: Els sis primers mesos de vida.

(JUBERT i GRUART, Joaquim i NAVARRA i ALZAMORA, Josep: *El primer any de vida, vol I: De l'ameba al nadó*, Ed. 62, Barna., 1987).

IX. DESENVOLUPAMENT ESTRUCTURAL DEL SISTEMA NERVIOS (0-6 mesos).

Pocs fets evidencien, d'una manera tant inequívoca, la magnitud dels "fets nous" esdevinguts durant els sis primers mesos de vida com la descripció i seguiment dels canvis estructurals (macroscòpics i microscòpics) que es produeixen en el cervell d'un infant durant aquest curt període de temps. El nostre interès, però, no és pas exclusivament descriptiu (anatomic o histològic), sino que va dirigit a posar en evència les creixents possibilitats funcionals d'una estructura cada vegada més complexa. Perquè, tal com deiem en el vol. I (pàg. 45), "tota estructura viva és funcional o tota funció emana de les possibilitats prefigurades en l'estructura". El que equival a afirmar - com fa TANNER (1975)- que "en el cervell apareixen funcions quan es desenvolupen estructures i no abans". És a dir: que el desenvolupament progressiu del cervell, adquirint complexos graus d'estructuració, constitueix el pre-requisit imprescindible -material- perquè puguin exhibir-se noves funcions, noves conductes i noves possibilitats de "tractament central de la informació".

Amb aquesta afirmació, però, de cap manera pretenem arrenjarar-nos en una concepció "apriorística", unilateralment biològitzant, del desenvolupament infantil humà. Com tindrem àmplia ocasió d'argumentar en el capítol següent, l'aferència d'adients factors externs -incidents sobre condicions internes específiques- és del tot imprescindible per configurar l'estructura íntima i funcional del cervell i les conductes o rendiments distintives de cada estadi del desenvolupament. En aquest capítol, però, ens limitarem a enumerar i descriure simplement les dades

quantitatives del creixement del cervell durant els 6 primers mesos de vida, deixan pel capítol següent la consideració dels imprescindibles factors causals (genètics i del medi) implicats en aquests espectacular desplegament.

DESENVOLUPAMENT MACROSCÒPIC.

Pes del cervell.

Una bona introducció, per fer-nos cabdal idea de la magnitud dels canvis que es produeixen al llarg del primer estadi del desenvolupament, és seguir l'evolució del valor mig del pes del cervell (White House Conference, 1933; DEKABAN, 1959; PECHSTEIN, 1964) (gràfic 9-I):

Podem constatar, doncs, com en el curt període dels sis primers mesos de vida el pes del cervell es duplica. El ritme d'increment ponderal és, aproximadament, d'un gram diari⁽¹⁾. No existin a aquestes dades, tal com demostrà LARROCHE (1962), cap relació entre el pes del cervell i el pes del cos⁽²⁾.

Per tal de poder tenir una idea comparativa del que representa l'increment ponderal experimentat durant els 6 primers mesos de vida, resulta d'interès confrontar aquest valors amb els que s'obtinran al llarg de tota la vida d'un ésser humà (gràfic 9-II):

nado	3 m.	6 m.
340	530	750

Gràfic 9-I

Pes mig del cervell (grams)

PES DEL CERVELL (en grams)							
NADO	6 m	12 m	24 m	3 a	6 a	9 a	ADULT
340	750	970	1150	1200	1250	1300	1450

Gràfic 9 - II

INCREMENT del PES DEL CERVELL (en grams)							
NADÓ-6 m	6-12 m	12-24 m	2-3 a	3-6 a	6-9 a	9-12 a	12-20a
410 gr	220	180	50	50	50	50	50

Gràfic 9 - III

En aquesta gràfica podem veure com el fet de tornar-se a duplicar el propi pes cerebral, haurà d'esperar l'arribada de la pubertat o de l'edat adulta⁽³⁾. A la fi del sisé més de vida, doncs, el pes del cervell aconsegueix ja la meitat del seu pes definitiu i per aconseguir l'altra meitat (1400-1450 gr.) hauran de transcorre uns 18-20 anys.

Així mateix, l'anàlisi dels increments de pes del cervell (durant períodes de temps que en les dues primeres casilles són correlatius amb els pertinents estadis del desenvolupament proposats per nosaltres), és una altre manera il·lustrativa de recalcar que mai més, al llarg de tota la vida d'un ésser humà, tindrà lloc un augment ponderal del cervell tant important com el que succeeix durant els 6 primers mesos de vida (gràfic 9-III).

Mentre de 0 a 6 mesos (primer estadi) guanya uns 450 gr., dels 6 al 12 mesos (segon estadi) l'increment és d'aproximadament la meitat (220 gr.). Durant tot el segon any de vida decau ja a un valor d'uns 180 gr., i dels 3 fins els 12 anys només augmenta uns 50 gr. cada 3 anys. Per fi, dels 12 anys fins aconseguir el pes definitiu (aproximadament als 18-20 anys) l'increment total serà sols de 50 gr.

Volum cerebral i capacitat craniana.

Tot i que es tracta de valoracions indirectes, l'estimació de la capacitat craniana i del volum del cervell és igualment il·lustrativa de l'amplitud de l'increment experimentat.

Pel que fa referència al volum de la massa encefàlica, ens limitarem a comentar que la relació entre el volum mig del cervell d'un naïó humà a terme i el d'un representant adult de la mateixa espècie és d' $1/4$, mentre que en una espècie tan propera a nosaltres com els ximpanzé és ja de $1/2$. Aquesta relació, en l'infant humà de 6-9 mesos d'edat (segon estadi), passa ja a ser de $2/3$.

La medició de la capacitat craneana⁽⁴⁾, tot i la seva inexactitud i el fet de no ser cap mesura real de contingut en sistema nerviós (ja que inclou també el líquid cefalo-raquídi), té l'avantatge de poder-se realitzar i seguir en viu. En el gràfic 9-IV incluim les dades d'aquest paràmetre, obtingudes per E. CASAS i M. CASADEVALL en la mostra d'infants objecte de la nostra recerca. La capacitat craneana d'un nadó a terme (amb un valor mig d'uns 300 c.c.) correspon a un 23% de la de l'adult, mentre que als 6 mesos d'edat ja és d'un 60%.

Perimetria cranial.

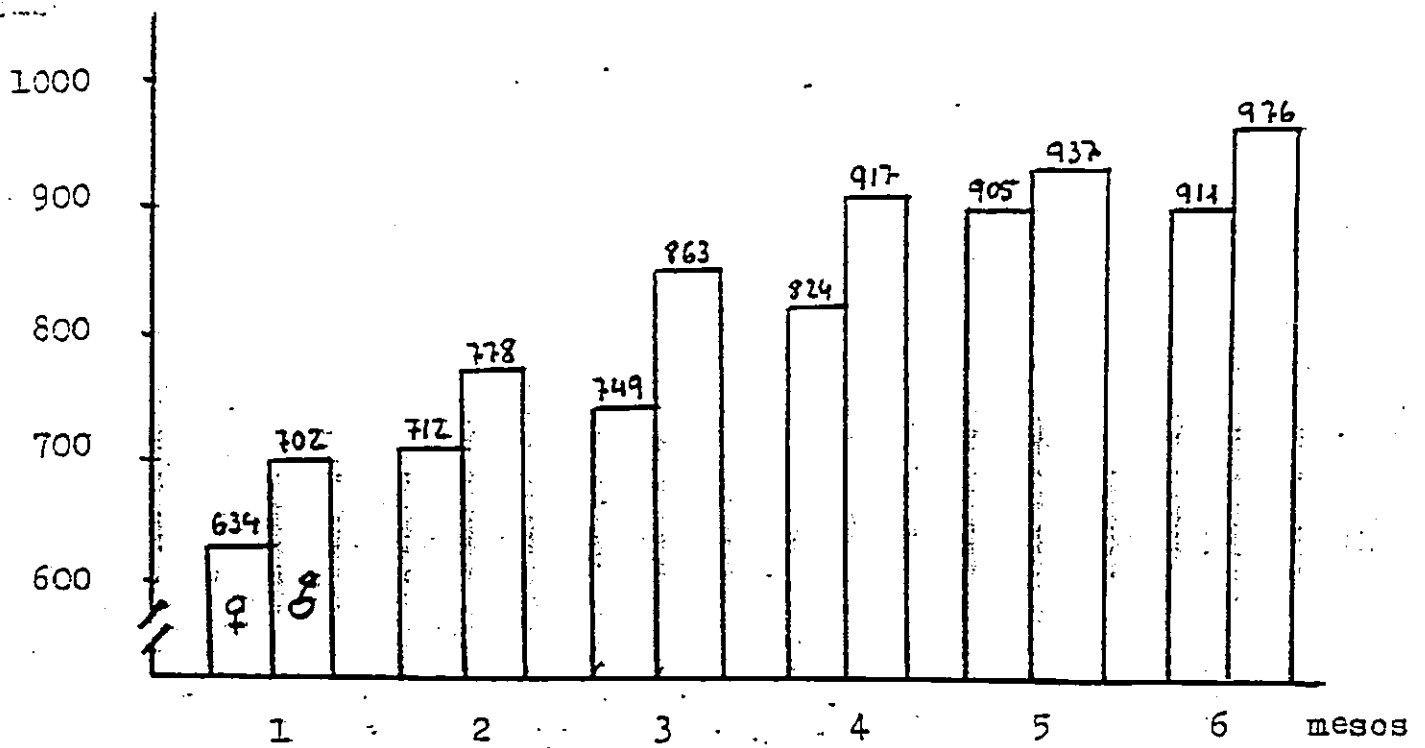
Advertint que en procedir a la medició del perímetre cranial⁽⁴⁾ no medim res més que el perímetre exterior del crani i no pas el del cervell⁽⁵⁾, aquesta sencilla tècnica esdevé un pràctic mètode per seguir indirectament el creixement experimentat pel cervell d'un infant.

Els valors, obtinguts per E. CASES i M. CASADEVALL, en la mostra de 89 infants que hem anat seguint al llarg del primer any de vida, s'exposen en els gràfics 9-V a IX.

Si només atenguéssim a l'evolució dels valors mitjos globals (gràfica 9-V) podríem obtenir la impressió de que l'augment del perímetre cranial és continu i quasi constant al llarg de tots els períodes acotats (d'un mes cada un) dins d'aquest estadi. Però en l'estimació quantitativa individualitzada dels augments mensuals, s'observa un diferent ritme de creixement segons els mesos (gràfic 9-VI). El creixement més accentuat és dona entre el primer i el segon mes; a partir del segon mes s'enrelanteix i es situa entorn d'un centímetre per mes.

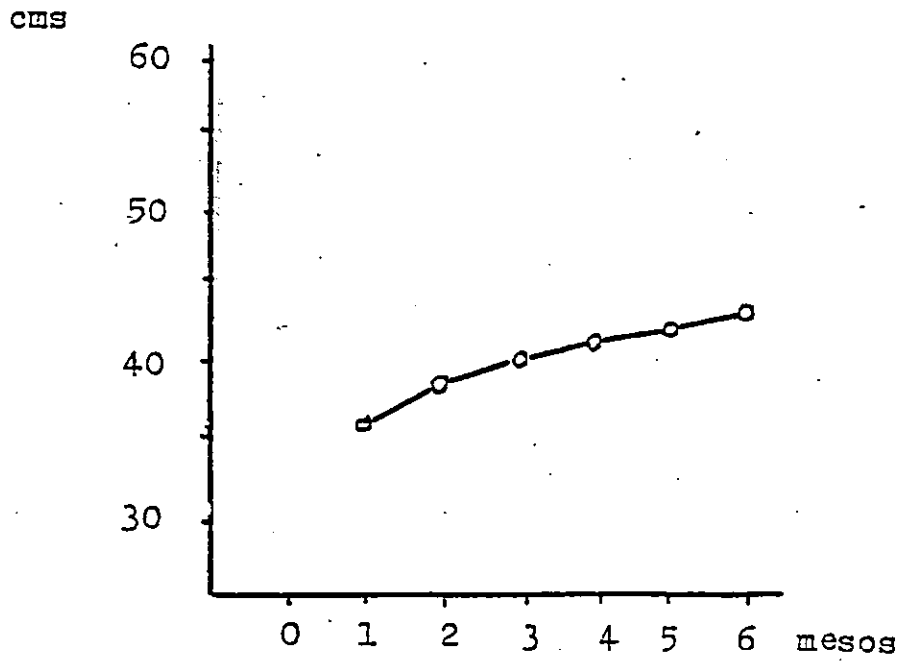
Les diferències dels valors mitjos del perímetre cranial segons el sexe, en nens i nenes, s'expressen en els gràfics 9-VII a IX. En ells podem observar com, durant el primer estadi, hi ha diferències (estadísticament significatives de $p < 0,05$) entre els perímetres cranials de nens i nenes, en quasi tots els mesos. La mitjana del perímetre cranial dels nens és sempre una mica més gran -entorn d'un centímetre- que la de les nenes. Tot i això, el ritme de creixement mig mensual és, en ambdós sexes, molt semblant.

Avançem per últim, sobre aquest particular, que l'increment que s'esdevé al llarg de tot el primer any de vida és d'uns 10 cm., equivalent a l'increment que té lloc des de la fi del primer any fins a l'edat adulta.



Gràfic 9 - IV

Mitjana de la capacitat craniana (en cms^3): ♂ nens
 ♀ nenes



Gràfic 9 - V

Evolució de la mitjana de la perimetria
cranial (ambdós sexes)

	\bar{x}	σ	augment mensual
1	36,6	0,89	2,3 1,4 1,2 0,6 1,3
2	38,8	0,62	
3	40,3	0,70	
4	41,6	0,82	
5	42,3	1,04	
6	43,5	0,94	

Gràfic 9 - VI

Valors mitjos del P.C.

i augment mensual (en cms)

NENS

	\bar{x}	σ	<i>augment mensual</i>
1	37,1	0,89	2,2
2	39,4	1,03	1,7
3	41,1	1,04	1,1
4	42,7	1,20	0,7
5	42,8	1,16	1,0
6	44,0	1,39	

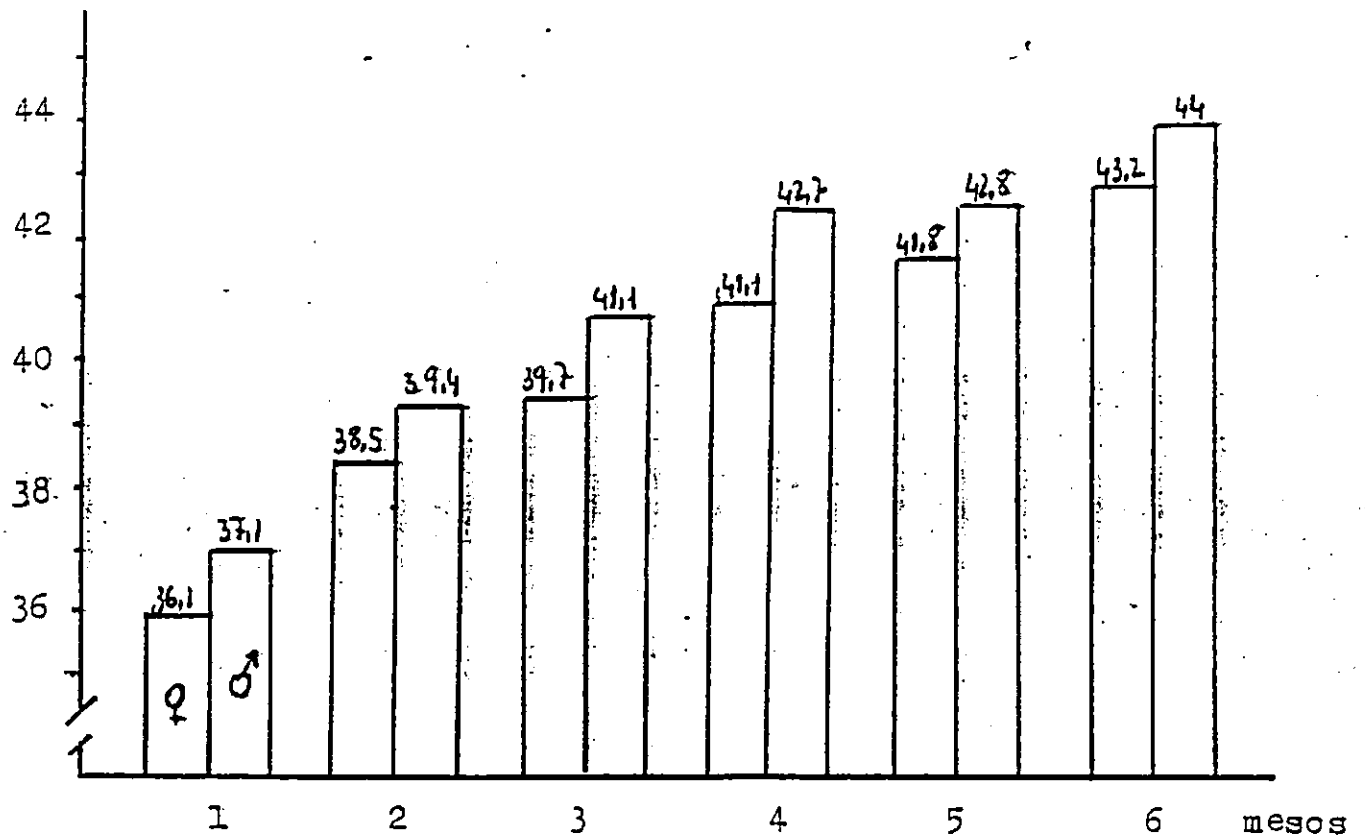
NENES

	\bar{x}	σ	<i>augment mensual</i>
1	36,1	0,86	2,4
2	38,5	0,82	1,1
3	39,7	0,83	1,3
4	41,1	1,22	0,5
5	41,8	2,27	1,7
6	43,0	1,59	

Gràfic 9 - VII

Valors mitjos del P.C. en nens i nenes d'1 a 6 mesos, (en cms.).

cms



Gràfic 9 - VIII

Mitjanes del perímetre cranial (en cms.): ♂ nens
♀ nenes

Superfície del còrtex cerebral.

En el volum I (pàgs. 86, 98, 134, 137 i 159) hem tingut ocasió, repetides vegades, de descriure el successiu plegament del còrtex cerebral (donan lloc a cissures i circumvolucions) i que té lloc tant durant el procés filogenètic com durant l'ontogenètic. El resultat és que el nadó humà presenta un còrtex o pal·lium fortament replegat (fig. 9-1 i 9-2). El desplegament d'aquest mantell cortical, com si es tractés d'un mocador (fig. 9-3), ens permet calcular-ne la seva superfície aproximada.

En el nadó aquesta superfície ha sigut avaluada en uns 700 cms². Correlativament a l'augment del volum cerebral, l'extensió d'aquesta superfície anirà expandint-se. Als 6 mesos és, aproximadament, d'uns 1100 cms² i a l'entorn dels dos anys haurà passat a tenir-ne uns 1670 cms². En l'estadi adult al seu valor màxim és d' uns 2200 cms² d'àrea (fig. 9-4).

Es a dir: durant els crucials períodes del desenvolupament, que tenen lloc durant els dos primers anys de vida, l'increment és de quasi 1000 cms² d'àrea (400 dels quals han tingut lloc dins dels primers 6 mesos). A partir del segon any de vida i fins arribar a l'edat adulta, l'augment només serà d'uns 500 cms². quasi els mateixos que s'experimenten durant el primer estadi del desenvolupament.

Fig. 9-1.

Cervell d'un infant vist de perfil (AAU).

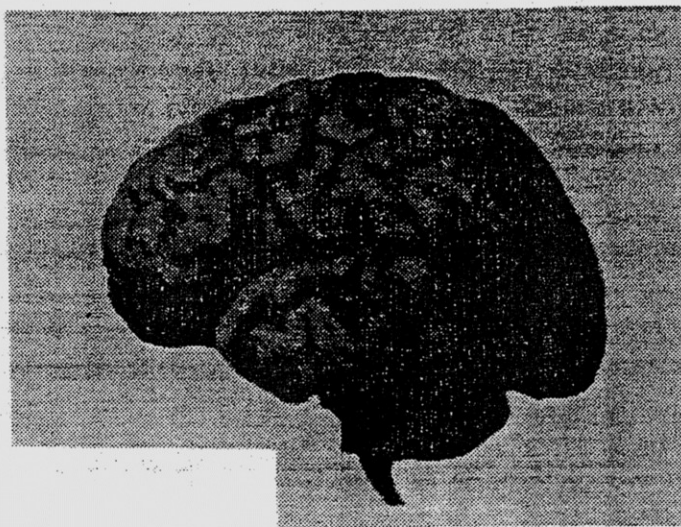


Fig. 9-2.

Detall del còrtex cerebral.

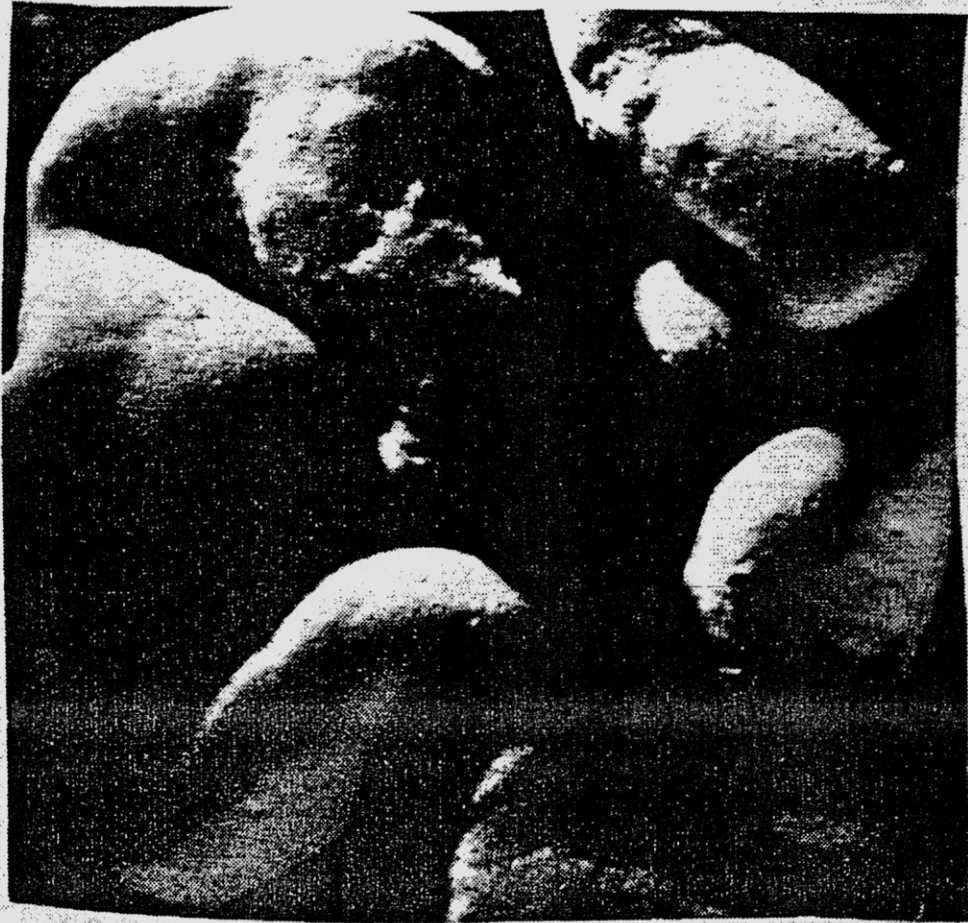
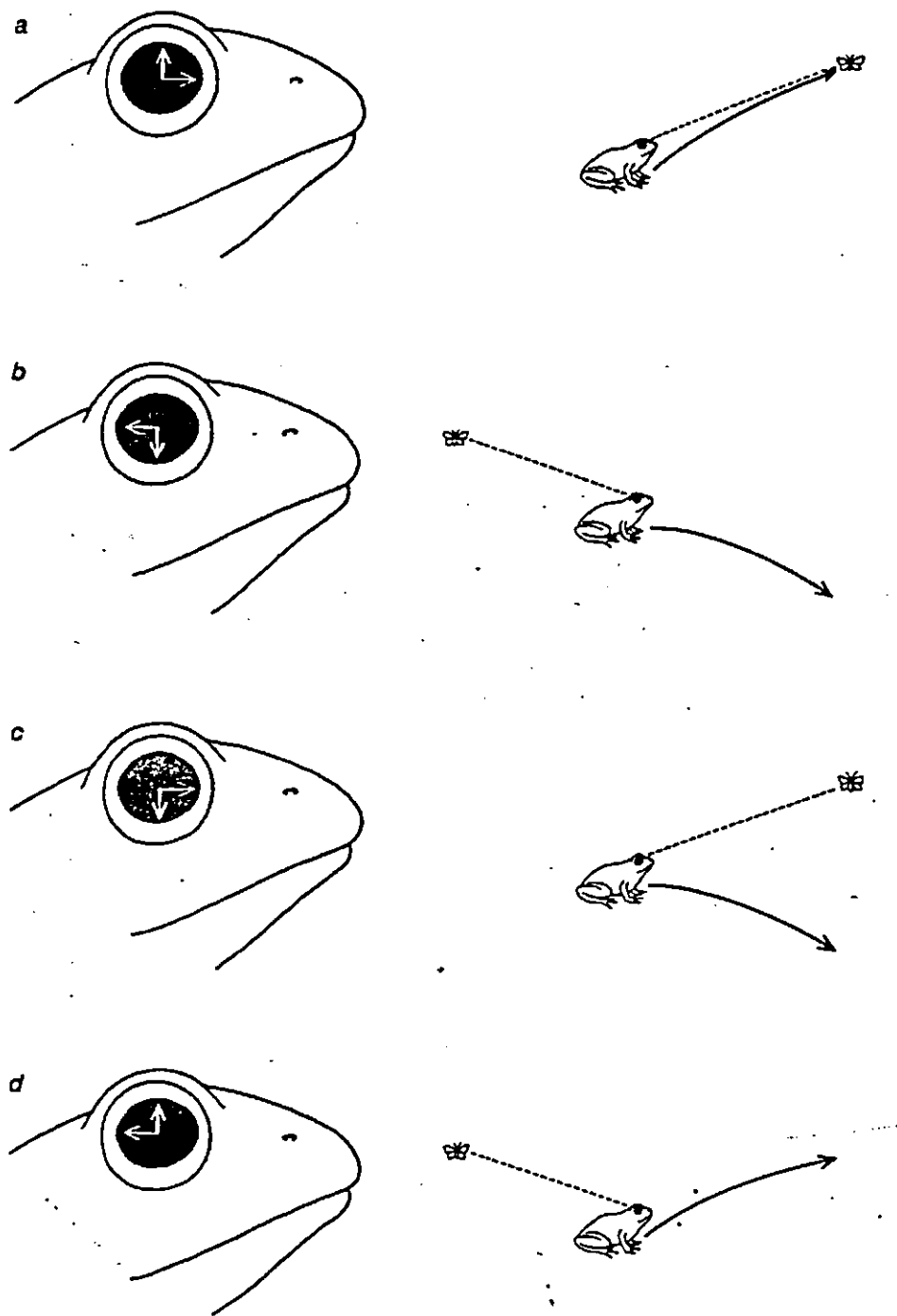


Fig. 10-4.

Experiment de Roger W. SPERRY.



Gruixària del còrtex cerebral.

Correlativament amb aquest augment de superfície, la gruixudària de la fina làmina de 6 capes de cèl.lules (vegeu vol. I, pàg. 87 i fig. 2-37) que formen el còrtex cerebral humà, passarà d'uns 1,5 mm., en el nadó, a un màxim de 3-5 mm. (variable segons les àrees) definitiu de l'adult (fig.9-5).

DESENVOLUPAMENT MICROSCÒPIC.

En el vol.I. (pàg. 133) ja hem comentat que l'anomenat "capital neuronal" és màxim a partir de la fi del 5^o mes postconcepcional. En el capítol següent descriurem el sorprenent i important fenomen de "mort neuronal" , que té lloc a partir d'aquest moment (pàg.).. Com conseqüència d'aquest dos fets, és evident que a partir del període de nadó en absolut augmentarà el nombre de cèl.lules nervioses. Però, com acabem de veure, tant el pes com la superfície del cervell no deixa d'expandir-se. Essent així, la pregunta lògica a formular-se és: a que és deu l'expansió experimentada?

Augment del tamany de les neurones.

Un factor indiscutible, però evidentment poc significatiu, és l'augment de tamany que experimenten les neurones durant la primera

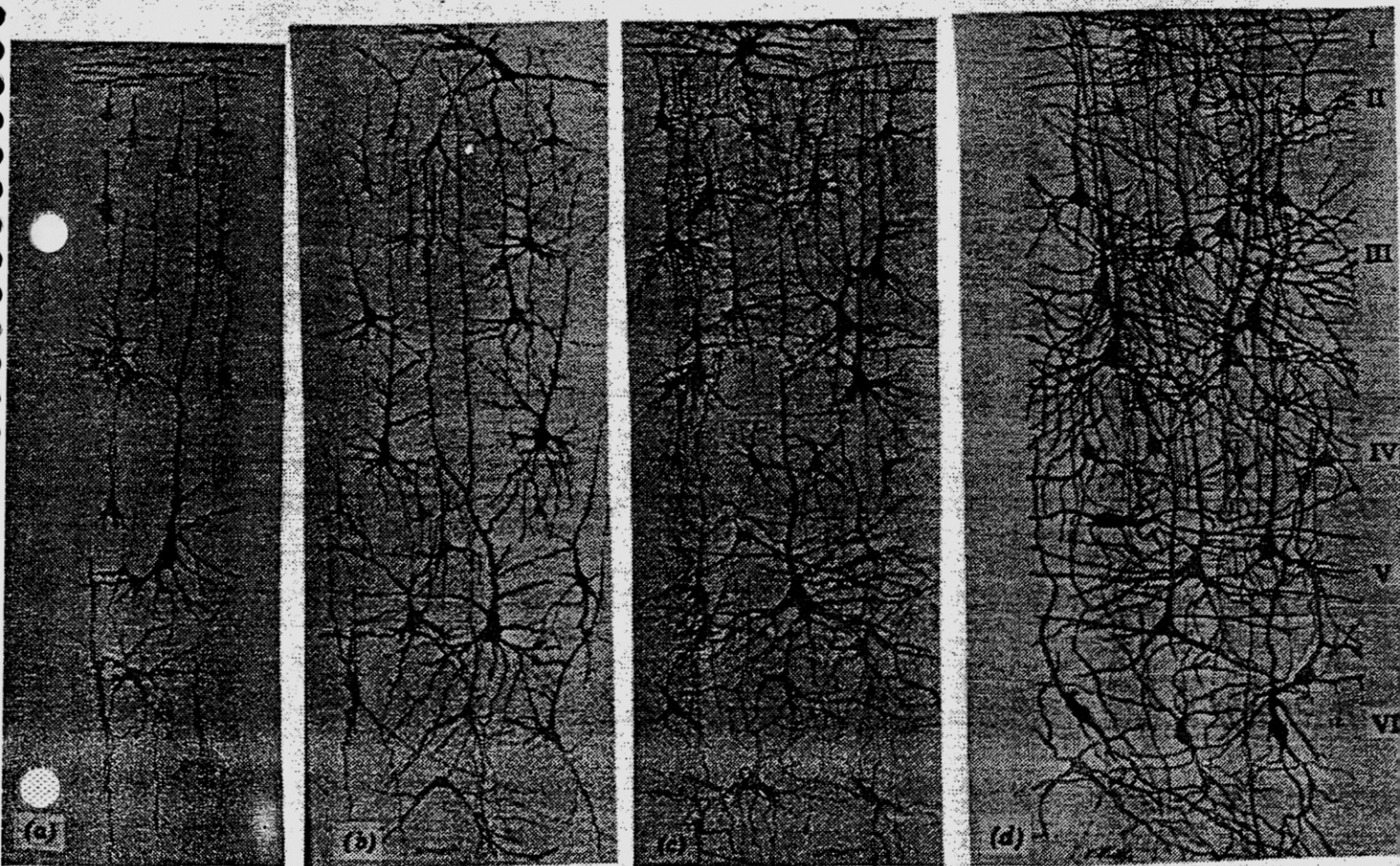
infància (SCHADE i van GROENIGEN, 1961). Per exemple, el tamany de les cèl·lules de BETZ de l'escorça passa de 25-26 microns, en el moment dels naixement a terme, a 40-90 microns a l'edat de 2 anys (gràfica 9-X). Dins dels sis primers mesos de vida post-natal, els canvis més significatius en l'interior de la neurona són: un augment del volum citoplasmàtic (la relació nucli citoplasme, inicialment a favor del volum del nucli, s'inverteix) i l'aparició la substància de NISSL. Però aquests fets, per si sols, no poden pas donar raó de l'increment que hem descrit.

Augment del nombre de dendrites.

En l'actualitat hi ha unanimitat en admetre que el creixement ponderal i en superfície del cervell és degut bàsicament a l'aparició de nombroses arboritzacions dendrítiques ⁷ (fig. 9-6). Algunes estimacions numèriques poden ajudar-nos a fer-nos una capdal representació de la magnitud d'aquest significatiu fenomen. Així, mentre el pes de tot el conjunt de neurones del cortex cerebral es avaluat, en l'adult, com de l'ordre del 15%, el del conjunt de les arboritzacions dendrítiques representa el 85% restan. El nombre total de neurones del sistema nerviós humà s'ha estimat en 10^{11} (cent mil milions); cada una d'aquestes neurones té la possibilitat d'emetre entre 10.000 i 60.000 arboritzacions dendrítiques; partin d'un valor promig de 40.000, la xifra total de connexions existents en el sistema nerviós humà adult pot avaluar-se en 10^{15} (mil bilions), una xifra tant considerable que ens és impossible de representar-nos-la ⁸.

Fig. 9-b.

Desenvolupament del cortex cerebral (peu de la circonvolució frontal ascendent). Dibuixos amb càmera clara de preparacions obtingudes amb el mètode de GOLGI-COX. a) nadó; b) un mes; c) tres mesos; d) sis mesos (De CONEL, 1939-1950).



No pot, en conseqüència, quedar gaire dubte que aquest imcommensurable entramat (que comença a produir-se a partir del període de nadó) ocupa un important espai en el sistema nerviós central (i en concret en el cortex cerebral), fent disminuir substancialment la densitat neuronal i augmentar pes, volum i superfície cerebral. Però tampoc queden masses dubtes que aquesta progressiva complexificació dendrítica és el millor indicador del grau de desenvolupament estructural i funcional aconseguit pel sistema nerviós (HUMPHREY, 1964), desplaçant-se així l'interès que fins aquest moment s'havia centrat en el procés de mielinització com responsable de la progressiva competència funcional de l'aparell neuronal.

De CRINIS va objectivar, l'any 1934, que el còrtex del nadó, pràcticament mancat de dendrites, va enriquir-se d'elles a mida que s'avança en edat i que la cronologia de la seva aparició post-natal varia segons les diferents zones de l'escorça. Seguint el principi d'assinchronia formulat per ANOKHIN, les connexions dendrítiques fan primer de tot la seva aparició en les àrees primàries de projecció post-rolàndiques (somes-tèsica o parietal, visual o occipital, auditiva o temporal i pre-rolàndica o motora) (vol. I, pàg. 98 i fig. 2-51). Avançat el primer estadi del desenvolupament pot evidenciar-se, també, l'inici d'aquesta arborització en la majoria d'àrees d'associació unimodal o secundàries i en l'àrea de Broca (peu de la tercera circumvolució frontal ascendent o àrea motora del llenguatge articulat), mentre que l'arborització de les àrees terciàries o d'associació polimodal (sobretot les prefrontals) és de presentació molt més tardana (entre els 3,5-4 anys i els 9-10 anys) (LURIA, 1976).

Les importants investigacions dutes a terme en el laboratori de CONEL (1939-1960), aporten la més objectiva i directe confirmació d'aquests fets. L'elaboració de veritables atlas de la citoarquitectura cortical, en funció de l'edat i de les aferències rebudes, donen un inapreciable suport de referència per delimitar les diferents etapes de l'estructuració i funcionalitat del sistema nervios infantil que considerem en aquests volums. La figura 9- 10 (dibuixos en càmera clara de preparacions histològiques segons el mètode de Golgi-Cox, corresponents a l'àrea de Broca) exemplifica, més que qualsevol comentari, la progressiva complexificació dendrítica al llarg dels primers mesos i anys de vida.

Progressos mielogenètics durant el primer estadi del desenvolupament.

Donat que la mielinització⁽⁹⁾ és un procés lligat a una clara pre-programació genètica⁽¹⁰⁾, ben independent de l'aferència d'estímuls, els defensors de l'hipòtesi innatista del desenvolupament hi trobaren un fort recolçament argumental. Així doncs, a partir de l'expansió dels treballs dels VOGT (1901, 1911) i de FLECHSIG (1927), s'eslaborà un fort corrent d'opinió que establia una estreta i directa correlació entre progrés de la mielinització i desenvolupament de la conducta. El cert és, però, que ja des del seu inici la teoria de la mielogènesi fou fortament qüestionada o, almenys, debatuda. Avui en dia, com tot just acabem de comentar, les evidències que recolzen el protagonisme de la teoria "dendritogènica", en el procés del desenvolupament humà, semblen haver relegat quasi completament la teoria "mielogenètica" al calaix

dels records. Però, com ja comentàvem en el vol. I (pàgs. 140 i 141), oblidar-la o negligir-la comportaria deixar d'atendre a un fenomen real i que juga un paper al procés del desenvolupament (ni que aquest sigui secundari o no tant determinant com pretenien les primeres teories). Perquè, si bé la mielinització és un procés indubtablement maduratiu (regulat genèticament), no podem pas perdre de vista que el sistema neuronal cortical no arribarà a la seva plena funcionalitat i a la seva plena connexió amb el medi o món exterior fins que les fibres que hi aboquen o en parteixen (aferents i eferents) presentin un recobriment de mielina⁽¹¹⁾.

Partint de la situació del nadó (vegeu vol I., pàg. 160), el progrés de la mielinització de les grans vies axonals de connexió aferent i eferent segueix, al llarg dels 6 primers mesos de vida, els següents graus:

1) Situació immediatament post-natal :

1.1.) Nivell medullar: mielinització, només, de les vies ascendents (aferents).

1.2.) Nivell del tronc cerebral: mielinització de les vies dels nervis cranials aferents (a excepció del nervi òptic, de topografia més alta).

1.3.) Nivell subcortical suprasegmentari: incipient mielinització de les fibres extrapiramidals (nuclis

estriats) i pràctica absència de mielinització de les que sorgeixen del tàlem.

1.4.) Nivell dels hemisferis cerebrals i del cerebellat:
absència de mielinització.

2) Primer trimestre de vida:

2.1.) La mielinització dels feixos cortico-espinals descendents (eferents) s'inaugura a nivell del moll espinal i tall cerebral, ja a la fi de la primera setmana. Entre les 28 i 38 setmanes les fibres mielinitzades abarquen el trajecte del cortex pre-rolàndic (àrea primària motora) a la càpsula interna (via piramidal subcortical).

2.2.) Els feixos ascendents, ben mielinitzats en el nadó a terme fins a nivell del tall o tronc cerebral, continuen aquest procés fins les estructures corticals post-rolàndiques (àrea parietal ascendent o àrea primària tàctilo-kinestèsica).

2.3.) A la fi del tercer mes estan mielinitzats els axons que relliguen els analitzadors acústic i vestibular amb els cossos geniculats mitjaners (fibres acústiques pre-talàmiques), mentre que les fibres post-talàmiques resten encara descobertes de beina mielinica.

2.4.) La mielinització de les vies òptiques té lloc, en canvi, de forma nonofásica, afectan tant als components retículo-genuculat (fibres pre-talàmiques) com al genículo-calcari (fibres post-talàmiques). No s'acaba, però, aquest procés de mielinització, fins ben entrats en el 5e mes.

2.5.) A partir del segon mes la mielinització afecta a les fibres d'associació diencefàlica i comença en les del cos callós.

2.6.) Al final del tercer mes s'inaugura la mielinització de les fibres cerebel·loses.

3) Entre el tercer i sesé mesos:

3.1.) La mielinització és completa al llarg de tots els feixos, tant ascendents com descendents, del moll espinal i tall cerebral.

3.2.) A nivell del diencefal només alguns axons que van al tàlem estan desprovistos de coberta mielínica.

3.3.) A la fi del 5e mes està francament avançat el cercle de mielinització de les vies òptiques fins el còrtex calcari (occipital).

3.4.) El component geniculo-temporal o post-talàmic de la via acústica, en canvi, continua amb el retard comparatiu amb la via òptica.

3.5.) Sols les fibres calloses (d'associació inter-hemisfèrica o fibres llargues) estan ja força mielinitzades, fet que no pot constatar-se encara en les curtes o intra-hemisfèriques.

3.6.) Les vies cerebel·loso progressen acusadament en la seva mielinització.

Si només tenim en compte el pre-requisit de la mielinització (deixem de considerar el nivell de desenvolupament dendritogènic cortical), podem hipotèticament assajar d'avaluar quines van essent les possibilitats funcionals del sistema nerviós humà al llarg del primer mig any de vida. En l'infant que acaba el període post-natal les primeres estructures en completar la seva mielinització són les dels feixos medulars ascendents, que porten la informació copsada pels receptors perifèrics. En conseqüència, la primera àrea cortical que esdevindrà "bombardejada" per una rica aferència d'estímuls serà la parietal primària. La via òptica, que té tot el seu trajecte mielinitzat als 5 mesos, serà la segona funció cortical que aconseguirà poder elaborar un reflex de la realitat envoltant. En canvi les vies acústiques van acompanyar molt més lentament i diferidament aquesta estructuració. Al costat d'aquesta heterocrònica maduració del sistema captador d'aferències, en l'infant del primer estadi del desenvolupament

destaca la immadureça del sistema eferent o de sortida. Aquest fet pot donar-nos explicació de la global immadureça motriu dels infants d'aquestes edats, caracteritzada -com tinfrem sobrada ocassió de descriure- per l'esclavitud a la força de la gravetat i l'escasa habilitat que els caracteritza.

A la fi del primer estadi, en canvi, l'infant haurà acabat practicament la maduració de totes les vies ascendents i descendents i aconseguit un important grau de complexificació dendrítica cortical a nivell de les àrees primàries i secundàries (sobretot post-rolàndiques). Així mateix, degut al fet d'haver també completat la mielinització de les fibres d'associació inter-hemisfèrica, pot començar a relacionar eficaçment les informacions provinents d'un i altre hemisferi. Per últim, gràcies a l'avaçada -tot i que no acabada- mielinització de les vies cerebeloses, podrà començar a reixir en la seva equilibració i coordinació segmentaria antigravitatòria (al gaudir de la ben avançada mielinització de les vies vestibulars).

IX

(1)

Ritme que es mantindrà fins els 9 mesos d'edat.

(2)

Els minuciosos treballs de LAROCHE (1962, 1964), efectuats en infants prematurs i en diferents circumstàncies patològiques que alteren substancialment el pes del cos (p.e. en nadons nascuts de mare diabètica), permeten afirmar que el pes del cervell i la seva evolució ponderal són independents - relativament - del pes total del cos. L'única relació significativa es correspon amb l'edat real en relació al termini de gestació intrauterina. Així, mentre en l'embrió de 6 setmanes la relació entre el pes del cervell i el pes del cos és de 1/4, en el nadó a termini és de 1/10 i en l'adult és de 1/50.

(3)

El pes mig a la pubertat és de 1250 gr. en les noies i de 1375 gr. en el nois.

(4)

Vegeu en el vol. IV, la descripció de les tècniques i mètodes emprats per aquestes estimacions.

(5)

Es ben conegut, per exemple, l'augment de la perimetria craneal que es produeix en els infants afectats d'una hidrocefàlia.

(6)

Aquest ritme de creixement és vàlid només per l'avaluació global d'aquesta mostra. En cada infant concret, el ritme individual de increment del perímetre craneal pot ser diferent i manifestament irregular.

(7)

Les dendrites (del grec: arbre) són expansions o prolongacions del cos cel·lular d'una neurona (diferents de l'axó o prolongació principal, entre d'altres coses, pel fet de medir només fraccions de mil·límetre y per ramificar-se ja en la seva base), encarregades d'augmentar la capacitat de relació (inserció o sinapsi) amb d'altres neurones. Constueixen, de fet, pols receptors. D'aquesta forma, cada neurona incrementa notablement la seva superfície de contacte amb d'altres i integra una quantitat extraordinària d'informació, impossible de recollir si només disposés de la prolongació axònica. Cada dendrita pot, així mateix, ramificar-se enormement (ramificacions dendrítiques). Les expansions terminals de les dendrites, encarregades de fer contactes sinàptics, reben el nom d'espines dendrítiques.

(8)

Mil milions de milions o mil billons. Per fer-nos una idea d'aquesta magnitud numèrica, pot servir-nos el considerar que si una persona en comptes mil per segon (fet del tot impossible) trigaria 30.000 anys en acabar el seu recompte (CHANGUEUX, 1985)

(9)

Vegeu vol. I, pàg. 140, nota 14.

(10)

Encara que en el clàssics treballs de ARIENS-KAPPERS (1932) s'havia suggerit que el procés de mielinització estava, en gran part, condicionat per la freqüència del pas d'impulsos per la fibra nerviosa (es a dir: que la mielinització depenia, també, dels estímuls del medi), tots els treballs ulteriors estan d'acord en desmantelar aquesta relació i en mantenir el seu determinisme genètic (VERLEY i cols., 1969).

(11)

Els axons - o prolongacions llargues de les neurones-són uns fins tubs, recoberts per una membrana d'uns 75 Å. Per ells hi circula l'impuls elèctric nerviós. Quan més petit és el diàmetre d'aquest tub, més lenta serà la velocitat del corrent elèctric que viatja a través seu. La majoria de les fibres axonals de les neurones dels mamífers tenen un diàmetre que oscila entre 0,1 i 20 micres (mil·lèsimes de

mil·límetre). Si aquestes fibres no estiguessin recobertes - com succeeix en els invertebrats - per la beina de mielina, la velocitat de conducció de l'impuls (o corrent elèctric nerviós) seria massa lenta per assegurar la supervivència de l'animal. La natura ha trobat, però, la forma d'aconseguir una eficient velocitat -més ràpida- per conduir tant l'informació aferent com els impulsos per les respostes eferents: recobrir la fibra axonal d'una beina de mielina, passant aleshores la velocitat de conducció a ser de 0,5 a 120 metres per segon (CSHADE i FORT, 1965). L'altre alternativa, desplegada amb els invertebrats, ha sigut la d'augmentar el diàmetre de la fibra (que, pel general, sol mesurar unes 100 micres i que en el cas dels axons gegants del calamar pot arribar a ser de fins 800 micres -com un cordill-). Una solució, aquesta última, que hauria esdevingut molt poc adaptativa per la majoria o la totalitat de les espècies de la branca evolutiva que condueix als humans (valgui, com exemple, considerar que si els axons de les neurones retiniques no estiguessin mielinitzats, per transmetre l'informació, amb semblant velocitat que l'actual, el nostre nervi òptic hauria de tenir el diàmetre d'un roure adult!).

La beina de mielina està constituïda per la membrana d'una cèl·lula nerviosa diferent de la neurona (glia o oligodendroglia, en el sistema nerviós central; cèl·lula de Schwann, en els nervis perifèrics), que s'enrotlla l'entorn de l'axó. De tant en tant, al llarg trajecte de l'axó, aquest queda al descobert. Aquestes interrupcions de la beina de mielina reben el nom de nòduls de Ranvier. Així, la superfície de la membrana axonal excitable -per conduir el corrent elèctric nerviós- només està al descobert a nivell dels nòduls de Ranvier i, en conseqüència, el potencial d'acció només pot desplaçar-se "saltant" d'un nòdul a l'altre.

(conducció saltatòria) , acceleran-se d'aquesta manera y de forma molt notable la velocitat del corrent que hi circula.

Encara que les membranes de membranes de les cel.lules glials -que formen la beina de mielina- són quasi transparents, en trobar-se'n moltes de sobreposades ofereixen un color blanquinós. La part del sistema nerviós anomenada "substància blanca", rep precisament aquest nom perquè els axons que la constitueixen i trepassen estan ricament mielinitzats.

IX. DESENVOLUPAMENT ESTRUCTURAL DEL CERVELL

- CONEL, J.L.: The Postnatal Development of the Human Cerebral Cortex, vols. I-IV, Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 1939-1963.
- CHANGUEUX, J.P.: El hombre neuronal. Madrid, Espasa Calpe, 1985.
- DeCRINIS, M.: Aufbau und Abbau der Grosshirnleistungen und ihre anatomischen Gründe. Berlin, Kager, 1934.
- DEKABAN, A.: Neurology of Infance. Baltimore, The Williams & Wilkins Co., 1962.
- FLECHING, P.: Meine myelogenetische Hirnlehre mit biographischer Einleitung. Berlin, Springer, 1927.
- HUMPHREY, T.: Progress in brain research. Amsterdam, Elsevier, 1964.
- KAES, T.: Die Grosshirnrinde des Menschen in ihren Massen und ihren Fasergehalt. Jena, Gustav Fischer, 1907.
- LAROCHE, J.C.: "Quelques aspects anatomiques du développement cérébral", Biologia Neonatorum, 4(676-696), 1962.
- PAUL, D.H.: Fisiologia de la celula nerviosa. Madrid, H. Blume Ed., 1977.
- SCHADE, J.P. i van GROENIGEN, W.B.: "Structural organization of the human cerebral cortex: maturation of the midle frontal gyrus", Acta Anat., 47 (74-111), 1961.
- TANNER, J.M.: Educación y desarrollo-físico. México, Siglo veintiuno eds., 1975.
- VOGT, O.: Etude sur la myélinisation des hémisphères cérébraux. These Med., Paris, 1900.

VOGT, O.: "Die myeloarchitektonik des Isocortex parietalis", J. Psychol. Neurol., 18(379-390), 1911.

WHITE HOUSE CONFERENCE ON CHILD HEALTH AND PROTECTION (section I):
Growth and development of child. Nova York, Centuri,
1933.

WOLF, G.: Neurobiologia. Principios basicos de psicofisiologia.
Madrid, H. Blume Ed., 1976.