

Citoarchitettura cerebrale umana

Costantino Economo

Citoarchitettura cerebrale umana

**Il contributo di un vecchio atlante
di anatomia all'acquisizione
di nuove conoscenze sul cervello**

Seconda edizione italiana a cura di

Francesco Tomaiuolo – Carlo Caltagirone – Michael Petrides



Springer

Costantino Economo †

Professore di Neurologia e Psichiatria, Università di Vienna

Seconda edizione italiana a cura di

Francesco Tomaiuolo

Auxilium Vitae Volterra, Unità Cerebrolesioni Acquisite

Volterra, Pisa

& IRCCS Fondazione Santa Lucia, Roma

Carlo Caltagirone

Clinica Neurologica, II Università di Roma

Tor Vergata, Roma

& IRCCS Fondazione Santa Lucia, Roma

Michael Petrides

Montreal Neurological Institute & Department of Psychology

McGill University

Montreal, Québec, Canada

Edizione rivista e aggiornata del volume:

Economo C., *La citoarchitettura della corteccia cerebrale umana*, a cura di Enderle C., pubblicato da Licinio Cappelli Editore, Bologna, 1928 e tradotto da: Economo C., *Zellaufbau der Grosshirnrinde des Menschen. Zehn Vorlesungen*. Springer, Berlin, 1927

ISBN 978-88-470-1725-2

ISBN 978-88-470-1726-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-88-470-1726-9

© Springer-Verlag Italia 2010

Quest'opera è protetta dalla legge sul diritto d'autore, e la sua riproduzione è ammessa solo ed esclusivamente nei limiti stabiliti dalla stessa. Le fotocopie per uso personale possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni per uso non personale e/o oltre il limite del 15% potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, Corso di Porta Romana n. 108, Milano 20122, e-mail segreteria@aidro.org e sito web www.aidro.org.

Tutti i diritti, in particolare quelli relativi alla traduzione, alla ristampa, all'utilizzo di illustrazioni e tabelle, alla citazione orale, alla trasmissione radiofonica o televisiva, alla registrazione su microfilm o in database, o alla riproduzione in qualsiasi altra forma (stampata o elettronica) rimangono riservati anche nel caso di utilizzo parziale. La violazione delle norme comporta le sanzioni previste dalla legge.

L'utilizzo in questa pubblicazione di denominazioni generiche, nomi commerciali, marchi registrati, ecc. anche se non specificatamente identificati, non implica che tali denominazioni o marchi non siano protetti dalle relative leggi e regolamenti.

Responsabilità legale per i prodotti: l'editore non può garantire l'esattezza delle indicazioni sui dosaggi e l'impiego dei prodotti menzionati nella presente opera. Il lettore dovrà di volta in volta verificarne l'esattezza consultando la bibliografia di pertinenza.

9 8 7 6 5 4 3 2 1

Layout copertina: Ikona S.r.l., Milano

Impaginazione: C & G di Cerri e Galassi, Cremona

Stampa: Arti Grafiche Nidasio, Assago (MI)

Springer-Verlag Italia S.r.l., Via Decembrio 28, I-20137 Milano

Springer fa parte di Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Alla città nata
Inaggio all'autore
P. Lomon
23 Nov. 1925

Dedica dell'autore alla copia originale del testo *Economio & Koskinas 1925 (Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Wien, Springer)*, da lui regalata alla biblioteca di Trieste

Presentazione della seconda edizione

La tradizione neurologica nasce dall'esperienza di insigni clinici, quali Charcot, Dejerine, Jackson, Meynert, Mingazzini, i quali hanno diffuso i propri insegnamenti in tempi in cui la semiologia costituiva l'unico strumento di indagine clinica accurata. La semiologia, che rimane ancora oggi uno strumento basilare della pratica clinica, si fonda su precise conoscenze di neuroanatomia, consentendo in molti casi una diagnosi accurata circa la localizzazione anatomica del danno neurologico. È proprio da questo impianto culturale basato sulla semiologia che è nata la neuroanatomia clinica come disciplina fondamentale per la formazione specialistica di tutti coloro che si occupano di neuroscienze cliniche. Di pari passo con i progressi ottenuti in ambito clinico, la neuroanatomia e la neuropatologia costituiscono i pilastri fondanti per lo sviluppo di tutta la ricerca in ambito neuropsichiatrico. In questa commistione virtuosa di clinica e ricerca, la progressiva identificazione di aree cerebrali deputate al controllo di funzioni neurologiche specifiche, dalle più semplici a quelle più complesse, ha prodotto lo sviluppo di numerose discipline specialistiche, con notevoli ricadute in ambito sia clinico sia di ricerca. Si pensi per esempio all'identificazione, eseguita dal medico e anatomista Paul Pierre Broca, dell'area deputata alla produzione linguistica, sita nel piede della terza circonvoluzione frontale dell'emisfero sinistro (Brodmann area 44, Economo e Koskinas, FCBm). La scoperta di Broca, assieme alla successiva identificazione dell'area cerebrale principalmente deputata alla comprensione del linguaggio (area di Wernicke, parte di Brodmann area 22, Economo e Koskinas TA₁; sita nel lobo temporale di sinistra) e del fascicolo arcuato (struttura di connessione tra l'area di Broca e quella di Wernicke), ha consentito un inquadramento clinico accurato delle principali forme di afasia, decretando la nascita dell'afasiologia come disciplina specialistica.

Tuttavia, fino a tempi relativamente recenti, il sistema nervoso rappresentava un organo praticamente inaccessibile *in vivo*, se si eccettua la limitata possibilità di studiarne alcuni aspetti neurofisiologici in ambito neurochirurgico. Il corpus delle conoscenze di neuroanatomia classica si è pertanto costruito grazie allo studio *post mortem* del sistema nervoso umano, mentre l'interpretazione anatomofunzionale si è principalmente fondata sulla sperimentazione neurofisiologica nel modello animale. Tuttavia, per motivi evolutivisti, la maggior parte delle funzioni cerebrali superiori non può essere investigata nel modello animale, ma richiede lo studio diretto dell'uomo. L'avvento delle neuroimmagini come

strumento di indagine praticabile su soggetti umani *in vivo* ha rappresentato una vera e propria rivoluzione all'interno delle neuroscienze, sia quelle di base sia quelle cliniche.

Tra i vari approcci disponibili, la risonanza magnetica si è imposta nel mondo scientifico come uno strumento clinico e di ricerca estremamente versatile, aperto a sempre nuovi sviluppi e, allo stesso tempo, totalmente non invasivo. La risonanza magnetica presenta l'abilità unica di fornire immagini del cervello a elevatissima risoluzione spaziale (Fig. ia), mostrando dettagli anatomici che, un tempo, potevano essere apprezzati solamente dall'anatomopatologo. Inoltre, questo strumento di indagine è dotato di un'elevata sensibilità nell'evidenziare lesioni tissutali come, per esempio, le "placche" nei cervelli affetti da sclerosi multipla (Fig. ib), un reperto in precedenza evidenziabile solamente all'esame *post mortem*. La risonanza magnetica si è inoltre progressivamente arricchita di una serie di nuove tecniche, che nel loro insieme vengono definite come tecniche di risonanza magnetica quantitativa. Mediante la tecnica di risonanza magnetica funzionale è oggi possibile mappare il cervello, identificandone aree e strutture sulla base della loro attivazione. In questo modo è possibile studiare il funzionamento cerebrale durante semplici compiti percettivi e motori, ma anche durante lo svolgimento di più complessi compiti cognitivi ed emozionali (Fig. ic).

Dal punto di vista strutturale, sono state sviluppate tecniche in grado di evidenziare l'anatomia cerebrale su scala non solo macroscopica, ma anche microscopica. Una delle tecniche più promettenti è quella conosciuta come *Diffusion Tensor Imaging*. Essa si basa sulla detezione dei movimenti browniani delle molecole d'acqua, le quali, trovando ostacoli nel loro percorso (per esempio, membrane e orfanelli cellulari), forniscono un'informazione indiretta circa la microstruttura che le contiene, ossia il tessuto nervoso. Il *Diffusion Tensor Imaging* consente di visualizzare i principali fasci di sostanza bianca secondo il loro orientamento spaziale (Fig. id), e persino di ricostruirli in modo tridimensionale (Fig. ie). Questa tecnica ha aperto la strada verso un'indagine accurata della sostanza bianca *in vivo*, ancora una volta secondo un'ottica di tipo "anatomico-funzionale". Infatti, comprendere non solo la specializzazione di singole regioni corticali (per esempio, aree del linguaggio, strutture legate alla memoria, alle abilità visuospaziali ecc.), ma anche la loro reciproca connessione strutturale, risulta di cardinale importanza per le neuroscienze sia di base sia cliniche. Con il progredire della conoscenza, risulta infatti sempre più evidente che il funzionamento cerebrale può essere spiegato solo mediante l'interazione di complesse reti neuronali, andando così ben oltre la schematica definizione di singole aree cerebrali specializzate in singole funzioni. A supporto di questa visione, sono stati pubblicati innumerevoli studi di risonanza magnetica funzionale che mostrano il coinvolgimento di strutture cerebrali inattese per le funzioni cognitive investigate. Inoltre, una tecnica di recente introduzione, nota come risonanza magnetica funzionale a riposo (*resting-state fMRI*), ha mostrato l'esistenza nel cervello umano di reti neuronali ben definite, connesse funzionalmente, e costituite da neuroni siti in regioni cerebrali anche molto distanti tra di loro. Ancora una volta, lo studio della connettività cerebrale propone una nuova prospettiva, più vasta ma allo stesso tempo più vicina alla realtà, per lo studio *in vivo* della neuroanatomia, intesa come neuroanatomia funzionale.

L'insieme di questi progressi si presta non solo allo studio del sistema nervoso normale, come già menzionato più volte. Un'indagine di tipo anatomico-funzionale agevola anche la comprensione di segni e sintomi osservabili in presenza di malattie neuro-

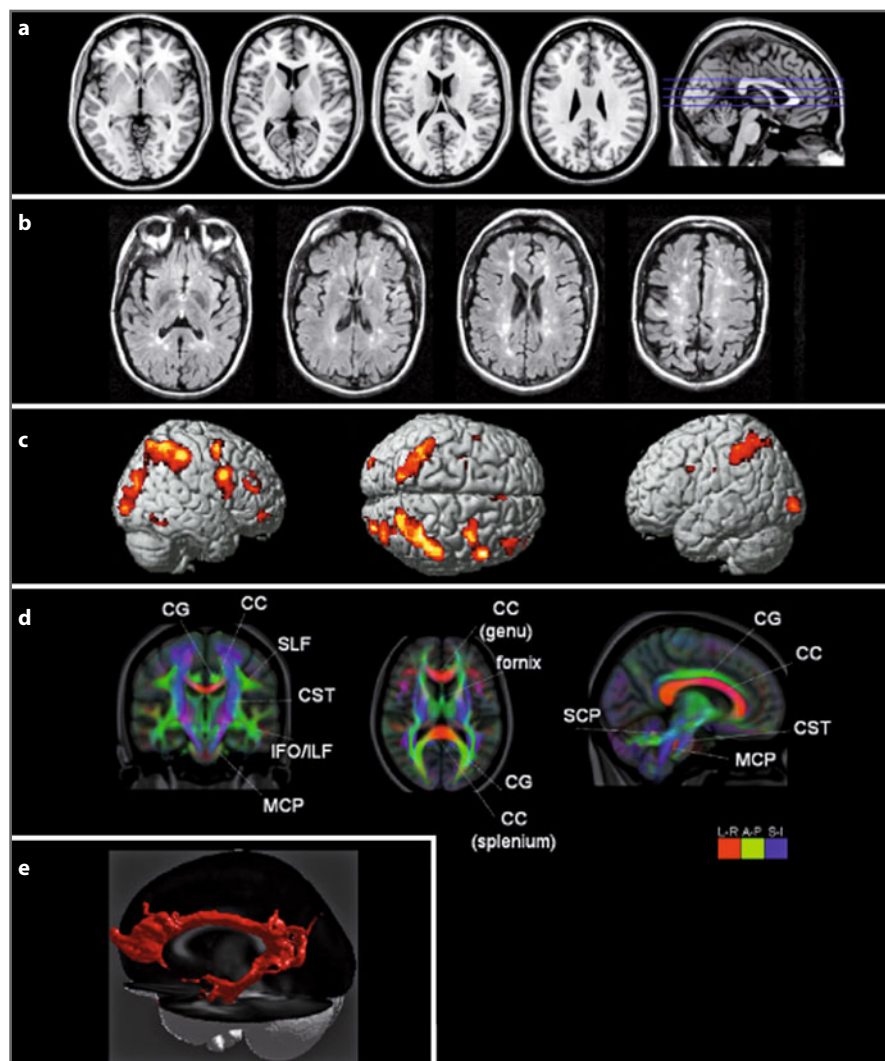


Fig. 1 **a** Immagini assiali pesate in T1 di un encefalo normale. Si noti l'elevata risoluzione anatomica nel mostrare le diverse strutture cerebrali. **b** Immagini acquisite mediante sequenza FLAIR (*fluid attenuated inversion recovery*) da un paziente affetto da sclerosi multipla. Si noti l'elevata sensibilità nel mostrare la presenza di lesioni cerebrali (placche) come aree iperintense. **c** Pattern di attivazione cerebrale ottenuto mediante risonanza magnetica funzionale in un soggetto sano durante lo svolgimento di un compito di attenzione visuospatiale. Come atteso, le aree cerebrali principalmente implicate presentano una distribuzione di tipo parietofrontale, con una prevalenza emisferica destra. **d** Mappe direzionali di sostanza bianca ottenute mediante *Diffusion Tensor Imaging*. A ciascun colore corrisponde la direzionalità regionale prevalente delle fibre sottostanti: *rosso* = direzione laterolaterale; *verde* = direzione anteroposteriore; *blu* = direzione craniocaudale. **e** Esempio di ricostruzione tridimensionale del cingolo di sinistra, ottenuta mediante trattografia su immagini ottenute mediante *Diffusion Tensor Imaging*. CC, corpo calloso; CG, giro del cingolo; CST, fascio cortico-spinale; IFO, fascicolo fronto-occipitale inferiore; ILF, fascicolo longitudinale inferiore; MCP, peduncolo cerebellare medio; SLF, fascicolo longitudinale superiore

logiche e psichiatriche. In ambito neurologico, per esempio, è oggi possibile comprendere come lesioni focali isolate possano produrre quadri sintomatologici molto più complessi dell'atteso, andando a perturbare circuiti neuronali più vasti. In modo similare, il meccanismo della disconnessione cerebrale sembra dar ragione dei sintomi e delle disabilità devastanti quali si osservano in pazienti psichiatrici, il cui cervello risulta macroscopicamente integro anche all'osservazione anatomopatologica.

La presente opera, rispetto a precedenti pubblicazioni, ha il merito di presentare, in aggiunta al lavoro classico di Economo, la mappa dei solchi della corteccia cerebrale umana e una tabella di corrispondenza tra le aree cerebrali descritte da Economo e Koskinas e quelle riportate nella descrizione di Brodmann, la quale non fornisce una documentazione dettagliata delle aree architettoniche cerebrali. La tabella di corrispondenza ha il pregio di consentire agli studiosi una più accurata e diretta valutazione delle aree cerebrali d'interesse.

Infine, completa l'opera un capitolo redatto da Gabriella Economo, nipote diretta di Costantino von Economo, che riporta alcune interessanti notizie biografiche sullo scienziato oltre ad alcune foto inedite. Questo arricchimento ha il pregio di rendere questa pubblicazione interessante non solo dal punto di vista tecnico-scientifico, ma anche da quello storico.

Sono certo che questo volume sarà utile a molti studiosi delle neuroscienze permettendo loro di coniugare al meglio – come le neuroscienze auspicano – le relazioni tra la struttura del Sistema Nervoso e le sue funzioni.

Roma, settembre 2010

Carlo Caltagirone

Presentazione dell'edizione originale

Quella *obscura textura cerebri* deplorata dal Fantoni, così cara allo spirito caustico dell'instancabile anatomico di Vienna Giuseppe Hirtl, appartiene ormai alla storia.

Il *miliarum aureum* fu inaugurato senza suoni di tromba da quel grande, non so se più psichiatra o anatomico del cervello, Teodoro Meynert. Povero di mezzi e quando l'istologia era ancora bambina, separò in un lampo di genio l'area del piede del peduncolo cerebrale da quella della cuffia. Da allora in poi il lampo divenne faro ed il *miliarum aureum* fu la prima tappa di una via che, come la Flaminia, non conobbe più limiti.

Lo spirito scientifico dell'*Alma Mater Vindobonensis* non si è mai perduto, anzi ora, anche *in rebus adversis* aleggia più che mai. Esso desta le meraviglie dell'osservatore, che vede gli allievi di questo grande centro di cultura gareggiare per mantener alta la gloria del loro ateneo; Costantino Economo, nostro concittadino, figlio della redenta Trieste è fra questi.

Al certo la tradizione Meynertiana ha esercitato un'influenza sul suo indirizzo. Ma solo la tenacia intelligente di un ricercatore quale l'Economo poteva aver ragione delle difficoltà tecniche che si incontrano nello studio della architettura della corteccia cerebrale.

Il volume dell'Economo, testo ed illustrazioni, ha una eloquenza che supera quella di Demostene. Esposte con eleganza pari alla chiarezza, queste "Lezioni" servono appunto per dare al lettore un'idea della variazione dello spessore della corteccia e dei suoi strati, degli elementi cellulari che la compongono, della loro grandezza, del loro diverso numero, delle loro disposizioni, delle modificazioni che subiscono nei diversi giri e soprattutto del loro significato.

La supposizione del Meynert di un'organologia della corteccia cerebrale è stata confermata in teoria dalla possibilità di riconoscere solo dalla sua struttura, la funzione motoria, sensitiva e persino psichica di determinate regioni corticali. Per mezzo della citoarchitettura cerebrale sarà forse possibile un giorno trarre preziosi argomenti per una psicologia comparata anche di differenti specie di animali basandosi sulla presenza o sull'assenza o sulla varia distribuzione di speciali aree corticali; affrontare i problemi di uno studio comparato della mentalità delle varie razze umane documentato da variazioni delle quali appena intravediamo l'importanza; potremo – chi sa – spiegarci il perché delle differenze della psiche dei vari individui; le speciali loro attitudini e le eventuali loro deficienze di cui godono o soffrono durante la vita; e delle modificazioni che la no-

stra psiche mano mano subisce con il variare della età e nelle più varie contingenze fisiologiche o patologiche della vita.

Alle anime in pena che timorose per le dottrine spiritualistiche dimandassero con la consueta volgarità quale sia il risultato pratico di siffatte indagini è più decoroso, a mio parere, rispondere con un aureo silenzio. La stessa interrogazione avranno chi sa quanti rivolto almeno in ispirito al più grande dei fisici, ad Alessandro Volta, quando si industriava di studiare le proprietà delle sue pile; eppure quella pila ha sconvolto in tutto il mondo le industrie e le opere meccaniche. Sembrava un trastullo di scienziato l'indagare, come faceva Röntgen, la natura e le proprietà dei raggi catodici: e ora l'umanità deve a lui la vita di milioni di uomini e l'addolcimento di tanti dolori. La scienza adunque procede spesso ciecamente, ma procede bene quando edifica sulla base del positivismo. Eppure noi dobbiamo rendere grazie a chi, come Economo, ha impiegato preziosi anni della sua vita alla soluzione di così alti problemi. Non solo gli anatomici e i neurologi, ma soprattutto chi si occupa degli attributi dell'anima dovranno meditare sulle lezioni con le quali Economo ha cercato di volgarizzare anche di più il frutto dei suoi studi; e oggi se ne sente davvero il bisogno perché l'introspezione e le speculazioni ultraspiritualistiche tentano a mo' di Lucifero di riprendere l'antico e fatale sopravvento.

Simplex dumtaxat et unam, raccomandava Orazio a coloro che vogliono scrivere di discipline letterarie: semplicità ed unità d'indirizzo il lettore troverà pure in queste lezioni di Economo che, tradotte fedelmente dal mio Assistente Dr. Enderle, mi auguro troveranno fortuna da noi, sebbene il momento storico mondiale, in cui viviamo, sorrida poco ai lavoratori del cervello. I colleghi d'Italia – la terra che vide l'opera di Camillo Golgi – gliene saranno, spero, più che grati.

Roma, 1928

Giovanni Mingazzini

Prefazione all'edizione originale

Numerosi medici e numerosissimi studenti, e specialmente quelli che hanno seguito i miei corsi semestrali, mi hanno espresso il desiderio di avere una guida succinta e chiara allo studio della citoarchitettura della corteccia cerebrale dell'uomo. Quantunque io abbia già due anni fa pubblicato un voluminoso trattato (Economio e Koskinas, 1925) che contiene pressoché tutto quanto si conosce oggi sull'argomento, pure, seguendo i molti inviti ricevuti, m'è piaciuto por mano a questo breve manuale. A tale scopo ho raccolto il testo delle conferenze che tengo fin dall'anno 1923 – e che non rappresentano, quindi, un riassunto della mia opera maggiore del 1925, ma che piuttosto mi sono servite di base per la sua stesura – e le ho aggiornate con i risultati delle ricerche più recenti. Il presente volume non può sostituire né il testo né l'atlante dell'opera maggiore per chi voglia approfondire i problemi della citoarchitettura – poiché non è possibile ridurre in dieci soli capitoli una completa descrizione della tanto complicata struttura della corteccia cerebrale – però può tornare utile al ricercatore che voglia studiare l'opera maggiore, dando un quadro d'insieme dell'argomento e permettendo quindi una migliore e più pronta comprensione degli speciali capitoli, argomento del suo studio più profondo.

Più che ad ogni altro però questo volume è destinato allo studente ed al medico che ami il lavoro indipendente e a questi porgo raccolte in breve volgere di pagine le nozioni fondamentali relative alla citoarchitettura della corteccia cerebrale.

Io ho preferito di non raccogliere in un atlante le 43 nuove fotografie che illustrano questo volume, ma di intercalarle nel testo insieme con le altre figure schematiche.

Considererò raggiunto lo scopo di questo libro se, oltre all'aver servito come mezzo di cultura agli studiosi, varrà a spingere qualcheduno di essi a tentare, per proprio conto, la esplorazione dell'architettura della corteccia cerebrale, tanto ricca di problemi, tanto ricca di soddisfazioni.

Trieste, 1926

Costantino Economio

Ringraziamenti

Ringraziamo Elena Economo per averci prestato il libro originale del Prof. Costantino Economo, da cui sono state tratte le bozze per la riedizione di questo libro. Ringraziamo il Prof. Gesualdo Zucco (Facoltà di Medicina e Chirurgia, Università di Padova) e il Dr. Francesco Barban (IRCCS Santa Lucia, Roma) per i suggerimenti sulla stesura del manoscritto in italiano di F. Tomaiuolo e M. Petrides. Infine, F.T. ringrazia la Dr.ssa Paola Poli per averlo aiutato a correggere le prime bozze per la riedizione di questo libro.

Un doveroso ringraziamento all'Ospedale di Riabilitazione Multispecialistico Auxilium Vitae di Volterra e all'Ospedale ad Alta Specializzazione per la Riabilitazione Neuromotoria IRCCS Santa Lucia di Roma per il sostegno economico.

Questa nuova edizione è dedicata alla simpatica e brillante Gabriella Economo, recentemente scomparsa.

Introduzione	1
Il contributo di un vecchio Atlante di Anatomia all'acquisizione di nuove conoscenze sul cervello	
Corrispondenza tra le aree di Brodmann (1914) e le aree di Economo e Koskinas (1925)	7
Mappa e legenda dei solchi cerebrali	11
1 Considerazioni generali sulla citoarchitettura della corteccia cerebrale	19
1.1 Cenni storici	19
1.2 Schema della divisione in campi della superficie cerebrale	20
1.3 Strati della corteccia cerebrale	20
1.4 Suddivisione degli strati in strati secondari	24
1.5 Rapporti fra cito- e mieloarchitettura	24
1.6 I tre principali tipi di cellule	25
1.7 Cellule speciali	27
1.8 Distribuzione numerica delle cellule	27
1.9 Suddivisione della corteccia cerebrale in "isocorteccia" e "allocorteccia" ...	29
1.10 Variazioni regionali dell'architettura dell'isocorteccia e dei suoi strati ...	29
1.11 Corteccia "granulare" e "agranulare"	32
1.12 Striatura radiale della corteccia	34
1.13 Schema della citoarchitettura cerebrale	34
2 Considerazioni generali sulla citoarchitettura della corteccia cerebrale (seguito)	35
2.1 I cinque tipi architettonici dell'isocorteccia	35
2.1.1 Isocorteccia omotipica	35
2.1.2 Isocorteccia eterotipica	36
2.2 Significato fisiologico dei vari tipi architettonici e loro estensione locale ...	37
2.3 Variazione degli strati in una stessa sezione di circonvoluzione e rapporti fra gli strati	40
2.4 Alcuni importanti dati numerici riguardanti la corteccia	41
2.5 Funzione dei diversi strati	41
2.6 Variazioni nella costituzione cellulare nelle varie epoche della vita	41

2.7	Modificazioni cellulari fisiologiche e patologiche	45
2.8	Metodo delle ricerche	45
2.8.1	I sette lobi cerebrali	45
2.8.2	Suddivisione della superficie cerebrale nei vari campi citoarchitettonici (aree)	46
3	I lobi frontali e le loro aree principali	49
3.1	Caratteristiche generali della citoarchitettonica dei lobi frontali	49
3.2	<i>FA</i> – Area praecentralis	49
3.3	<i>FB</i> – Area frontalis agranularis	54
3.4	<i>FC</i> – Area frontalis intermedia	56
3.5	<i>FD</i> – Area frontalis granularis	59
3.6	<i>FE</i> – Area frontopolaris	61
3.7	<i>FG</i> – Area gyri recti sive ed area recta	63
3.8	<i>FF</i> ed <i>FH</i> – Area orbitalis ed area praefrontalis	65
4	I lobi frontali (continuazione): loro bordo corticale e varianti delle principali aree dei lobi frontali	69
4.1	<i>FL</i> – Area paraolfactoria. <i>FM</i> – Area geniculata. <i>FN</i> – Area praecommissuralis	69
4.2	<i>FI</i> – Area frontoinsularis. <i>FK</i> – Area piriformis frontalis	73
4.3	Varianti delle principali aree frontali	78
5	I lobi parietali: la regio parietalis ascendens o postcentralis (circonvoluzione retrocentrale), la regio parietalis superior (lobulo parietale superiore) e la regione intermedia temporo-occipitale	89
5.1	Lobus parietalis	89
5.2	<i>PA</i> – Area postcentralis gigantopyramidalis	91
5.3	<i>PB</i> – Area postcentralis oralis (granulosa)	93
5.4	<i>PC</i> – Area postcentralis intermedia	96
5.5	<i>PD</i> – Area postcentralis caudalis	98
5.6	<i>PE</i> – Area parietalis superior	100
5.7	Considerazioni generali sulla corteccia di tipo architettonico 3, propria del lobus parietalis inferior et basalis	103
5.8	<i>PF</i> – Area supramarginalis	104
5.9	<i>PG</i> – Area angularis	106
5.10	<i>PH</i> – Area basalis	108
6	La corteccia dell'insula	111
6.1	Corteccia e suddivisioni dell'insula	111
6.2	<i>IA</i> – Area praecentralis insulae	112
6.3	<i>IB</i> – Area postcentralis insulae	114
6.4	<i>IC</i> – Area orbitoinsularis; <i>ID</i> – Area piriformis insulae	116
7	I lobi occipitali	117
7.1	Limiti citoarchitettonici dei lobi occipitali. Raggruppamento concentrico delle loro aree intorno alla fessura calcarina. Caratteristiche generali della corteccia occipitale	117

7.2	<i>OA</i> – Area peristriata	118
7.3	<i>OB</i> – Area parastriata	120
7.4	<i>OC</i> – Area striata	124
8	I lobi temporali	127
8.1	Confini citoarchitettonici dei lobi temporali. Caratteristiche generali citoarchitettoniche della corteccia di questo lobo. I cinque campi della prima circonvoluzione temporale	127
8.2	<i>TA</i> – Area temporalis superior	128
8.3	<i>TB</i> – Area supratemporalis simplex	130
8.4	<i>TC</i> – Area supratemporalis granulosa	133
8.5	<i>TD</i> – Area supratemporalis intercalata	135
8.6	<i>TE</i> (<i>TE₁</i> e <i>TE₂</i>) – Area temporalis propria (media et inferior)	136
8.7	<i>TF</i> – Area fusiformis	139
8.8	<i>TH</i> – Area temporohippocampica	141
8.9	<i>TG</i> – Area temporopolaris	141
8.10	<i>TI</i> – Area piriformis temporalis	144
8.11	<i>TK</i> – Formazione lateroanteriore della substantia perforata: area substantiae perforatae	144
9	La metà superiore del gyrus cinguli. Il cosiddetto gyrus limbicus con la regione retrosplenica fino all'istmo	145
9.1	Anatomia del gyrus cinguli – Gyrus limbicus e intralimbicus	145
9.2	<i>LA</i> – Formatio limbica superior anterior agrularis	149
9.3	<i>LB</i> – Formatio intralimbica superior anterior	150
9.4	<i>LC</i> – Formatio limbica superior posterior granularis	151
9.5	<i>LD</i> e <i>LE</i> – Formationes retrospleniales	154
9.6	<i>LF</i> – Formatio intralimbica posterior	156
10	La metà inferiore del gyrus cinguli, che si prolunga dall'istmo in basso e frontalmente: il gyrus hippocampi, il gyrus dentatus e l'uncus	159
10.1	Anatomia del gyrus hippocampi	159
10.2	<i>HA</i> – Area uncinata (regionis entorhinalis)	166
10.3	<i>HB</i> – Area parauncinata (regionis entorhinalis)	172
10.4	<i>HC</i> – Area rhinalis limitans (regionis entorhinalis)	173
10.5	<i>HD</i> – Area praesubicularis granulosa	174
10.6	<i>HE</i> – Area pyramidalis	178
10.7	<i>HF</i> – Area dentata	179
	Conclusioni	183
	Bibliografia	185
	Appendice	189
	Costantino von Economo (1876-1931)	

Introduzione

Il contributo di un vecchio Atlante di Anatomia all'acquisizione di nuove conoscenze sul cervello

F. Tomaiuolo, M. Petrides

Alla fine del XIX secolo, lo sviluppo delle tecniche istologiche per lo studio del tessuto nervoso e il perfezionamento della microscopia consentirono un'indagine più accurata della struttura cellulare della corteccia cerebrale. Tra le osservazioni più importanti, si rilevò che le cellule che compongono la corteccia cerebrale sono disposte in strati e che la struttura cellulare del mantello corticale non è omogenea. Questo, infatti, può essere suddiviso in diverse aree sulla base delle differenze di densità delle cellule nei diversi strati, o delle differenze nelle dimensioni o ancora a seconda del tipo di cellule o, infine, sulla base della presenza o assenza di specifici strati cellulari. Per esempio, nella corteccia agranulare dell'area motoria il IV strato è assente (vedi i lavori pionieristici di Meynert, 1867, 1885).

Alcune differenze regionali nella struttura della corteccia cerebrale furono osservate a occhio nudo già alla fine del XVIII secolo, come per esempio la presenza di una striscia bianca nella corteccia visiva umana, nota in seguito come "stria di Gennari" (Gennari, 1782). Con l'introduzione dell'ispezione al microscopico (con soli 40 ingrandimenti) delle sezioni della corteccia cerebrale fu quindi possibile studiare l'architettura cellulare del cervello.

Verso la fine del XIX secolo furono condotti molti studi sulla citoarchitettura cerebrale (Betz, 1874; Lewis e Clarke, 1878; Lewis, 1881; Bolton, 1900). In particolare Campbell, nel 1905, pubblicò un trattato sugli studi istologici e sulla localizzazione delle funzioni cerebrali, che costituì il primo esempio di mappa citoarchitettomica della corteccia cerebrale umana nella sua totalità. Nello stesso anno, Brodmann pubblicò un importante lavoro sulla citoarchitettura della corteccia cerebrale della scimmia (*Cercopithecus*), a cui seguì, nel 1908, la mappa citoarchitettomica della corteccia cerebrale umana (Fig. 1).

Gli studi di citoarchitettura di Brodmann furono condotti nel laboratorio berlinese di Vogt negli anni compresi tra il 1901 e il 1910 e sono da considerarsi complementari a quelli del 1919 dello stesso autore sulla mieloarchitettura della corteccia.

Nella prima parte del XX secolo, invece, gli studi sulla citoarchitettura del cervello umano raggiunsero l'apice del loro sviluppo grazie al contributo scientifico di Economo e Koskinas pubblicato nel 1925. Una sintesi di questo loro lavoro, frutto delle lezioni tenute da Economo, è stato successivamente tradotto in francese (1927), italiano (1928) e inglese (1929). La versione italiana fu curata da Carlo Enderle ed è quella presentata in

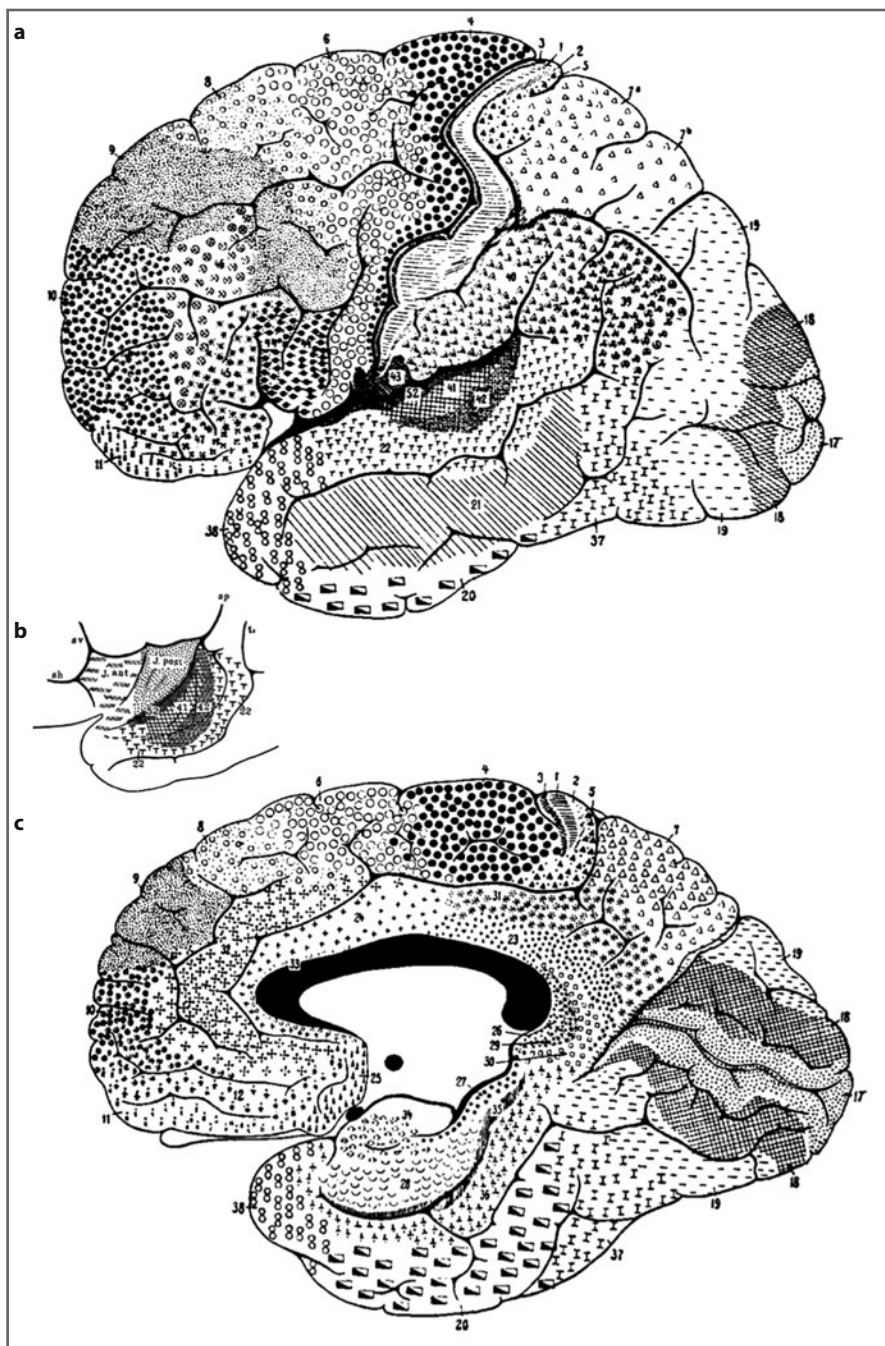


Fig. 1 Mappa cerebrale delle aree come indicate da Brodmann nel 1914. Questa mappa è stata comparata dagli stessi Autori a quella da loro realizzata (Economo e Koskinas, 1925). Visione laterale (a) e mediale (b); nell'inserto l'insula e l'opercolo temporale (c)

questo volume. L'opera fu accolta dai neuroanatomisti del tempo con vivo entusiasmo (vedi per esempio, Jakob, 1926; Rose, 1926; Elliot Smith, 1927). Diversamente da Brodmann (1914), che aveva fornito esclusivamente le definizioni per 48 diverse aree citoarchitettoniche senza correderle da immagini, Economo e Koskinas descrissero dettagliatamente 107 aree citoarchitettoniche del cervello (successivamente Economo ne descrisse 109), accompagnando tali descrizioni con pregevoli fotografie. A oggi la qualità di quest'opera rimane insuperata. È utile rammentare che l'Atlante di Economo e Koskinas è stato recentemente ristampato (2008) così come il Compendio in inglese (2008), entrambi curati da Lazaros C. Triarhou.

Nelle loro opere Economo e Koskinas (Economo e Koskinas, 1925; Economo, 1927, 1928, 1929) insistono sull'importanza della precisione del taglio del tessuto cerebrale al fine di isolare correttamente le aree citoarchitettoniche: [...] *Per ottenere dei buoni quadri della stratificazione corticale bisogna curare che le sezioni siano assolutamente perpendicolari alla superficie della corteccia e all'asse della circonvoluzione, e ciò perché tutti gli strati abbiano il loro spessore minimo nel taglio. Solo quando si siano seguite queste regole si possono confrontare le sezioni cerebrali fra di loro. È anche evidente che è impossibile seguire queste ricerche usando i soliti tagli a serie, perpendicolari all'asse cerebrale [...].* Alla luce di quanto detto è possibile apprezzare con quanta cura gli autori abbiano seguito l'orientamento dei diversi giri cerebrali al fine di ottenere sezioni perpendicolari a ogni giro mediante l'utilizzo del metodo dei dischi seriali (Fig. 2).

Le ragioni per cui questo magnifico Atlante non è stato veramente utilizzato fino a ora sono principalmente due: in primo luogo, perché la visualizzazione del cervello umano non è stata possibile fino all'inizio del 1970, e solo verso la fine del 1980 si è iniziato a esaminarne le funzioni (Toga e Mazziotta, 2000; Raichle, 1983). Da ciò deriva che se né la struttura, né la funzione potevano essere visualizzate non vi era alcuna necessità di usare una mappa citoarchitettonica dettagliata della corteccia cerebrale umana. Il secondo motivo è legato alle critiche espresse da Lashley, nel 1950, sugli studi di citoarchitettonica, il quale sosteneva la teoria dell'azione di massa come principio di organizzazione funzionale della corteccia cerebrale. Più precisamente, questo autore non riteneva che esistesse una specificità funzionale della corteccia cerebrale sostenendo che questa funzionasse uniformemente e in modo equivalente, e che pertanto a lesione maggiore corrispondeva maggiore danno funzionale, e ciò indipendentemente dalle aree interessate. Al di là di questo, nel 1950 furono realizzati altri due atlanti sulla corteccia cerebrale umana (Bailey e Bonin, 1951; Sarkissov et al., 1955). Il lavoro di Sarkissov et al., in particolare, fu una rivisitazione della mappa di Brodmann modificata dagli autori russi sulla base di ampie indagini condotte su svariati cervelli.

Un risorto interesse per la citoarchitettonica si ebbe nel 1960 e riguardava preferenzialmente studi sperimentali di anatomia e fisiologia della corteccia cerebrale delle scimmie. Il nuovo metodo di anatomia sperimentale sviluppato da Nauta (1952) e Fink (1967) permise di indagare le connessioni cortico-corticali e cortico-sottocorticali della corteccia cerebrale non umana. Si dimostrò che le connessioni anatomiche erano specifiche per le diverse aree architettoniche (Pandya e Sanides, 1973). Pertanto, l'indagine sperimentale sulle funzioni della corteccia cerebrale delle scimmie permise di validare l'importanza della citoarchitettonica per la comprensione dell'organizzazione cerebrale. I neuroscienziati che lavoravano sulla corteccia cerebrale del primate non umano usarono, quindi, i

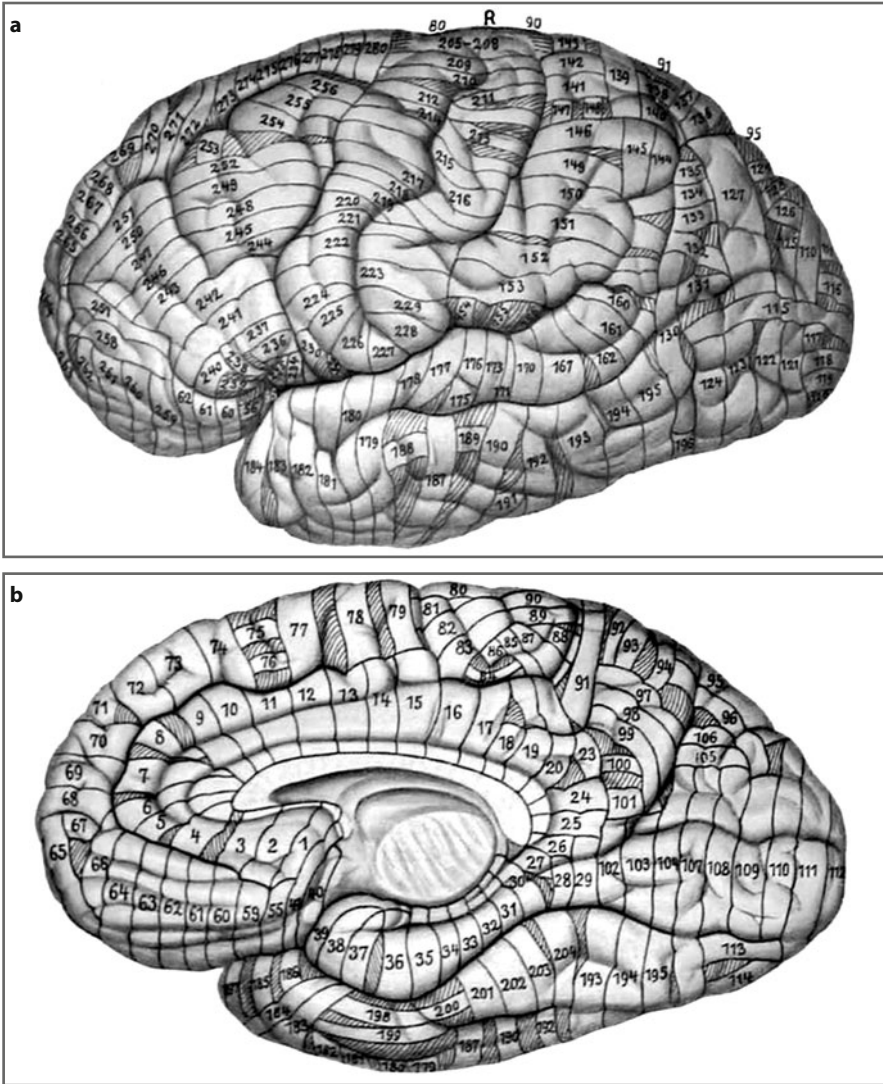


Fig.2 Sezionamento della corteccia per l'elaborazione istologica. Metodo dei dischi seriali. Economo e Koskinas hanno insistito sull'importanza di un taglio perpendicolare alla superficie del giro corticale al fine di ottenere sezioni istologiche idonee allo studio dell'architettura della corteccia cerebrale. Sezioni: laterale (a), mediale (b), insulare ed obliqua (c). Le parti annerite e senza numero corrispondono alle parti che non sono state esplorate non essendo stato possibile tagliarle appropriatamente (*cont.* →)

criteri della citoarchitettura per definire le varie aree corticali e per scoprire le connessioni specifiche tra le diverse aree architettoniche. Si ricorre, inoltre, alle mappe citoarchitetturiche per effettuare lesioni selettive e per indagare aspetti cognitivi specifici nella scimmia (Bachevalier e Mishkin, 1986; Petrides, 1991a, 1991b, 1995, 2000; Halsband

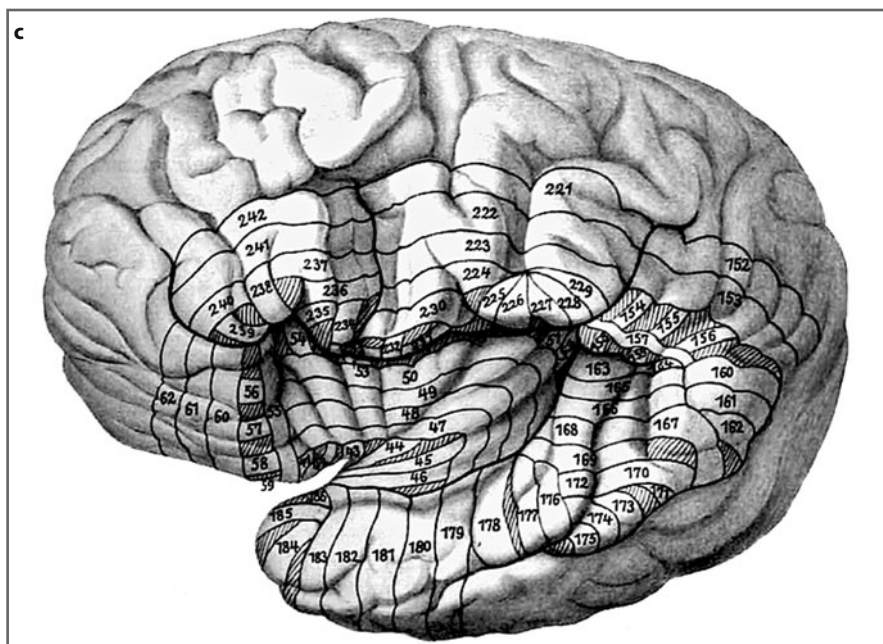


Fig. 2 c (continua)

e Passingham, 1982; Mishkin, 1982; Squire e Zola-Morgan, 1991; Meunier et al., 1993). Infine, negli ultimi decenni del XX secolo, si utilizzò la tecnica della registrazione da singoli neuroni nelle scimmie durante lo svolgimento di specifici compiti, sicché la citoarchitettura divenne un prezioso ausilio per individuare in quale area fosse situato uno specifico neurone con quelle particolari caratteristiche (Montcastel, Hubel, Rizzolatti et al. 1988, 1996; Fuster e Alexander, 1971).

Ancora, negli anni 1980, grazie alle tecniche di *neuroimaging* funzionale – quali la *Positron Emission Tomography* (PET) e in seguito la *functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI) – è stato possibile dimostrare cambiamenti dell'attività neuronale di specifiche aree cerebrali in risposta a specifici compiti cognitivi. In quegli anni maturò la necessità di uno spazio standard universale, in modo che tutte le immagini cerebrali ottenute con la PET e in seguito con la RM potessero essere normalizzate, cioè eguagliate per dimensioni e posizione per permettere che il cervello potesse essere comparabile tra individui diversi e/o tra gruppi di cervelli. Alla luce di ciò, la comunità scientifica interessata alle tecniche di *neuroimaging* funzionale adottò un atlante ideato da un gruppo di neurochirurghi francesi (Talairach e Szikla, 1967; e in seguito, Talairach e Tournoux, 1988) che proponeva uno spazio stereotassico standard comune al fine di mettere a confronto i risultati della stimolazione elettrica della regione centrale sensoriale-motoria in individui diversi e in diversi centri neurochirurgici. Questo atlante stereotassico standardizzato (Talairach e Tournoux, 1988) riporta una stima sulla localizzazione delle aree citoarchitettoniche sulla base di proiezioni della mappa di Brodmann (bidimensionale) su sezioni cerebrali (tridimensionali) dell'atlante. Fu così che gli studi condotti

con le metodiche di *neuroimaging* funzionale utilizzarono le aree di Brodmann riprodotte nell'atlante di Talairach e Tournoux (1988) per descrivere la posizione di un'attivazione cerebrale.

Il problema principale della nomenclatura proposta da Brodmann consiste, però, nell'assenza di una sistemazione logica delle aree della corteccia cerebrale. Per esempio, nel lobo frontale, l'area 9 è seguita dall'area 46 che è poi seguita dall'area 10. Le aree 4 e 6 sono localizzate nel lobo frontale, ma l'area 5 lo è nel lobo parietale. Al contrario di quella di Brodmann, la nomenclatura introdotta da Economo e Koskinas è logica. Il nome di ciascuna area inizia con una lettera che si riferisce al lobo in cui si trova (per esempio, tutti i settori frontali sono indicati con la lettera F, tutte le aree parietali con la lettera P, e così via) e all'interno di un lobo particolare le aree sono etichettate in sequenza (per esempio, aree FA, FB, FC, FD ecc. per il lobo frontale; PA, PB, PC ecc. per il lobo parietale). Varianti dei diversi settori sono riportate con caratteri latini o greci (per esempio, *FDm* indica *magnocellularis*, *FAγ* *gigantopyramidalis*). Un altro limite importante del lavoro realizzato da Brodmann è la mancanza di descrizione o documentazione fotografica dei vari settori architettonici. Questo problema, tuttavia, può essere parzialmente risolto mettendo in corrispondenza le aree descritte da Brodmann con quelle descritte da Economo e Koskinas, i quali hanno fornito delle descrizioni dettagliate corredate da superbe illustrazioni fotografiche (Economo e Koskinas, 1925; Economo, 1928; Economo e Koskinas, 2008). Nella Tabella 1 è riportata la corrispondenza tra le aree di Brodmann e le aree di Economo e Koskinas (1925) descritte in questo testo (vedi anche le importanti note in calce alla tabella).

Sebbene i solchi cerebrali siano sostanzialmente simili in ogni soggetto, in realtà neppure tra gemelli omozigoti è possibile riconoscere una completa sovrapponibilità tra la forma dei giri e dei solchi cerebrali (Thompson et al., 2001). La forma dei solchi e dei giri e la posizione delle aree cerebrali sono uniche per ciascuno di noi, come lo sono le impronte digitali. Moderne indagini citoarchitettoniche (Amunts et al., 1999; Morosan et al., 2001), per esempio, hanno tentato di descrivere la variabilità interindividuale relativa all'estensione e alla collocazione di specifiche aree cerebrali al fine di costruire una mappa probabilistica; gli autori hanno usato dieci cervelli che sono stati riportati all'interno dello spazio stereotassico standardizzato¹ di Talairach e Tournoux (1988). La costruzione della mappa probabilistica per mezzo delle moderne indagini citoarchitettoniche è molto importante, tuttavia questa potrebbe essere completata con un'altra modalità che permetta di stabilire l'eventuale posizione delle aree citoarchitettoniche, ovvero l'anatomia macroscopica del cervello con i suoi solchi. Questi punti di repere naturali forniscono informazioni utili in merito alla localizzazione delle aree citoarchitettoniche e sebbene il rapporto tra i confini precisi di aree citoarchitettoniche e solchi cerebrali non sia perfetto, oltre che non semplice da stabilire correttamente, i solchi possono fornire un livello di precisione simile a quello prodotto da uno studio istologico con i tagli in serie, ovvero con tagli perpendicolari a un solo asse cerebrale contrariamente al metodo dei dischi seriali utilizzato da Economo e Koskinas. Pertanto, poiché esiste una buona relazione tra i solchi

¹ Il recente sviluppo di spazio stereotassico standardizzato è rappresentato dal MNI Space (*Montreal Neurological Institute Space*) realizzato da Collins et al. (1994).

Tabella 1 Corrispondenza tra le aree di Brodmann (1914) e le aree di Economo e Koskinas (1925). Questa tabella deriva quasi interamente dalla comparazione eseguita dagli stessi autori nel testo del 1925 e da alcune indicazioni tratte dal compendio di Economo del 1928. Quando gli autori non hanno indicato (né nel testo del 1925 né in quello del 1928) una corrispondenza diretta con le aree di Brodmann, nella tabella non è indicato alcun numero

	Economo & Koskinas (1925)	Brodmann (1914)
Lobus frontalis F		
Area praecentralis	FA	6 (in gyrus centralis anterior)
Area praecentralis gigantopyramidalis	FA γ	4
Area praecentralis in operculo	FAop	6 (in gyrus centralis anterior, pars inferior)
Area frontalis agranularis	FB	6
Area frontalis agranularis in operculo	FBop	6
Area frontalis intermedia	FC	8
Area frontalis intermedia limbica	FCL	32
Area frontalis intermedia agranularis magnocellularis Broca	FCBm	44
Area frontalis intermedia opercularis	FCop	
Area frontalis granularis	FD	9
Area frontalis granularis magnocellularis	FDm	9
Area frontalis granularis parvocellularis	FDP	
Area frontalis granularis in operculo	FDop	
Area frontalis granularis limbica	FDL	32
Area frontalis granularis media	FDA	46
Area frontalis granularis triangularis	FD Γ	45
Area frontopolaris	FE	10
Area frontopolaris limbica	FEL	32
Area orbitalis granularis	FF	47
Area orbitalis agranularis	FFa	47
Area orbitalis praetriangularis	FF Φ	47
Area recta	FG	11
Area praefrontalis	FH	11, 12
Area praefrontalis limbica	FHL	32
Area frontoinsularis	FI	
Area piriformis frontalis ⁴	FK	16 (?)
Area paraolfactoria	FL ₁₋₃	25
Area geniculata	FM	
Area praecommissuralis	FN	
Lobus limbicus L		
Area limbica anterior agranularis	LA ₁₋₃	24
Area ultracingularis anterior	LB ₁	33
Area indusei	LB ₂	
Area cingularis posterior dorsalis	LC ₁	31
Area cingularis posterior ventralis	LC ₂	23
Area cingularis limitans posterior	LC ₃	23
Area retrosplenialis agranularis	LD	30
Area retrosplenialis granulosa	LE ₁₋₂	29
Area ultracingularis posterior	LF ₁₋₂	26

(cont. →)

Tabella 1 (continua)

	Economo & Koskinas (1925)	Brodman (1914)
Lobus insulae I		
Area praecentralis insulae ⁴	IA ₁₋₂	14 (J. ant)
Area postcentralis insulae ⁴	IB, IBT	13 (J. post)
Area orbitoinsularis ⁴	IC	15
Area piriformis insulae ⁴	ID	
Lobus parietalis P		
Area postcentralis gigantopyramidalis ⁵	PA ₁	3a
Area postparacentralis gigantopyramidalis	PA ₂	5
Area postcentralis oralis	PB ₁₋₂	3
Area postcentralis intermedia	PC	1
Area postcentralis caudalis	PD	2
Area parietalis superior	PE	7
Area transitor. postc. parietal.	PE (D)	
Area parietalis superior magnocellularis	PEm	7a
Area parietalis superior parvocellularis	PEp	7b
Area parietalis superior posterior gigantopyramidalis	PEγ	19 (pars rostralis)
Area supramarginalis	PF, PFt, PFop, PFCm	40
Operculum Rolandi et gyrus anticeptalis ³	PFD	43
Area angularis	PG	39
Area temporooccipitalis (parietalis basalis)	PH, PHP, PHT, PHO	37
Lobus occipitalis O		
Area peristriata	OA ₁₋₂ , OAm	19
Area parastriata e sue varianti	OB	18
Limes parastriatus gigantopyramidalis	OBγ	18
Area striata (granulosa)	OC	17
Lobus temporalis T		
Area temporalis superior	TA ₁₋₂	22
Area supratemporalis simplex	TB	42
Area supratemporalis granulosa	TC	41
Area supratemporalis intercalata	TD	52
Area temporalis media	TE ₁	21
Area temporalis inferior	TE ₂	20
Area fusiformis ¹	TF	20
Area temporohippocampica (hippocampotemporalis) ^{1,2}	TH	36
Area hippocampotemporalis agranularis ²	THa	35 (pars caudalis)
Area temporopolaris	TG	38
Area temporopolaris agranularis ²	TGa	35 (pars rostralis)
Area piriformis temporalis	TI	
Area substantiae perforatae	TK	

(cont. →)

Tabella 1 (continua)

	Economo & Koskinas (1925)	Brodman (1914)
<i>Lobus hippocampalis</i> (Economo 1928); <i>Lobus limbicus inferior</i> (Economo & Koskinas 1925) H		
Area uncinata	HA ₁₋₃	34
Area parauncinata	HB ₁₋₂	28
Area rhinalis limitans	HC	28 (pars mediana)
Area praesubicularis granulosa	HD ₁₋₃	27
Area pyramidalis	HE	
Area pyramidalis subicularis	HE1 α - β	
Area pyramidalis ammonica	HE ₂	
Area pyramidalis gyri digitati unci	HE ₃	
Area dentata	HF	

¹ Economo e Koskinas hanno esaminato la corrispondenza tra la loro zona TF (che si trova sul giro fusiforme) e l'area 36 di Brodmann concludendo (cf. p. 726) che la zona 36 (per esempio, una corteccia eterotipica), non può essere omologa dell'area TF (essendo quest'ultima una corteccia omotipica).

² Economo e Koskinas erano incerti riguardo la corrispondenza delle loro aree *TGa*, *THa*, *TH* con le aree 35 e 36 di Brodmann. Tuttavia giunsero alla conclusione che l'area 35 di Brodmann corrisponde rostralmente all'area *TGa* e caudalmente alla *THa*, mentre l'area 36 corrisponde probabilmente all'area *TH*.

³ L'area corticale transitoria *PDF*, che si trova sul Rolando operculi e sul gyrus antecentralis, non è menzionata nel testo, ma è presente nella mappa di Economo e Koskinas. Nel testo questa zona è definita come area *PDF* (cf. p. 586). Quest'area corrisponde a una parte dell'area 43 di Brodmann.

⁴ Brodmann ha fornito i numeri corrispondenti alle aree architettoniche dell'insula nel cervello dei primati non umani, ma non in quello umano; e cioè: area 14 (per esempio, area insulare anteriore), area 13 (per esempio, area insulare posteriore), area 15 (per esempio, area insulare ventrale) e area 16 (per esempio, area insulare rostroventrale). Se si assume che tali aree (relative ai primati) possano essere proiettate sul cervello umano, allora la corrispondenza di queste aree con quelle di Economo e Koskinas potrebbe essere la seguente: l'area 16 di Brodmann corrisponderebbe alla corteccia nella parte rostrale della porzione più ventrale dell'insula prossima alla corteccia olfattiva orbitale. Economo e Koskinas erano incerti sulla corrispondenza dell'area 16. Questa includeva la loro area *FK* solamente oppure poteva includere anche parte dell'area *FI*.

⁵ L'Area *PA*¹ di Economo e Koskinas occupa il fondo del solco centrale. Brodmann considera questa zona come area di transizione (e ciò è stato confermato da successivi studi sulla scimmia macaco). Quest'area è stata quindi definita come corteccia di transizione (o area 3a).

e i giri del cervello e le aree citoarchitettoniche, si possono fare ragionevoli stime sulla localizzazione delle aree citoarchitettoniche attraverso l'osservazione dei giri e dei solchi cerebrali ai fini di localizzare l'attivazione funzionale delle aree cerebrali. Per esempio, la corteccia della *pars opercularis* del giro frontale inferiore è interamente occupata dall'area 44 di Brodmann, ovvero dall'area *FCBm* secondo la nomenclatura di Economo e Koskinas.

Amunts et al. (1999) hanno approntato una mappa probabilistica dell'area 44 di Brodmann esaminando la citoarchitettonica in dieci cervelli umani, mentre Tomaiuolo et al. (1999) hanno realizzato una mappa probabilistica della *pars opercularis* nello spazio stereotassico standard sulla base di specifici solchi cerebrali di cinquanta cervelli. Confrontando la mappa probabilistica dell'area 44 prodotta da Amunts et al. (1999) con quella della *pars opercularis* prodotta da Tomaiuolo et al. (1999) è possibile notare che la *pars opercularis* è inclusa all'interno dell'area 44, e quindi un'attivazione funzionale localizzata entro la *pars opercularis* è molto probabilmente situata nell'area 44 di Brodmann.

Un altro esempio della relazione tra solchi cerebrali ed aree citoarchitettoniche riguarda la corteccia situata lungo il solco centrale, la cui porzione anteriore è occupata dall'area 4 di Brodmann (o *FAγ* di Economo e Koskinas), mentre la parte posteriore è occupata dalla corteccia somatosensoriale (per esempio, area 3 di Brodmann o area *PB* di Economo e Koskinas). Un'attivazione nella corteccia che giace nella parte anteriore del solco centrale riguarderà, quindi, l'area 4 di Brodmann (*FAγ* di Economo e Koskinas), mentre un'attivazione nella parte posteriore del solco centrale riguarderà l'area 3 di Brodmann (*PB* di Economo e Koskinas, 1925). Un dato, questo, che non necessita dunque di un'indagine diretta della citoarchitettonica. Allo stesso modo, la corteccia situata su entrambe le sponde del solco calcarino è occupata dalla corteccia striata ovvero dall'area 17 di Brodmann o *OA* di Economo e Koskinas (Bolton, 1900; Elliot Smith 1907; Fink e Heimer, 1967).

In questa riedizione del lavoro di Economo riportiamo la mappa tratta da Economo e Koskinas (1925), che costituisce una delle più complete rappresentazioni schematiche dei solchi e dei giri del cervello umano. È bene sottolineare che la descrizione macroscopica della corteccia cerebrale è il modo con il quale i neuroanatomisti definiscono la regione cerebrale dove è localizzata una particolare area citoarchitettonica; così come i solchi e i giri forniscono i migliori punti di repere per localizzare individualmente dove è presente una specifica area citoarchitettonica (Fig. 3).

A nostro avviso la mappa dei solchi e giri cerebrali è oggi più che mai di grande utilità. Infatti, mentre agli esordi delle tecniche di *neuroimaging* funzionale, tra il 1980 e il 2000, l'accento era posto sullo studio di un gruppo di soggetti in modo da migliorare il segnale piuttosto modesto ottenuto negli studi cognitivi, rendendo quindi indispensabile l'utilizzo dell'atlante stereotassico standardizzato, oggi è possibile dimostrare la presenza di cambiamenti significativi dell'attività corticale in relazione a un particolare processo cognitivo anche in un singolo soggetto. I solchi e i giri cerebrali possono dunque fornire i punti di repere necessari per riconoscere il luogo dell'attivazione e con esso la probabile area citoarchitettonica.

Recentemente è stato messo in evidenza quanto sia importante tener conto della variabilità individuale dei giri e dei solchi cerebrali nell'analizzare i dati ottenuti nei singoli individui mediante la fMRI. Per esempio, alcuni studi di fMRI basati sull'analisi di gruppo per lo studio delle attivazioni corticali hanno concluso che il locus frontale dei movimenti oculari nell'uomo è situato alla convergenza del solco frontale superiore con il solco precentrale (vedi rassegna in Amiez e Petrides, 2009). Tuttavia, usando l'analisi di gruppo, anche il focus funzionale nell'area premotoria per il movimento della mano è posizionato intorno all'area tra il solco frontale superiore e il solco precentrale. In altre parole, usando il metodo di fMRI basato sull'analisi di gruppo, due aree funzionali diverse non possono essere distinte spazialmente. Amiez et al. (2006), usando un paradigma di localizzazione tipico per l'attivazione dell'area frontale dei movimenti oculari e un movimento della mano basato su un compito di scelta particolarmente adatto ad attivare la porzione rostrale della corteccia premotoria, hanno cercato di distinguere queste due aree.

Quando questi Autori hanno analizzato i dati avvalendosi dell'analisi di gruppo, non hanno potuto distinguere l'attivazione della corteccia premotoria per il movimento della mano da quella frontale per i movimenti oculari; tuttavia quando l'analisi dei dati è stata fatta soggetto per soggetto la distinzione tra queste due aree era inequivocabile. Nello studio di Amiez et al. l'attivazione per il compito manuale avveniva per tutti i soggetti

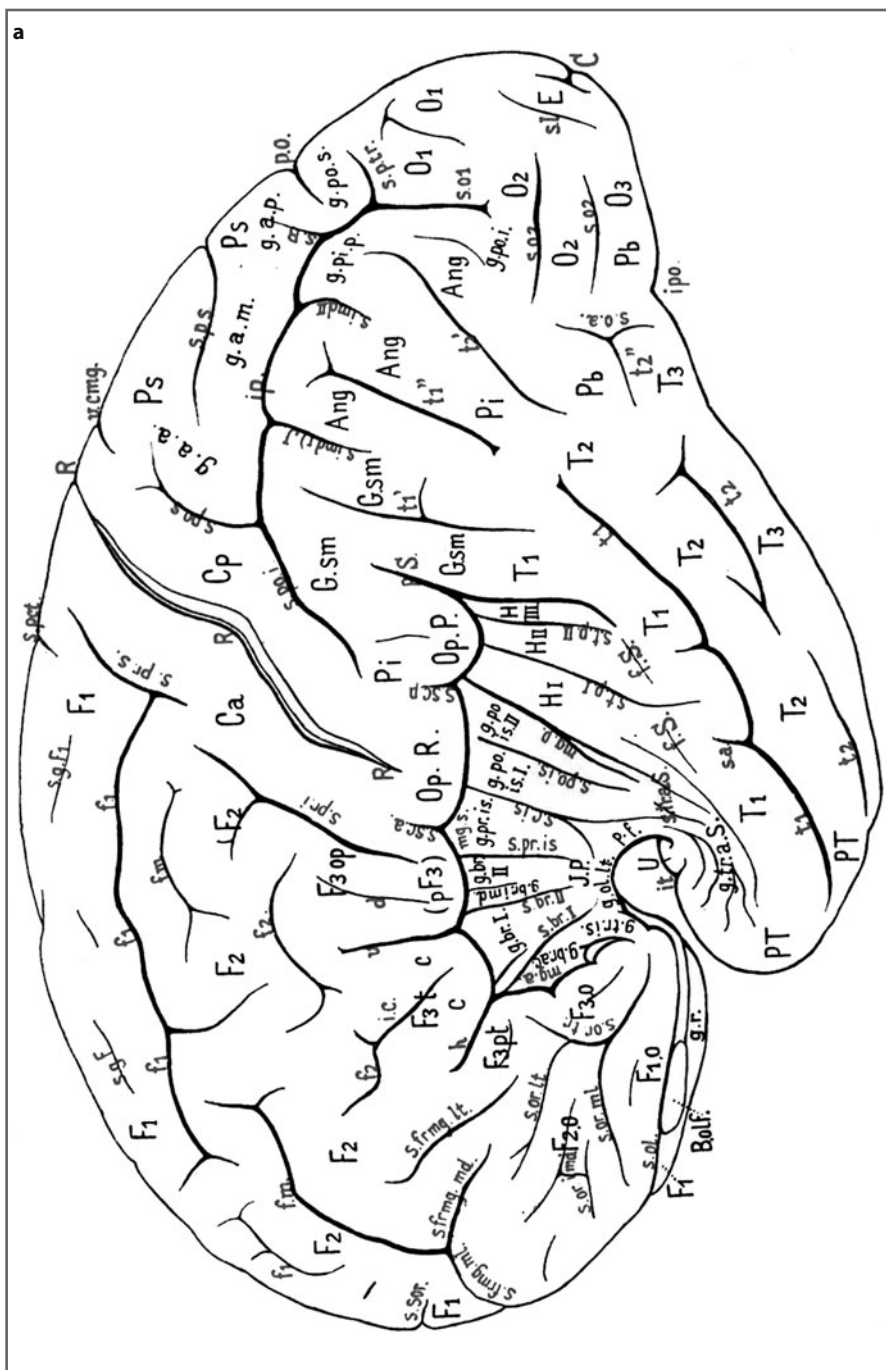


Fig.3 Mappa delle circonvoluzioni e dei solchi della corteccia cerebrale dell'uomo secondo Economo e Koskinas: visione laterale (a), mediale (b), dorsale (c) e ventrale (d) (cont. →)

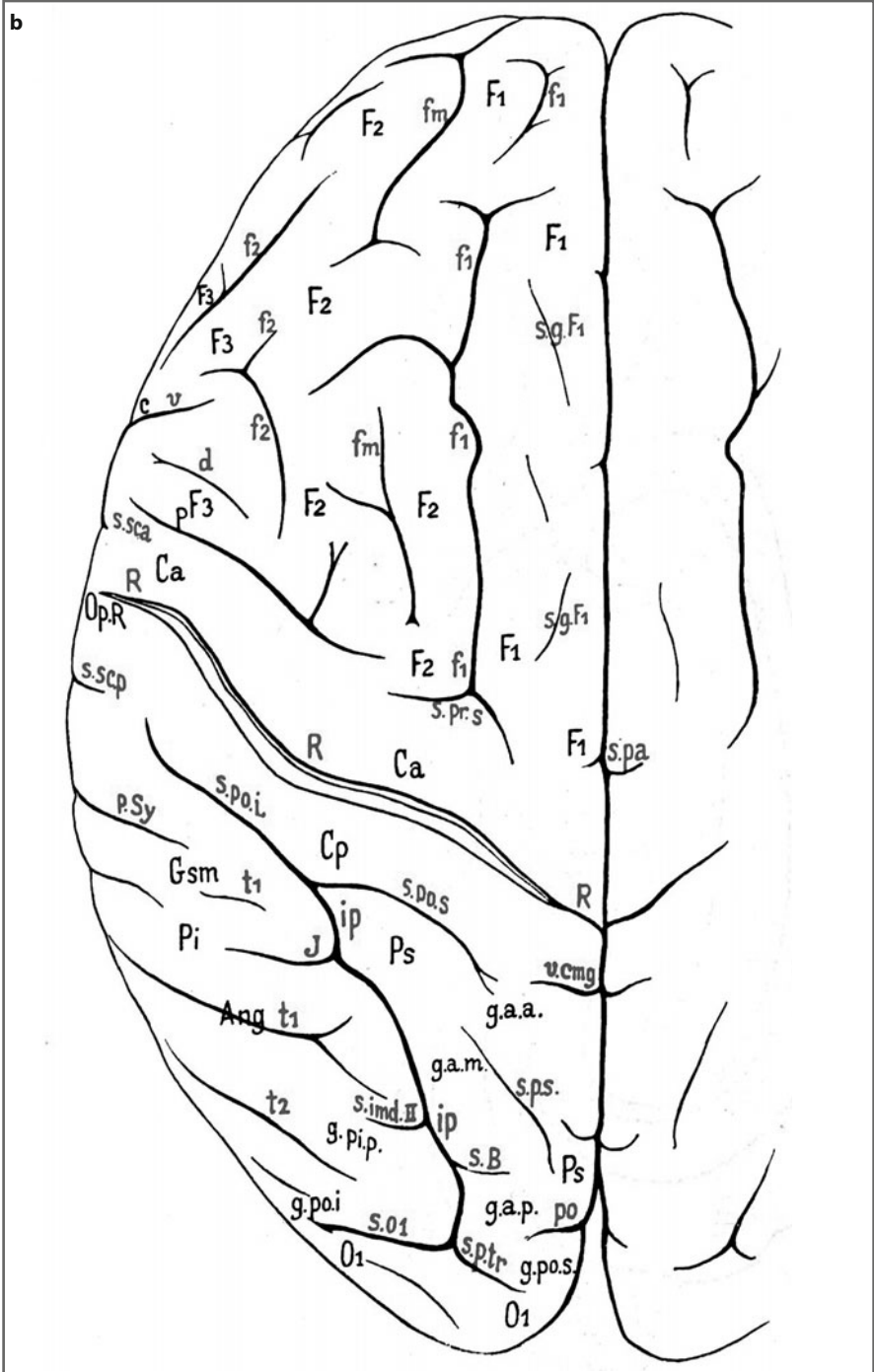


Fig.3b (continua)

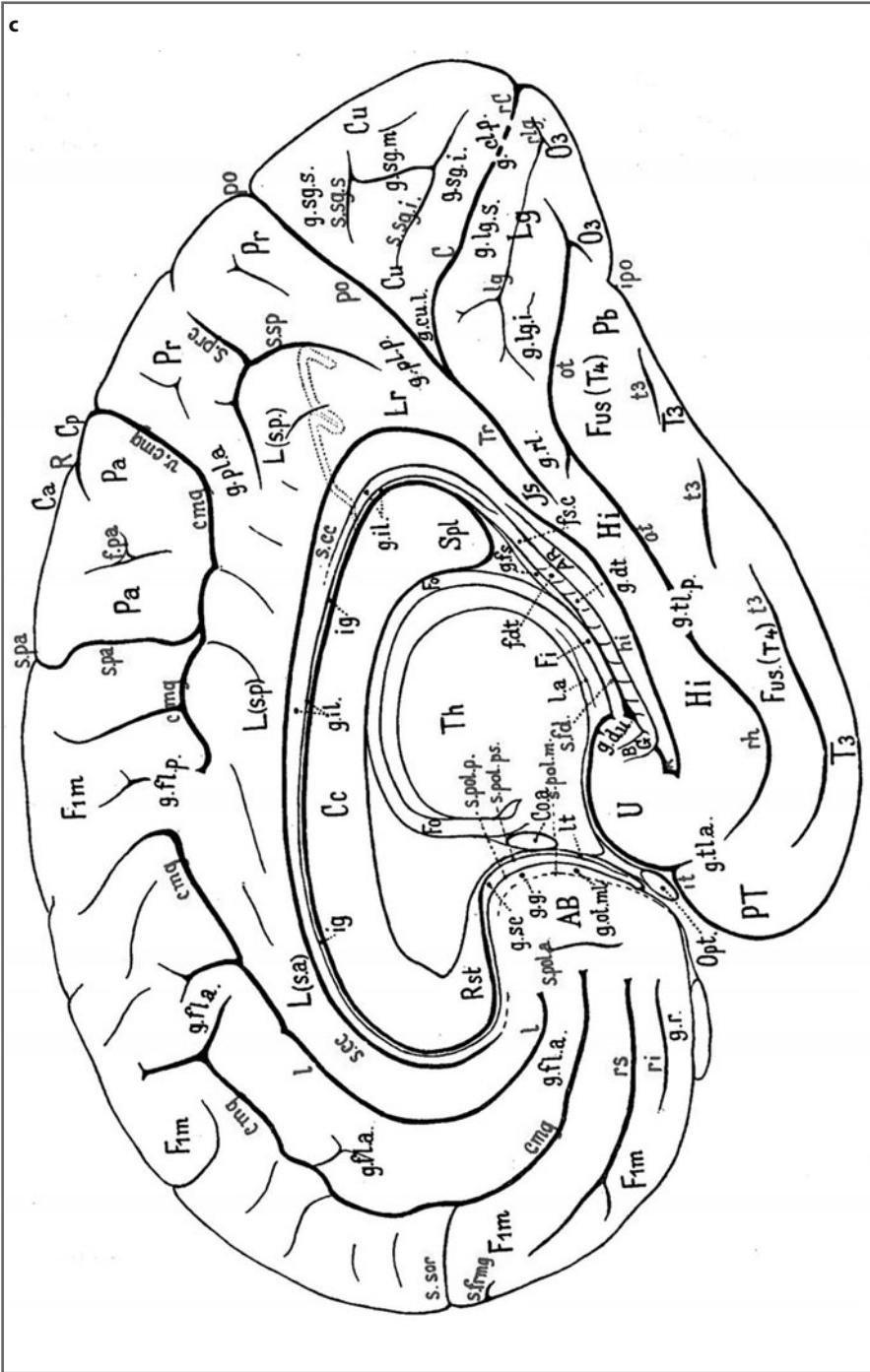


Fig.3c (continua)

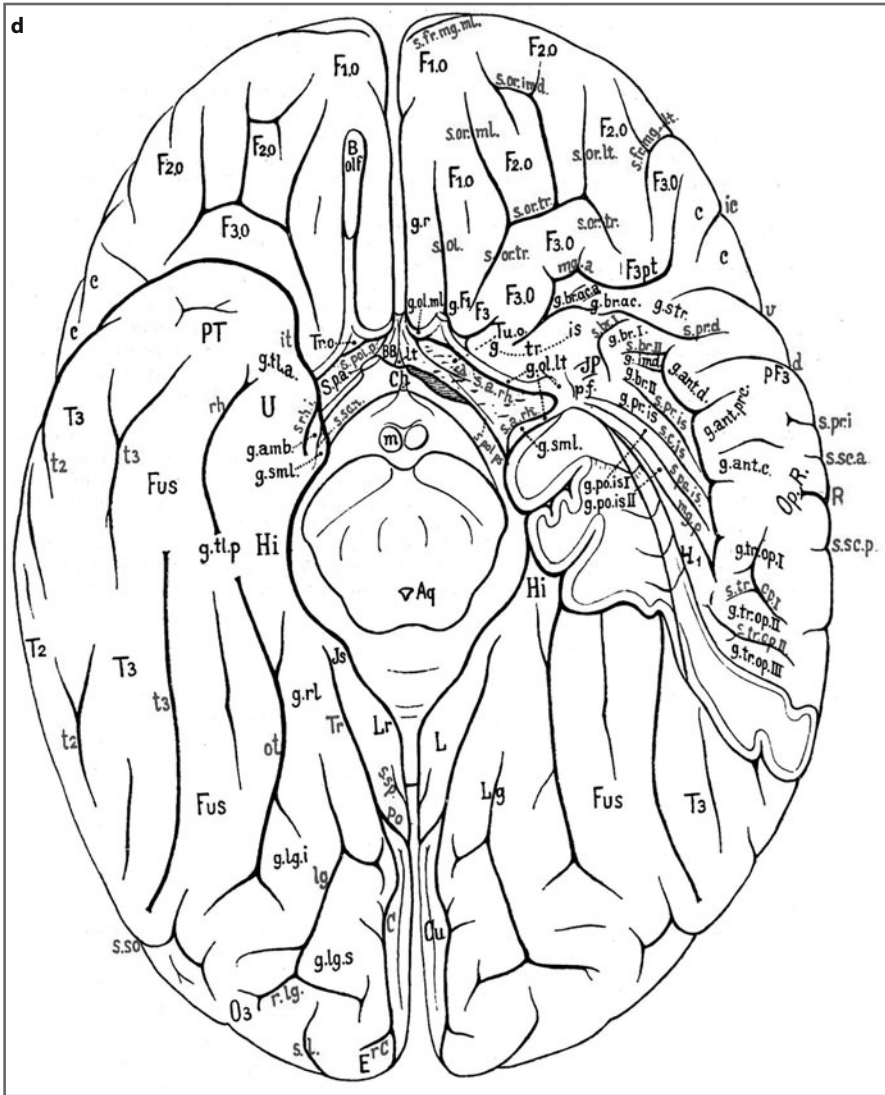


Fig. 3d (continua)

Abbreviazioni (tra parentesi quadra è riportata la traduzione proposta da F. Tomaiuolo e M. Petrides di alcuni termini in tedesco): *AB*, area parolfactoria Broca (carrefour olfactif); *Ang*, lobulus angularis; *Aq*, aquaeduct; *AR*, gyri Andreae Retzii; *BB*, Brocasches Band [banda diagonale di Broca]; *BG*, bandelette di Giacomini; *B.olf.*, bulbus olfactorius; *C*, fissura Calcarina; *Ca*, gyrus centralis anterior; *Ce*, corpus callosum; *Ch*, chiasma nervi optici; *Co.a.*, commissura anterior; *Cp*, gyrus centralis posterior; *Cu*, cuneus; *c*, *Cap*; *cmg*, sulcus callosomarginalis; *d*, sulcus diagonalis (operculi); *E*, gyrus (occipitalis) descendens (perpendicularis) Ecker; *F₁*, *F₂*, *F₃*, gyrus frontalis primus, secundus, tertius; *F_{1m}*, pars mediana von (di) *F₁*; *F_{1o}*, *F_{2o}*, *F_{3o}*, pars orbitalis gyri *F₁*, *F₂*, *F₃*; *F_{3op}*, pars opercularis gyri frontalis tertius = brocasche Stelle [regione di Broca] (pF3); *F_{3pt}*, pars praetriangularis von [di] *F₃*; *F_{3t}*, pars triangularis von (di) *F₃* (*Cap*); *Fi*, fimbria; *Fo.*, fornix; *Fus*, gyrus fusiformis; *f₁*, *f₂*, sulcus frontalis superior, inferior; *f.dt.*, fascia dentata;

f.m., sulcus frontalis medius; *f.pa.*, fossa paracentralis; *fs.c.*, fasciola cinerea; *f.S.*, fissura Sylvii; *Gsm*, lobulus supramarginalis; *g.a.a.*, *g.a.m.*, *g.a.p.*, gyrus arcuatus anterior, medius, posterior lobuli parietalis superioris; *g.amb.*, gyrus ambiens; *g.ant.o.*, gyrus anticeptalis operculi; *g.ant.d.*, gyrus antidiagonalis operculi; *g.ant.pr.c.*, gyrus antipraecentralis operculi; *g.br.ac.(a.)*, gyrus brevis accessorius (anterior) insulae; *g.br. I, II, III*, gyrus brevis primus, secundus, tertius insulae; *g.br.imd.*, gyrus brevis intermedius insulae; *g.cl.p.*, gyrus cuneolingualis posterior; *g.dt.*, gyrus dentatus; *g.d.u.*, gyri digitati unci; *g.F₁F₃*, orbitale Übergangswindung [transitionis]; *g.fl.a.(p.)*, gyrus frontolimbicus anterior (posterior); *g.fs.*, gyrus fasciolaris; *g.g.*, gyrus geniculatus; *g.il.*, gyrus intralimbicus; *g.imd.*, gyrus brevis intermedius (insulae); *g.lg.s.(i.)*, gyrus lingualis superior (inferior); *g.ol.lt.*, gyrus olfactorius lateralis; *g.ol.ml.*, gyrus olfactorius medialis; *g.pip.*, gyrus parietalis inferior posterior; *g.pl.a.(p.)*, gyrus parietolimbicus anterior (posterior); *g.po.i.(s.)*, gyrus parietooccipitalis inferior (superior); *g.po.is. I, II*, gyrus postcentralis insulae primus et secundus; *g.pr.is.*, gyrus praecentralis insulae; *g.r.*, gyrus rectus; *g.rl.*, gyrus retrolimbicus (rhinencephalolingualis); *g.sc.*, gyrus subcallosus; *g.sg.i.(m)*, (*s*), gyrus sagittalis cunei inferior, (medius), (superior); *g.sml.*, gyrus semilunaris; *g.str.*, gyrus subtriangularis operculi; *g.tl.a.(p)*, gyrus temporo limbicus anterior, (posterior); *g.tr.a.S.*, gyri temporales transversi anteriores Schwalbe; *g.tr.is.*, gyrus transversus insulae; *g.tr.op. I, II, III*, gyrus transversus operculi parietalis primus, secundus, tertius; *HI, II [III]*, gyrus Heschl primus, secundus (gyri temporales profundi, gyri temporales transversi posteriores); *Hi*, gyrus hippocampi; *h*, Ramus horizontalis fissurae Sylvii; *hi*, fissura hippocampi; *IP*, Inselpol [polus insulae]; *Is*, isthmus; *ic*, incisura capii; *ig*, induseum griseum; *ip*, sulcus interparietalis; *ipo*, incisura praeoccipitalis; *it*, incisura temporalis; *J*, incisura Jensen (sulcus intermedius primus); *Lg*, lingula; *L.s.a. (p)*, gyrus limbicus superior pars anterior (pars posterior); *Lr*, gyri limbici pars retrosplenialis; *l*, sulcus intralimbicus; *l.a.*, lamina affixa; *lg*, sulcus lingualis; *lt*, lamina terminalis; *m*, corpus mamillare; *mg.a.*, (*s*), (*p*), margo anterior, (superior), (posterior) sulci circularis insulae; *O₁*, *O₂*, *O₃*, gyrus occipitalis primus, secundus, tertius; *Op.P.*, operculum parietale; *Op.R.*, operculum Rolando; *Opt*, nervus opticus; *ot*, fissura occipitotemporalis (f. collateralis); *Pa*, lobulus paracentralis; *Pb*, regio parietalis basalis; *Pi*, lobus parietalis inferior; *Pr*, praecuneus; *Ps*, lobus parietalis superior; *PT*, gyrus (temporo-)polaris; *pF₃*, Fuß der dritten Stirnwindung [piede del terzo giro frontale]; *p.f.*, pli falciforme; *po*, fissura parietooccipitalis; *p.Sy.*, ramus posterior fissurae Sylvii [nella mappa è indicato con *p.S*]; *R*, sulcus Rolando; *Rst*, rostrum corporis callosi; *rC*, fissura retrocalcarina; *rh*, fissura rhinalis; *ri*, sulcus rostralis inferior; *rl*, sulcus retrolingualis; *rs*, sulcus rostralis superior; *S.p.a.*, substantia perforata anterior; *Spl*, splenium corporis callosi; *s.a.*, sulcus acusticus; *s.a.rh.*, sulcus arcuatus rhinencephali (fissura rhinica); *s.B.*, sulcus Brissaud; *s.br. I, II*, sulcus brevis primus, secundus insulae; *s.cc.*, sulcus corporis callosi; *s.c.is.*, sulcus centralis insulae; *s.d.*, sulcus (parolfactorius) diagonalis; *s.fd.*, sulcus fimbriodentatus; *s.fr.mg.ml. (md)*, (*lt*), sulcus frontomarginalis medialis, (medius), (lateralis); *s.g.FI*, sulcus gyri frontalis primi; *s.imd. I, II*, sulcus intermedius primus (Jensen), secundus; *s.l.*, sulcus lunatus; *soI*, sulcus occipitalis primus (praeoccipitalis, interoccipitalis); *so2*, sulcus occipitalis (secundus) lateralis; *s.o.a.*, sulcus occipitalis anterior; *s.ol.*, sulcus olfactorius; *s.or.lt. (ml)*, (*imd*), (*tr*), sulcus orbitalis lateralis, (medialis), (intermedius), (transversus); *s.p.a.*, sulcus paracentralis; *s.po.i. (s)*, sulcus postcentralis inferior (superior); *s.po.is*, sulcus postcentralis insulae; *s.pol.a. (m)*, (*p*), (*ps*), sulcus parolfactorius anterior, (medius), (posterior), (postremus); *s.prc.*, sulcus praecuneus; *s.pr.d.*, sulcus praediagonalis; *s.pr.i. (s)*, sulcus praecentralis inferior, (superior); *s.pr.is.*, sulcus praecentralis insulae; *s.p.s.*, Sulcus parietalis superior; *s.p.tr.*, Sulcus parietalis transversus; *s.rh.i*, Sulcus rhinencephali internus; *s.san*, Sulcus semiannularis; *s.sc.a (p)*, Sulcus subcentralis anterior, (posterior); *s.sg.s. (i)*, sulcus sagittalis cunei superior, (inferior); *s.so*, sulcus suboccipitalis; *s.sor*, sulcus supraorbitalis; *s.sp.*, sulcus subparietalis; *s.tp. I, II*, sulcus temporalis profundus primus, secundus; *s.tr.a.S*, sulci temporales transversi anteriores Schwalbe; *s.tr.op. I, II*, sulcus transversus operculi parietalis primus, secundus; *T₁*, *T₂*, *T₃*, gyrus temporalis primus, secundus, tertius; *Th*, Thalamus; *Tr*, Truncus fissurae parietooccipitalis et calcarinae; *Tr.o.*, trigonum (oder [oppure] Tuber) olfactorium; *Tu.o.*, tuberculum olfactorium (oder [oppure] colliculus Nuclei caudati); *t₁*, *t₂*, *t₃*, sulcus temporalis superior, medius, internus; *t₁*, *t₁*, *t₂*, *t₂*, Endgabelungen der Temporalfurchen [terminazione caudale del solco temporale]; *U*, uncus; *v*, ramus verticalis fissurae Sylvii; *v.cmg.*, ramus verticalis sulci callosomarginalis

nella branca dorsale del solco precentrale superiore, mentre quella per i movimenti oculari avveniva per tutti i soggetti nella branca ventrale del solco precentrale². Questa distinzione rilevata nell'uomo è sovrapponibile a quella osservata nella scimmia³ dove l'area frontale per i movimenti oculari è appena più ventrale e anteriore rispetto all'area premotoria per il movimento della mano. Lo studio di Amiez et al. (2006) dirime finalmente l'ambiguità dei risultati osservati in letteratura in merito all'area frontale dei movimenti oculari e all'area premotoria dei movimenti della mano focalizzando l'attenzione sulla variazione individuale del cervello e discriminandola utilizzando i solchi cerebrali di ciascun individuo. Questo stesso paradigma sperimentale ha consentito ad Amiez et al. (2008) di valutare il comportamento prima dell'intervento neurochirurgico in un paziente sottoposto ad asportazione di un tumore cerebrale, consentendo di rilevare l'attività cerebrale delle aree limitrofe al tumore. Queste attività funzionali confermate dalla stimolazione corticale intraoperatoria hanno facilitato la scelta del neurochirurgo a preservare le aree limitrofe al tumore ai fini di salvare quelle attività cognitive. Tale localizzazione funzionale in questo singolo soggetto è stata favorita dall'uso dei punti di repere naturali della corteccia cerebrale, ovvero i solchi e i giri.

È nostro auspicio che questa nuova edizione del Compendio di Economo corredata della mappa dei solchi e dei giri cerebrali – finora disponibile solo nel testo del 1925 – possa incentivare l'utilizzo di queste antiche ma pregevoli mappe per determinare l'ubicazione delle particolari attivazioni funzionali nei moderni studi di *neuroimaging* individuale e di gruppo, clinici e sperimentali.

Bibliografia

- Amiez C, Kostopoulos P, Champod AS et al (2006) Local morphology predicts functional organization of the dorsal premotor region in the human brain. *J Neurosci* 26:2724-2731
- Amiez C, Kostopoulos P, Champod AS et al (2008) Preoperative functional magnetic resonance imaging assessment of higher-order cognitive function in patients undergoing surgery for brain tumors. *J Neurosurg* 108:258-268
- Amiez C, Petrides M (2009) Anatomical organization of the eye fields in the human and non-human primate frontal cortex. *Progress in Neurobiology* 89:220-230
- Amunts K, Schleicher A, Burgel U et al (1999) Broca's region revisited: cytoarchitecture and intersubject variability. *J Comp Neurol* 412:319-341
- Amunts K, Weiss PH, Mohlberg H et al (2004) Analysis of neural mechanisms underlying verbal fluency in cytoarchitectonically defined stereotaxic space. The roles of Brodmann areas 44 and 45. *Neuroimage* 22:42-56

² La mappa anatomica morfologico/probabilistica realizzata da Germann et al. (2005) ha permesso di riconoscere diverse componenti del solco precentrale. Più esattamente, essi hanno osservato che il solco precentrale superiore ha una componente dorsale ed una ventrale. La componente dorsale si fonde con il solco frontale superiore e si estende dorsalmente a esso, la componente ventrale è localizzata anteriormente al ramo superiore (spesso non legato al solco frontale superiore) e definisce la fine del giro frontale medio.

³ Nella scimmia, dove è possibile effettuare studi elettrofisiologici o lesionali in aree cerebrali precise è stato possibile rilevare che l'area premotoria per il movimento della mano è appena al di sopra dell'area frontale per i movimenti oculari (Amiez e Petrides 2009).

- Bachevalier J, Mishkin M (1986) Visual recognition impairment follows ventromedial but not dorsolateral prefrontal lesions in monkeys. *Behav Brain Res* 20:249-261
- Bailey P, Bonin G (1951) *The isocortex of man*. University of Illinois Press, Urbana
- Bolton JS (1900) The exact histological localisation of the visual area of the human cerebral cortex. *Philos Trans R Soc London* 193:165-222
- Brodman K (1905) Beiträge zur histologischen Lokalisation der Grosshirnrinde. VI Mitteilung: Die Cortexgliederung des Menschen. *J Psychol Neurol (Lzp)* 10:231-246
- Collins DL, Neelin P, Peters TM et al (1994) Automatic 3D intersubject registration of MR volumetric data in standardized Talairach space. *J Comput Assist Tomogr* 18:192-205
- Economo C (1927) *L'architecture cellulaire normale de l'écorce cérébrale* (tr van Bogaert L). Masson, Paris
- Economo C (1927) *Zellaufbau der Grosshirnrinde des Menschen: zehn Vorlesungen*. Verlag von Julius Springer, Berlin
- Economo C (1928) *La citoarchitettura della corteccia cerebrale umana* (tr Enderle C, pref Mingazzini G). Editore Licinio Cappelli, Bologna
- Economo C (1929) *The cytoarchitectonics of the human cerebral cortex* (tr Parker S) Humphrey Milford-Oxford University Press, London
- Economo C von, Koskinas GN (2008) *Atlas of cytoarchitectonics of the adult human cerebral cortex* (tr, rev, ed Triarhou LC). Karger, Basel
- Elliot Smith G (1927) Die Cytoarchitektur der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. *Journal of Anatomy* 61:264-266
- Evans AC, Beil C, Marrett S et al (1988) Anatomical-functional correlation using an adjustable MRI-based region of interest atlas with positron emission tomography. *J Cereb Blood Flow Metab* 8:513-530
- Fink RP, Heimer L (1996) Two methods for selective silver impregnation of degenerating axons and their synaptic endings in the central nervous system. *Brain Res* 4:369-374
- Fuster JM (1989) *The prefrontal cortex. Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe*. Raven Press, New York
- Fuster JM, Alexander GE (1971) Neuron activity related to short-term memory. *Science* 173:652-654
- Germann J, Robbins S, Halsband U et al (2005) Precentral sulcal complex of the human brain: morphology and statistical probability maps. *J Comp Neurol* 19:334-356
- Halsband U, Passingham R (1982) The role of premotor and parietal cortex in the direction of action. *Brain Res* 240:368-372
- Jakob A (1926) Referatenteil, Nerven- und Geisteskrankheiten: Die Cytoarchitektur der Hirnrinde des erwachsenen Menschen (von Freiherrn von Economo C und Koskinas GN). *Klin Wochenschr (Berl)* 5:37-38
- Kwong KK, Belliveau JW, Chesler DA et al (1992). Dynamic magnetic resonance imaging of human brain activity during primary sensory stimulation. *PNAS* 89:5675-5679
- Lashley KS (1958) Cerebral organization and behavior. In: *The brain and human behavior*. *Proc Ass Res Nerv Ment Dis* 36:1-18
- Lewis BW (1881) Researches on the comparative structure of the cortex cerebri. *Phil Trans R Soc Lond* 171:35-64
- Lewis BW, Clarke H (1878) The cortical lamination of the motor area of the brain. *Proc R Soc Lond* 27:38-49
- Meunier M, Bachevalier J, Mishkin M et al (1993) Effects on visual recognition of combined and separate ablations of the entorhinal and perirhinal cortex in rhesus monkeys. *J Neurosci* 13:5418-5432
- Meynert T (1867) *Der Bau der Grosshirnrinde und seine örtlichen Verschiedenheiten, nebst einem pathologisch-anatomischen Corollarium*. *Vierteljahresschrift für Psychiatrie*, pp 77-93
- Meynert T (1885) *A clinical treatise on diseases of the fore-brain based upon a study of its structure, functions, and nutrition. Part I: The anatomy, physiology, and chemistry of the brain*. GP Putnam's Sons, New York
- Mishkin M (1982) A memory system in the monkey. *Phil Trans R Soc B* 298:85-95

- Morosan P, Rademacher J, Schleicher A et al (2001) Human primary auditory cortex: cytoarchitectonic subdivisions and mapping into a spatial reference system. *Neuroimage* 13:684-701
- Mountcastle VB, Lynch JC, Georgopoulos A et al (1975) Posterior parietal association cortex of the monkey: command functions for operations within extrapersonal space. *J Neurophysiol* 38:871-908
- Nauta WJ (1952) Selective silver impregnation of degenerating axons in the central nervous system. *Stain Technol* 27:175-179
- Pandya DN, Sanides F (1973) Architectonic parcellation of the temporal operculum in rhesus monkey and its projection pattern. *Z Anat Entwicklungsgesch* 20:127-161
- Petrides M (1991a) Monitoring of selections of visual stimuli and the primate frontal cortex. *Proc R Soc Lond Series B* 246:293-298
- Petrides M (1991b) Functional specialization within the dorsolateral frontal cortex for serial order memory. *Proc R Soc Lond Series B* 246:299-306
- Petrides M (1995) Impairments on nonspatial self-ordered and externally ordered working memory tasks after lesions of the mid-dorsal part of the lateral frontal cortex in the monkey. *J Neurosci* 15:359-375
- Petrides M (2000) Dissociable roles of mid-dorsolateral prefrontal and anterior inferotemporal cortex in visual working memory. *J Neurosci* 20:7496-7503
- Petrides M (2005) Lateral prefrontal cortex: Architectonic and functional organization. *Philosophical Trans R Soc Series B* 360:781-795
- Petrides M (2005) The rostral-caudal axis of cognitive control within the lateral frontal cortex. In: Dehaene S, Duhamel JR, Hauser MC, Rizzolatti G (eds) *From monkey brain to human brain. A Fyssen Foundation Symposium*. Ch 15, pp 293-314. The MIT Press, Cambridge Massachusetts
- Raichle ME (1983) Measurement of regional cerebral oxygen consumption and blood flow in man. In: Heiss WD, Phelps ME (eds) *Positron emission tomography of the brain*, pp 104-107. Springer-Verlag, New York
- Rizzolatti G, Camarda R, Fogassi L (1988) Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey. II. Area F5 and the control of distal movements. *Exp Brain Res* 71:491-507
- Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V (1996) Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cogn Brain Res* 3:131-141
- Squire LR, Zola-Morgan S (1991) The medial temporal lobe memory system. *Science* 253:1380-1386
- Suzuki WA, Amaral DG (2003) Where are the perirhinal and parahippocampal cortices? A historical overview of the nomenclature and boundaries applied to the primate medial temporal lobe. *Neuroscience* 120:893-906
- Rose M (1926) Über das histogenetische Prinzip der Einteilung der Grosshirnrinde. *J Psychol Neurol* 32:97-158
- Rosen BR, Aronen HJ, Kwong KK et al (1993) Advances in clinical neuroimaging: functional MR imaging techniques. *Radiographics* 13:889-896
- Sarkissov SA, Filimonoff IN, Kononowa EP et al (1955) *Atlas of the cytoarchitectonics of the human cerebral cortex*. Medgiz, Moscow
- Suzuki WA, Amaral DG (2003) Where are the perirhinal and parahippocampal cortices? A historical overview of the nomenclature and boundaries applied to the primate medial temporal lobe. *Neuroscience* 120: 893-906
- Talairach J, Szikla G (1967) *Atlas d'anatomie stereotaxique du telencephale: etudes anatomo-radiologiques*. Masson, Paris
- Talairach J, Tournoux P (1988) *Co-planar stereotaxic atlas of the human brain*. Thieme, Stuttgart
- Thompson PM, Cannon TD, Narr KL et al (2001) Genetic influences on brain structure. *Nat Neurosci* 4:1253-1258
- Toga AW, Mazziotta JC (eds) (2000) *Brain mapping: The systems*, pp 159-176, Academic Press, San Diego
- Tomaiuolo F, MacDonald JD, Caramanos Z et al (1999) Morphology, morphometry and probability mapping of the pars opercularis of the inferior frontal gyrus: an in vivo MRI analysis. *Eur J Neurosci* 11:3033-3046
- Vicq d'Azyr F (1786) *Traité d'anatomie et de physiologie*. FA Didot, Paris

1.1 Cenni storici

Il cervello è rivestito della corteccia cerebrale “grigia” ricca di cellule. Da quando Vicq d’Azyr (1786) scoprì nella sottile corteccia cerebrale del lobo occipitale la stria midollare (che da allora porta il suo nome), caratteristica della corteccia della regione calcarina, si sa che essa non possiede una struttura uniforme, ma presenta delle variazioni tanto nello spessore quanto nella sua architettura.

Gli studi di Baillarger (1840, 1853) portarono a distinguere nella corteccia degli emisferi cerebrali sei strati sovrapposti orizzontalmente, caratterizzati da variazioni assai notevoli sia nel loro spessore sia nel raggruppamento delle cellule che li costituiscono. Lo psichiatra viennese Meynert riconobbe per primo, intorno al 1860, la reale importanza di queste differenze locali nella struttura della corteccia, divenendo con ciò il vero fondatore dell’odierna citoarchitettura della corteccia cerebrale. Già in quell’epoca, e cioè assai prima delle scoperte di Fritsch e Hitzig (1870), basandosi sulle differenze nella struttura della superficie del cervello, egli aveva ipotizzato che questa potesse suddividersi in vari *organi* aventi funzioni diverse a seconda della loro costituzione e aveva anche previsto che lo studio di queste varie aree corticali avrebbe condotto alla creazione di una vera *organologia del cervello*, basata su dati anatomici precisi, da contrapporsi all’*organologia cerebrale di Gall* che allora era assai in auge (primo lustro del 1820, *ndr*).

Meynert, per esempio, riconobbe già in quegli anni che la corteccia della *calcarina*, in cui distingueva otto strati anziché i sei delle altre regioni del cervello, era una *corteccia sensitiva recettiva*. Egli formulava questa teoria basandosi sul maggior numero di strati granulari e sull’abbondante contenuto di cellule granulari che facevano rassomigliare in un certo qual modo quest’area corticale alla retina. Questa supposizione del Meynert è attualmente accettata come dimostrata e certa.

Negli anni successivi Betz (1874) descrisse le *cellule giganti* (oggi conosciute con il suo nome) nella *circonvoluzione centrale anteriore*, e sulla base delle osservazioni di Fritsch e Hitzig (1870) poté dimostrare che queste cellule, sia nell’uomo che negli animali,

erano presenti solo nelle zone eccitabili con stimoli elettromotori diretti. Betz, avendo studiato contemporaneamente l'architettura cellulare dell'intera corteccia, poté confermare l'ipotesi di Meynert che sosteneva la presenza nella corteccia di numerosi *campi* di differente struttura. Gli studi di questi due autori furono successivamente ripresi da Lewis (1879) e soprattutto da Hammarberg (1895), Campbell (1905), Elliot Smith (1907), Brodmann (1909, 1914), Marinesco (1910, 1911), Golstein (1913), Vogt (1925), nonché dallo scrivente.

1.2

Schema della divisione in campi della superficie cerebrale

Bisogna sempre tener presente che gli studi sull'architettura delle aree corticali che si sono succeduti nel tempo partono tutti dalla scoperta di Meynert riguardante la particolare struttura della corteccia visiva della calcarina, e da quella di Betz relativa alla particolare architettura della corteccia motoria della circonvoluzione centrale anteriore caratterizzata dalla presenza delle cellule giganti.

Nella Figura 1.1 viene mostrata la distribuzione delle varie aree della corteccia cerebrale, così come risulta dalle più recenti ricerche. Si conoscono attualmente 109 aree corticali, differenti per struttura, che verranno descritte più avanti. I due disegni qui riportati sono tratti dal nostro Trattato sulla citoarchitettura (Economio e Koskinas, 1925) e sono state aggiornate per qualche particolare sulla base dei risultati delle più recenti ricerche.

1.3

Strati della corteccia cerebrale

Come già detto, nella corteccia cerebrale si possono riconoscere sei strati sovrapposti che vengono in genere indicati con il nome delle cellule che prevalgono in ognuno di essi (vedi Figura 1.2 nella quale è riprodotta la sezione di una circonvoluzione frontale in un punto di passaggio fra la sua convessità, a destra, e la sua faccia laterale, a sinistra).

Lo *strato I* viene indicato con il nome di *strato mollecolare* detto anche *strato plessiforme*, essendo costituito da sostanza grigia corticale in cui le ramificazioni terminali di numerosi dendriti cellulari e gli sfioccamenti di un gran numero di cilindrassi formano una specie di feltro o "plesso". In questo strato sono presenti solo rare cellule piccole, piriformi o fusate in senso orizzontale, lunghe da 4 a 6 μ (*cellule di Cajal*); le altre cellule visibili nella figura sono di natura gliale e appartengono alle pareti di vasi.

Lo *strato II* è detto *strato granuloso esterno* poiché è formato da numerose cellule stiate, piccolissime, rotonde, poligonali o triangolari e simili a granuli.

Sotto lo strato II troviamo lo *strato III*, meno ricco di cellule, detto *strato delle cellule piramidali* perché composto in prevalenza da grossi elementi di una bella forma piramidale.

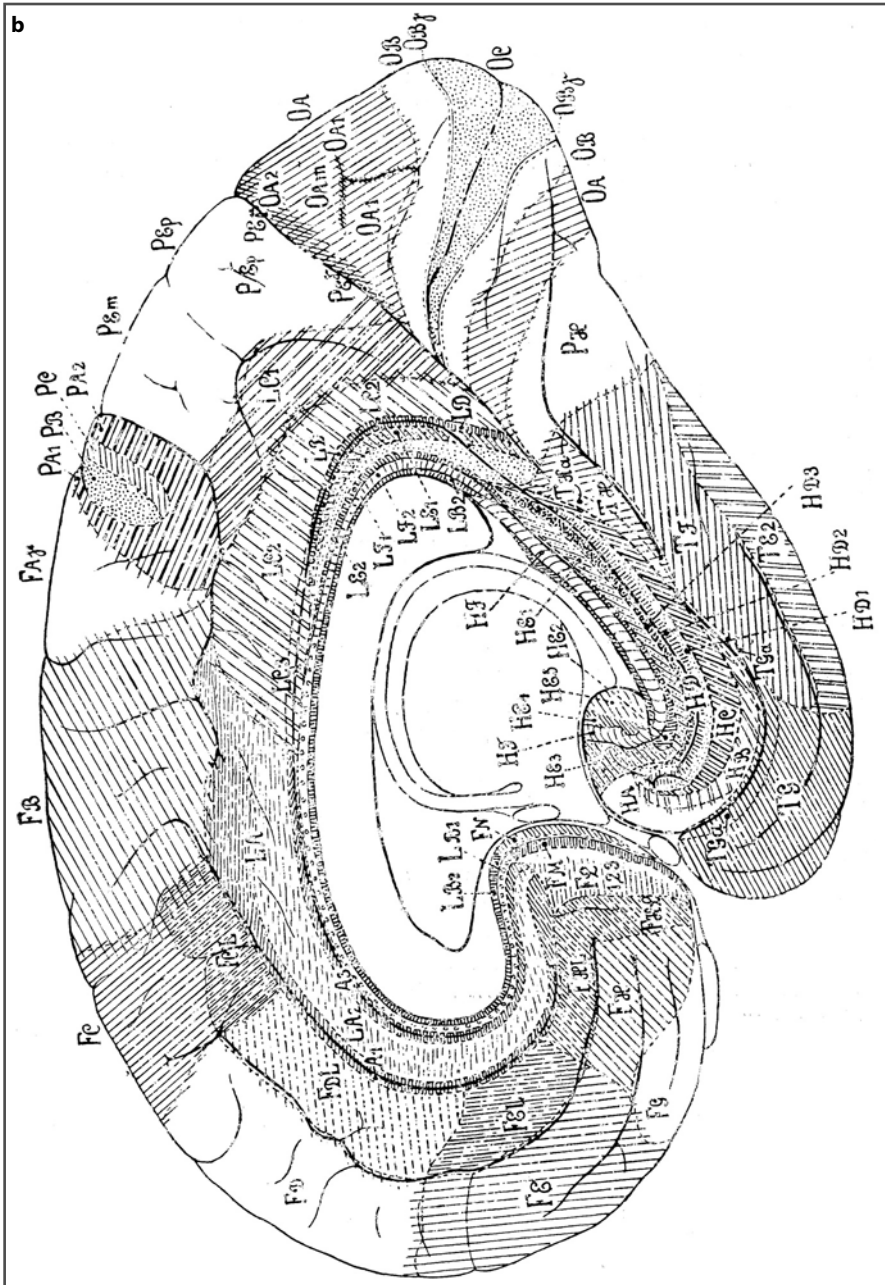


Fig. 1.1 b (continua)

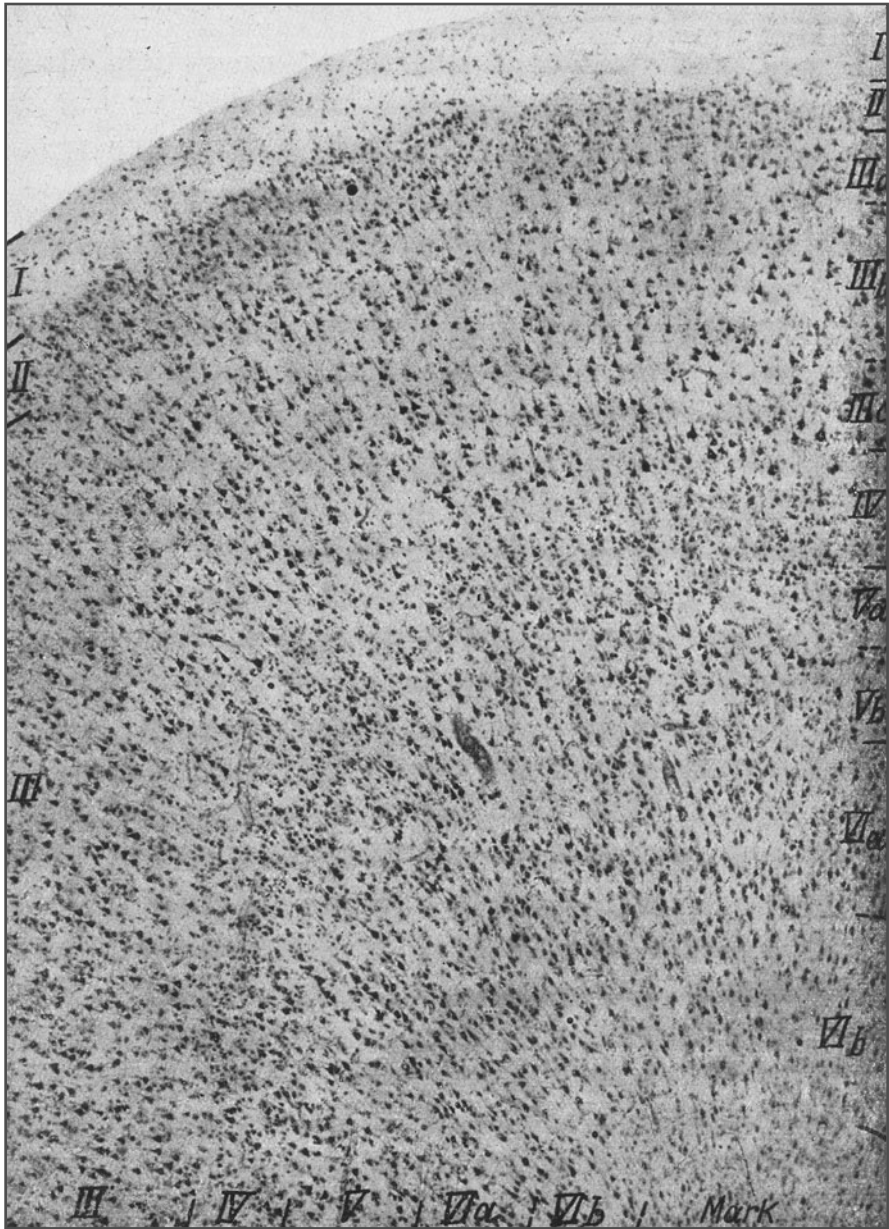


Fig.1.2 Porzione di una sezione della convessità di una circonvoluzione frontale ingrandita 50 volte. Nell'angolo inferiore destro è visibile la sostanza cerebrale bianca priva di cellule. I-VI sono i sei strati corticali sovrapposti

Segue lo *strato IV* detto *granulare interno*, composto come il II di cellule granulari, stipate, piccolissime, rotonde o polimorfe.

Sotto a questo strato si incontra lo *strato V*, a elementi meno stipati, detto *strato delle piramidi interno* o *strato ganglionare* perché formato da belle cellule *gangliari*, di forma variamente piramidale, ma in genere più piccole di quelle del III strato.

Al disotto del V strato troviamo lo *strato VI*, detto *strato delle cellule fusiformi*, costituito da cellule piuttosto ravvicinate, fusiformi, disposte con il loro asse maggiore perpendicolarmente alla superficie cerebrale.

Al disotto di queste cellule giace la sostanza midollare delle circonvoluzioni le cui fibre, penetrate sotto forma di fasci voluminosi nello strato VI, possono essere evidenziate nel loro percorso in specifici preparati (colorazione delle fibre) fino al III strato.

1.4

Suddivisione degli strati in strati secondari

I sei strati appena descritti non presentano tuttavia una costituzione uniforme in tutto il loro spessore. Per esempio, nel III strato le cellule piramidali aumentano di volume progredendo dalla periferia verso la profondità, e in tal modo – come risulta chiaramente dalla Figura 1.2 – gli elementi cellulari più voluminosi vengono a trovarsi vicinissimi al IV strato. È proprio questo comportamento che permette di suddividere il III strato in una zona esterna o delle *piccole cellule piramidali* (IIIa), in una zona intermedia di *medie cellule* (IIIb), e infine in una zona interna di *grandi cellule piramidali* (IIIc). Anche il V strato spesso si suddivide in due zone secondarie, precisamente in uno strato superficiale (Va) e in uno profondo (Vb), che si differenziano non tanto per il volume delle loro cellule quanto per essere le stesse più o meno stipate. Il VI strato è sempre chiaramente suddivisibile in uno strato esterno a cellule ravvicinate e più grandi (VIa) e in uno strato a cellule meno ravvicinate fra loro, più rare e più piccole, in cui penetrano numerosi fasci di fibre midollari (VIb).

Questa suddivisione in strati secondari, che porta il numero dei piani corticali sovrapposti a dieci, già di per sé dimostra che le suddivisione in soli sei strati è alquanto arbitraria e convenzionale. Questo schema però va conservato per *ragioni pratiche* poiché meglio di ogni altro riesce a fornire una visione schematica della struttura della corteccia cerebrale, nella quale la diversa forma delle cellule fa risaltare con evidenza i vari strati.

1.5

Rapporti fra cito- e mieloarchitettura

La stratificazione in sei piani può essere ben riconosciuta anche nei preparati, usando il metodo di Weigert per la colorazione delle fibre midollari, che mette in evidenza gli strati di fibre orizzontali intracorticali.

Per quanto il presente volume non abbia come scopo lo studio della disposizione delle fibre midollari nella corteccia cerebrale (la cosiddetta *mieloarchitettura*), purtuttavia ci sembra opportuno richiamare schematicamente nella Figura 1.3 i rapporti che intercorrono fra gli strati delle cellule studiate nella *citoarchitettura* e quelli delle fibre, argomento della *mieloarchitettura*.

Anche la mieloarchitettura suddivide la corteccia cerebrale in numerosi campi e questi in genere corrispondono a quelli studiati dalla citoarchitettura e rappresentati nella Figura 1.1.

1.6 I tre principali tipi di cellule

Da quanto sopra risulta che nella corteccia cerebrale esistono principalmente tre tipi di cellule e cioè: le *cellule piramidali*, le *cellule fusiformi* e le *cellule granulari* (vedi Figg. 1.2 e 1.3).

Le *cellule piramidali* sono più numerose nel III e V strato e si presentano sotto la ben nota forma di cellule triangolari, a vertice acuto, con un lungo dendrite che ha origine dal loro vertice superiore e (come è ben dimostrato dai preparati di Golgi) si prolunga fin nello strato mollecolare. Invece, i dendriti che originano alla base delle cellule, si portano assai meno in basso e lateralmente nel tessuto viciniero. Dalla regione basale della cellula si origina anche il cilindrase (assone, *ndr*), che nel maggior numero dei casi, dopo aver dato scarsi collaterali, penetra nella sostanza bianca delle circonvoluzioni. Le cellule piramidali presentano in genere dei corpi di Nissl ben sviluppati e un nucleo bollosa piuttosto grosso fornito di evidente nucleolo. La loro notevole variabilità di volume viene da noi generalmente indicata con un rapporto numerico fra la loro altezza e la loro larghezza massima: sono pertanto cellule piramidali piccole quelle che hanno un rapporto altezza/larghezza pari a 12/10 μm , cellule piramidali medie quelle con rapporto 25/15 μm e cellule piramidali grandi quelle con rapporto 30-45/15-20 μm . Infine le cellule di dimensioni ancora maggiori, quelle con rapporto 50-100/25-60 μm , sono indicate con il nome di *cellule giganti*.

Le *cellule granulari* (o *granuli cerebrali*) si riscontrano specialmente nel II e IV strato. Hanno forma rotondeggiante, poligonale e a volte triangolare, con scarso protoplasma e con il corpo quasi interamente costituito dal nucleo che, colorato con i metodi di routine, non mostra in genere il nucleolo. La dimensione di queste cellule oscilla fra 4/4 e 8/10 μm . In esse non si riconoscono dendriti e solo con i metodi di impregnazione argentea di Cajal si possono evidenziare brevi prolungamenti a forma di ciuffi e cilindrassi che si sfioccano nello spessore della stessa corteccia cerebrale, a poca distanza dal corpo cellulare.

Le *cellule fusate* sono tipiche del VI strato e hanno forma allungata a fuso; il grosso nucleo bollosa di forma ovale allungata è posto al centro del corpo fusato e ha un nucleolo ben evidente di forma rotondeggiante. I corpi di Nissl sono raccolti in genere verso i poli del nucleo. I due estremi appuntiti del corpo cellulare si continuano ognuno con un lungo dendrite, di cui quello superiore si porterebbe, secondo Cajal, fin nello strato mollecolare, mentre quello inferiore si porta in basso e sembra sfioccarsi già nello stesso

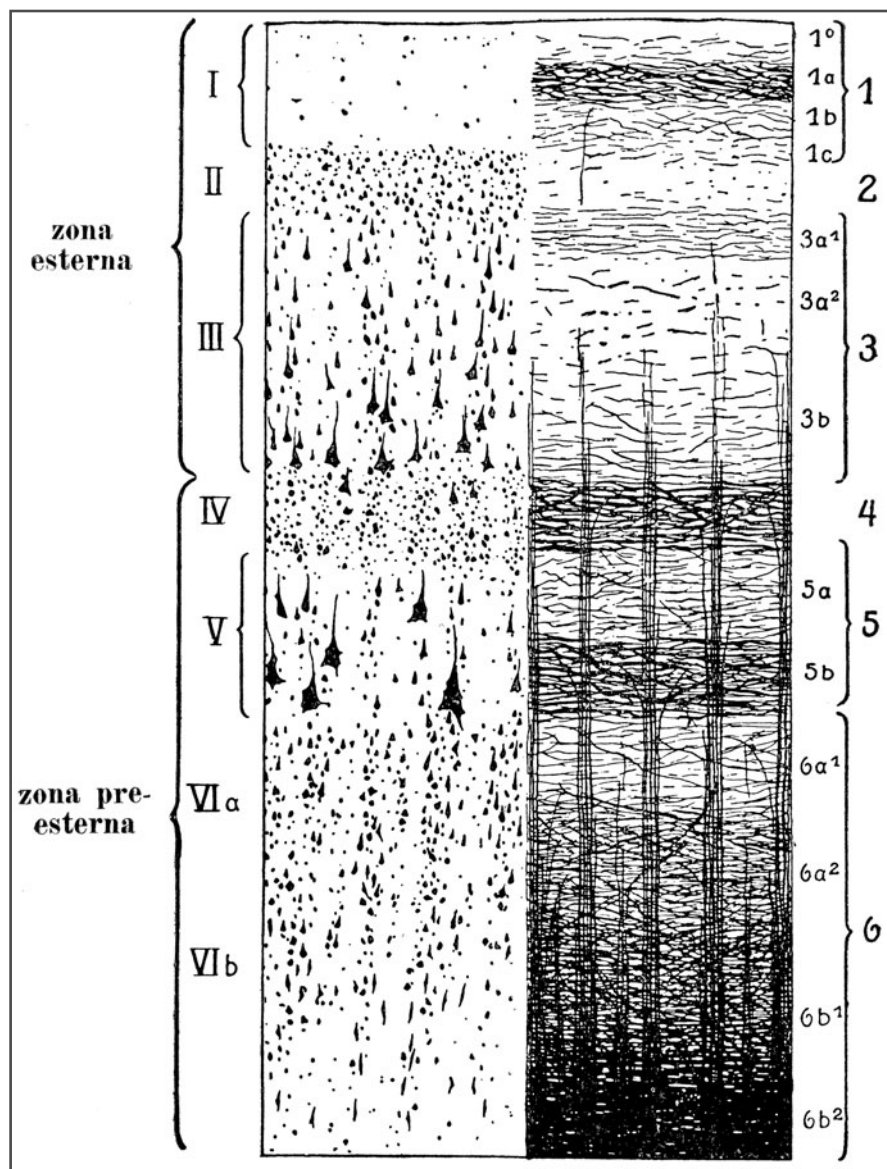


Fig. 1.3 Relazione fra citoarchitettura (*a sinistra*) e mieloarchitettura (*a destra*) corticale secondo Brodmann e Vogt. I-VI, strati cellulari; 1-6, strati midollari; 4 e 5b, strati interno ed esterno di Baillarger

VI strato. Il cilindrase si origina dal tratto medio del corpo cellulare o dalla sua metà inferiore e si porta in basso entrando nella sostanza bianca della circonvoluzione corrispondente. La dimensione delle cellule fusate oscilla fra 30/15 e 15/10 μm ; a volte anche queste cellule assumono una forma triangolare.

1.7

Cellule speciali

La maggior parte degli elementi cellulari della corteccia cerebrale appartiene a questi tre gruppi di cellule, ma esistono anche alcune altre forme di cellule.

Nello strato mollecolare troviamo ovunque delle *piccole cellule orizzontali* e le *cellule piriformi di Cajal*, tipiche di questo strato e che possiedono lunghi cilindri che corrono parallelamente alla superficie del piano stesso e in esso, alla fine, si sfioccano formando una *gran parte delle* cosiddette *fibre tangenziali*.

Le *cellule giganti di Betz*, già accennate sopra, sono caratteristiche della corteccia motoria: esse hanno quasi sempre una forma piramidale e tozza e raggiungono dimensioni di 60-120/30-80 μm . Hanno un grossissimo nucleo e un voluminoso nucleolo (8 μ), un vacuolo spesso pieno di sostanze lipoidi ed evidenti corpi tigroidi. I loro dendriti basali hanno una caratteristica forma nodosa riziforme e il loro cilindrase, che si origina dalla loro faccia basale, si porta nella sostanza midollare della circonvoluzione. Nella Figura 1.4 sono riprodotte due di queste cellule giganti della corteccia della circonvoluzione *centralis ant.* dell'uomo; le cellule piramidali sulla destra possono servire come termine di confronto (250 ingrandimenti).

Le *cellule giganti di Meynert* hanno aspetto simile, ma dimensioni alquanto minori; si trovano nel V strato della *corteccia visiva*. Nel IV strato della corteccia visiva, cioè nel cosiddetto *nastro di Gennari* (1782), si trovano voluminosissime *cellule stellate*, appiattite, in genere poste orizzontalmente, dette *cellule stellate giganti*.

Anche nel rinencefalo si osservano vari tipi di cellule caratteristiche di quest'area dell'encefalo, le cosiddette *cellule a pennello* o *a nappa* di Cajal, e nel gyrus limbicus e nel gyrus transversus le nostre *cellule a succhiello* e *a bastoncino* (Hammarberg, 1895; Flechsig, 1897, 1920; Cajal 1921, 1923; Nikitin, 1909; Marinesco, 1910).

Tutte queste cellule presenti solo in distretti circoscritti della corteccia cerebrale vengono indicate con il nome di *cellule speciali* poiché sono specifiche di particolari aree corticali. Ripetiamo però che la maggior parte della corteccia cerebrale è costituita da cellule dei tre tipi descritti in precedenza, ovvero di cellule piramidali, fusate e granulari (granuli cerebrali).

1.8

Distribuzione numerica delle cellule

Il numero delle cellule di un determinato tratto di corteccia varia con il variare del tipo di cellule, con lo strato e con la regione corticale considerati.

Seguendo il metodo di Hammarberg (1985), per valutare il numero delle cellule usiamo come unità di misura un cubo di 0,1 mm di lato, cioè (0,1 mm)³. Si contano le cellule del quadrato di una sezione di 0,1 mm di lato (come si fa per la conta dei globuli) e si moltiplica la cifra media (ottenuta contando le cellule di una serie di questi quadrati) per il multiplo necessario per ottenere, dalla cifra indicante lo spessore delle sezioni



Fig. 1.4 Cellule giganti di Betz della circonvoluzione frontale ascendente

esaminate, quella teorica di 0,1 mm. Così, per esempio, nel preparato riprodotto nella Figura 1.2, ingrandito 50 volte, 0,5 cm corrisponde a 0,1 mm. Si esegue quindi la conta delle cellule comprese in un quadrato avente per lato 0,5 cm (= 0,25 cm²), e poiché la sezione aveva uno spessore di 25 μm (= 0,1 mm/4), si moltiplica la cifra prima trovata per 4 ottenendo così il numero di cellule contenute in un cubo di (0,1 mm)³.

Seguendo questo metodo risulta che in media – nello stesso volume – il I strato contiene 5 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, il II 65 cellule, il III 20, il IV 80, il V 17, il VIa 20, il VIb 10.

1.9

Suddivisione della corteccia cerebrale in “isocorteccia” e “allocorteccia”

La corteccia umana presenta quasi ovunque i sei strati sopra descritti. Brodmann ha dimostrato la loro esistenza già nei cervelli di feti umani dal 6° all'8° mese di vita intrauterina e che, anzi, sono chiaramente visibili in quell'epoca prenatale della vita anche nelle aree in cui nell'adulto la suddivisione in sei strati più o meno scompare.

L'insieme della corteccia cerebrale, che allo stato adulto appare divisa in sei strati, o che almeno lo era allo stato embrionale, viene indicata con il nome, proposto da Vogt, di *isocorteccia*. Nell'uomo un tratto circoscritto di corteccia cerebrale, corrispondente al cosiddetto rinencefalo *sensu strictiori*, presenta tanto allo stato adulto quanto a quello embrionale un'architettura corticale completamente differente da quella dell'isocorteccia, mancando di ogni stratificazione o presentandosi solo in forma rudimentale. Questo tratto di corteccia viene indicato come “allogenetico” o, meglio, con il termine di *allocorteccia*, ed è limitato solo al *gyrus subcallosus*, al *gyrus intralimbicus* con l'*induseum*, al *gyrus fasciolaris* e *dentatus* con il *cornu d'Ammone*, al *subiculum* e *praesubiculum* del *gyrus hippocampi*, all'*uncus*, al *gyrus olfactorius lateralis* e *medialis* e alla *substantia perforata*. Tutte queste aree ricoperte dall'allocorteccia nell'uomo rappresentano solo una piccola frazione della corteccia cerebrale, al massimo un dodicesimo di essa, mentre invece negli animali, in particolare nei macrosmatici, ne può costituire la parte maggiore.

La Figura 1.5 mostra i rapporti fra allocorteccia (scura) e isocorteccia (bianca) nell'uomo (Fig. 1.5c, d) e nell'istrice (Fig. 1.5b, a) in cervelli portati alle stesse dimensioni: nell'animale appare evidente l'enorme sviluppo dell'allocorteccia che invece, nell'uomo, è ridotta a un anello a volte assai sottile disposto intorno al corpus callosum e al fornice. Tratteremo più estesamente dell'allocorteccia in altri capitoli di questo volume, ma già qui è importante ricordare che anch'essa è suddivisa in numerose aree citoarchitettonicamente differenti.

1.10

Variazioni regionali dell'architettura dell'isocorteccia e dei suoi strati

A proposito dell'isocorteccia bisogna tener presente che, pur essendo fondamentalmente suddivisa in sei strati, presenta sia per spessore che per numero e disposizione delle cellule numerose differenze tipiche di ciascuna regione cerebrale. La corteccia cambia di spessore in ogni tratto del cervello, passando dalla convessità della circonvoluzione all'assottigliamento di più della metà al fondo dei solchi cerebrali; presenta inoltre differenze anche nei vari territori corticali.

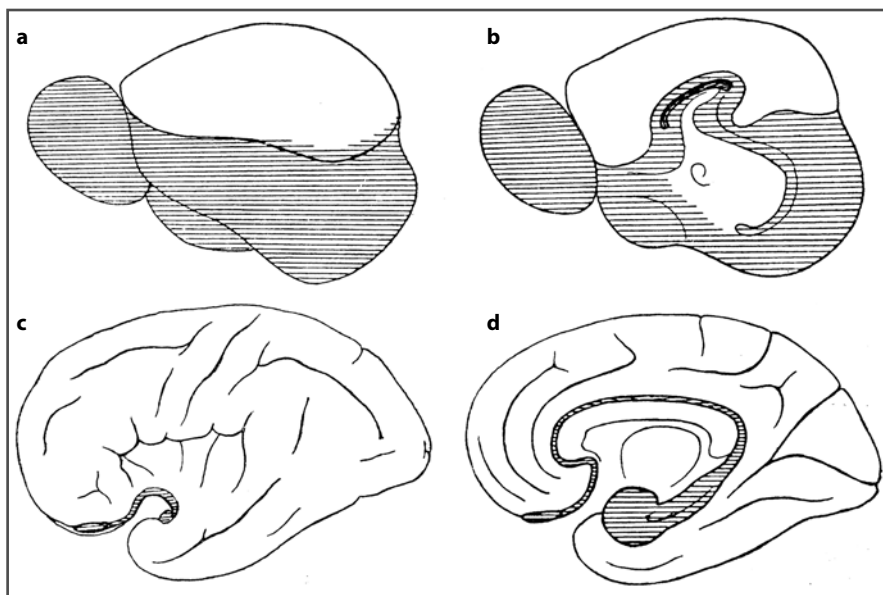


Fig. 1.5 Faccia convessa (a) e interemisferica (b) del cervello dell'istrice (secondo Brodmann) e faccia convessa (c) e interemisferica (d) del cervello umano riportate alla stessa grandezza. L'allocorteccia corrisponde alla parte tratteggiata, mentre l'isocorteccia è stata lasciata bianca. L'allocorteccia ricopre circa i tre quarti della superficie cerebrale dell'istrice e solo un dodicesimo di quella dell'uomo

La corteccia ha uno spessore medio di circa 3,5 mm in corrispondenza del sommo delle circonvoluzioni della convessità cerebrale, mentre si riduce a circa 3 mm alla base e a 2,7 mm in corrispondenza della faccia mediana degli emisferi. La Figura 1.6 mostra schematicamente, con un tratteggio diversificato, le differenze regionali dello spessore corticale, che varia da un massimo di 4 mm a un minimo di 1,3 mm.

I massimi spessori della corteccia si osservano in corrispondenza della circonvoluzione frontale ascendente, specie in vicinanza del bordo del mantello, nonché nel lobo temporale anteriore, come si vede chiaramente nella Figura 1.6a. Gli spessori diminuiscono progressivamente procedendo tanto verso il polo frontale quanto verso quello occipitale. Gli *spessori corticali minimi* si osservano in corrispondenza della fessura calcarina, specialmente nel fondo dei solchi di questa regione, e anche in corrispondenza del solco di Rolando, specialmente sulla faccia anteriore del gyrus centralis posterior (parietale ascendente). Lo spessore medio di tutta la corteccia, determinato dalle variazioni sopra indicate e considerando la riduzione che subisce nel fondo dei solchi, è di circa 2,5 mm.

I vari strati che compongono la corteccia cerebrale variano di spessore con il variare dello spessore della corteccia che li contiene. Tuttavia gli spessori dei vari strati non si modificano proporzionalmente fra di loro poiché, come per esempio nei lobi frontali, lo strato III si assottiglia quanto più si procede verso il polo, mentre nella stessa condizione lo strato IV aumenta di spessore. Ogni strato si modifica dunque in modo diverso nelle varie regioni cerebrali.

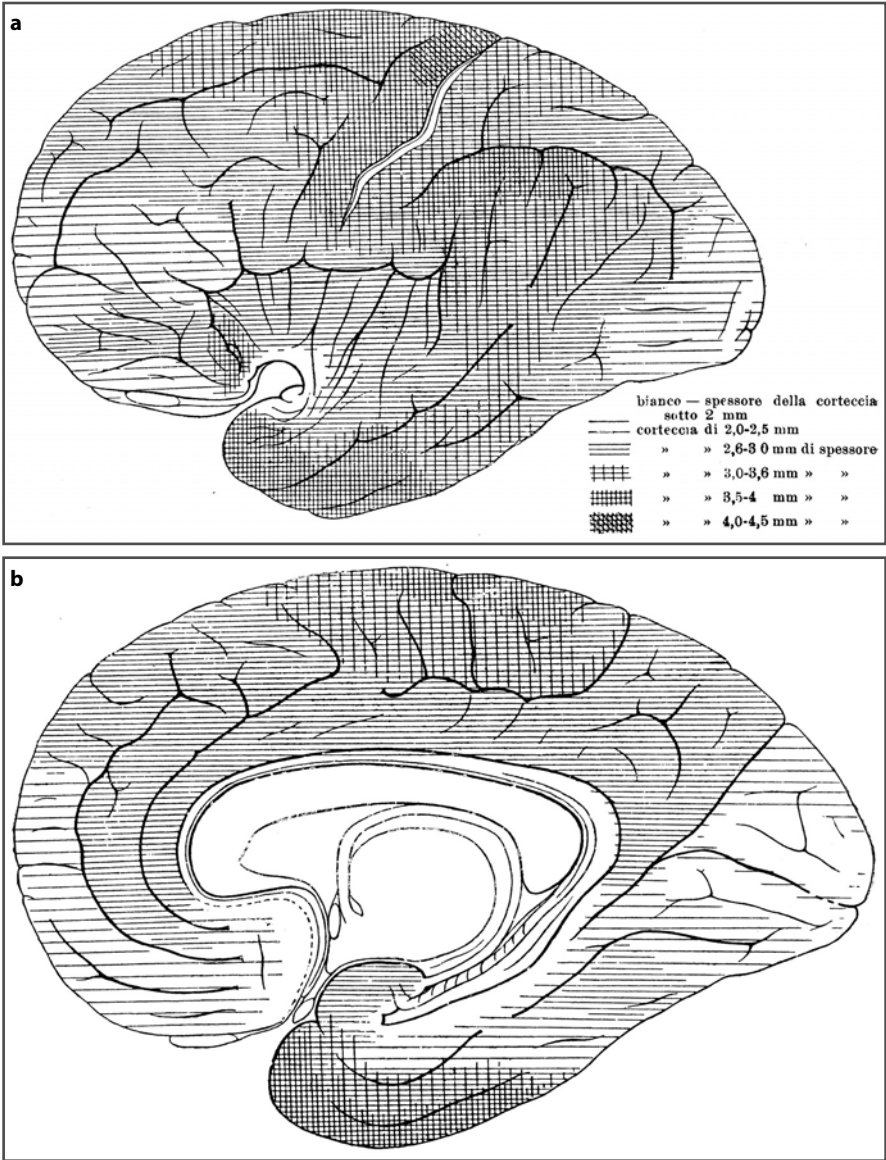


Fig. 1.6 Faccia convessa (a) e interemisferica (b) del cervello in cui il vario tratteggio indica il diverso spessore della corteccia. Schema tratto dall'opera di Economo e Koskinas, 1925

1.11

Corteccia “granulare” e “agranulare”

Se volessimo riprodurre schematicamente le variazioni dei vari strati, così come fatto nella Figura 1.6 per lo spessore complessivo della corteccia cerebrale, avremmo delle modifiche per ogni singolo strato. Così, per esempio, gli strati dei granuli (II e IV) appaiono poco sviluppati proprio nei tratti in cui la corteccia ha il massimo spessore (confronta la Figura 1.7 con la Figura 1.6) per scomparire del tutto in alcuni punti, mentre invece in corrispondenza dei tratti corticali più sottili (cioè in corrispondenza dei due poli cerebrali) lo spessore come anche il raggruppamento delle cellule aumentano. La corteccia normale esastratificata (isocorteccia), in cui sono evidenti i due strati granulari, è indicata con il nome di *corteccia granulare*, mentre quella in cui gli strati granulari mancano del tutto è detta *corteccia agranulare*. Nella Figura 1.7 con il tratteggio più o meno scuro viene indicata schematicamente la presenza relativa in granuli nelle varie aree corticali.

Prescindendo da queste variazioni di spessore corticale e numero di cellule contenute, i vari strati, e cioè anche il III, V e VI, presentano delle variazioni indipendenti, regionali e locali, varie, relative per esempio alla forma, alla grandezza e alla combinazione delle varie cellule.

Si può affermare comunque che generalmente la corteccia cerebrale posta frontalmente al solco di Rolando presenta cellule più voluminose, pur essendo più povera di elementi cellulari, mentre caudalmente a questo solco essa presenta cellule più piccole ma in compenso più numerose; inoltre molte delle cellule piramidali del III strato e quelle fusate del VI, nei tratti posti rostralmente al solco di Rolando, appaiono più grandi e meglio formate che non nelle regioni poste dietro a detto solco. Le cellule piramidali più belle e più voluminose si osservano nella regione posta immediatamente avanti al solco di Rolando, ma progredendo nel territorio dei lobi frontali, verso il polo frontale, esse diminuiscono di volume e bellezza di forma.

Lo stesso comportamento si osserva nelle cellule piramidali del V strato. Al riguardo bisogna notare che questo strato, procedendo caudalmente dal solco di Rolando verso il polo occipitale, diminuisce sempre più di spessore e numero delle cellule, mentre viceversa verso la regione temporale aumenta d'importanza. La corteccia cerebrale del cosiddetto rinencefalo e delle regioni viciniori (compresa l'insula) presenta una particolarità, ovvero nel suo V strato si differenzia una specie di sottostrato (strato secondario) costituito da più file di cellule piramidali di dimensioni superiori alla media; questo strato secondario è anche caratterizzato dalla notevole ricchezza in elementi cellulari e per la loro disposizione seriale.

Le cellule del II strato in prossimità del rinencefalo perdono spesso la loro forma granulare e la loro disposizione stipata chiaramente stratificata, divenendo spesso voluminose, assumendo forme a barchetta o stellate e tendendo a riunirsi a gruppi o a piccoli cumuli.

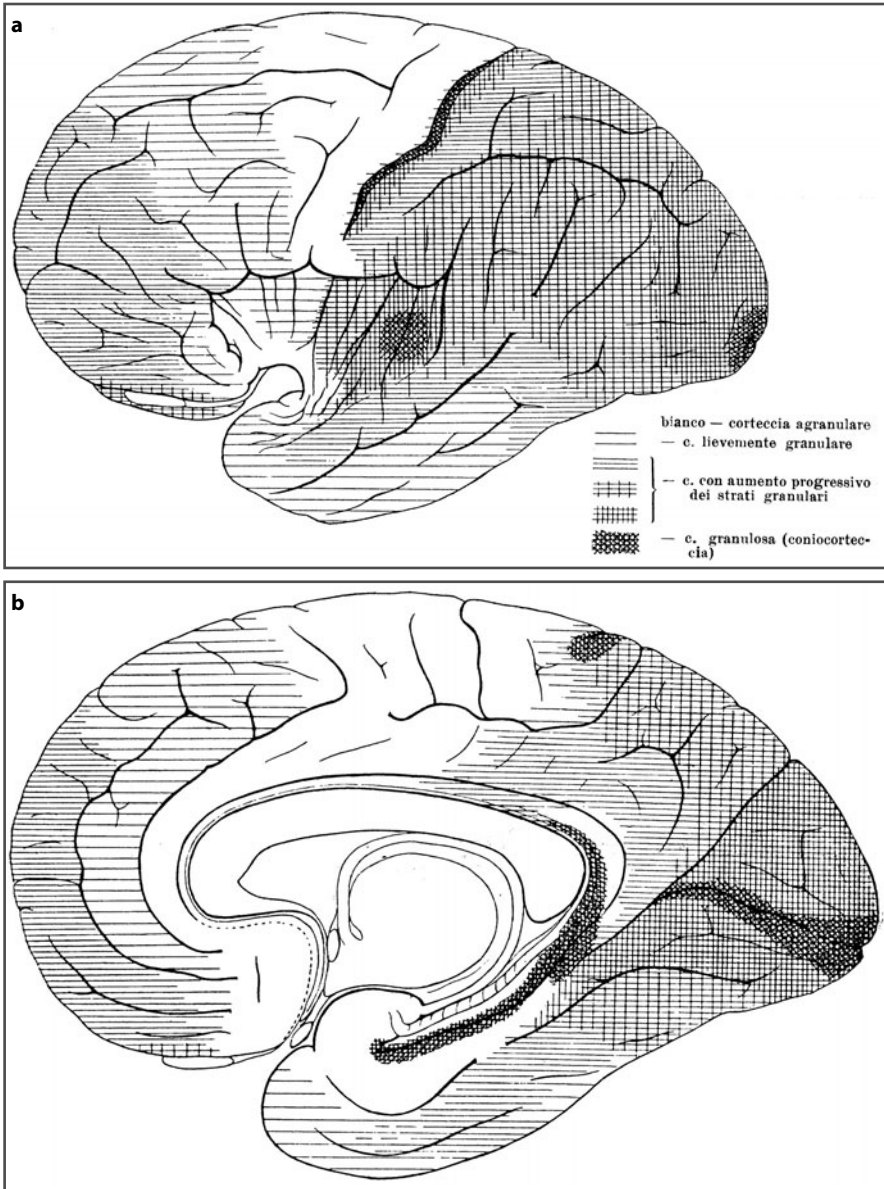


Fig. 1.7 Faccia convessa (a) e interemisferica (b) del cervello: il diverso tratteggio indica il maggiore e minore raggruppamento di cellule granulari negli strati II e VI

1.12

Striatura radiale della corteccia

Oltre alla stratificazione orizzontale si può osservare a volte anche una *striatura in senso verticale*, più o meno chiara, della corteccia cerebrale. Nei tratti corrispondenti le cellule appaiono non solo disposte a piani sovrapposti, ma anche ordinate in sottili zone o colonne più o meno grosse disposte radialmente. Una sottile striatura verticale è caratteristica del lobo parietale: essa è più accentuata nella sua metà inferiore e si estende anche ai tratti vicini del lobo temporale. Nel resto del lobo temporale si osserva invece una caratteristica disposizione a larghe fasce verticali essendo le cellule disposte a colonne ben evidenti che attraversano tutti i sei strati della corteccia. Nei lobi occipitali, infine, le cellule sono disposte in corte, grosse e tozze colonne. Nei lobi frontali in genere non si riesce a mettere in evidenza alcuna striatura verticale: qualche accenno si può notare nella parte triangolare e appena sul piede di tutte e tre le circonvoluzioni frontali, o a volte in corrispondenza del polo frontale.

1.13

Schema della citoarchitettura cerebrale

Queste modificazioni di struttura, tranne alcuni casi particolari che tratteremo altrove, avvengono gradualmente poco a poco. In alcuni punti però, come vedremo più oltre, si verificano trasformazioni repentine del quadro citotettonico che consentono di delimitare in modo netto alcune aree speciali.

Se dovessimo riprodurre in un disegno esattamente queste graduali variazioni citotettoniche delle varie aree corticali otterremmo un quadro alquanto diverso da quello rappresentato in Figura 1.1 dove le varie aree sono indicate con limiti uniformemente netti.

Per ottenere un quadro esatto delle aree citoarchitettiche corticali sarebbe infatti necessario indicare graficamente il comportamento delle cellule dei singoli strati corticali in tanti quadri separati. I vari schemi dovrebbero poi essere sovrapposti, in modo da poter seguire tutte le variazioni architettiche della corteccia in ogni singolo punto del cervello. Prescindendo da queste considerazioni ci sembra opportuno, per ragioni pratiche, adottare ancora la suddivisione in *aree corticali teoriche* così come sono indicate nella Figura 1.1, poiché da un lato l'orientamento risulta più facile e dall'altro perché esistono veramente, per quanto rare, aree nettamente delimitate.

2.1 I cinque tipi architettonici dell'isocorteccia

Nel precedente capitolo, parlando delle modificazioni “continue” che subiscono i vari strati della corteccia cerebrale nelle varie regioni, abbiamo fatto rilevare che, oltre alle divisioni in aree corticali, esistono anche variazioni strutturali architettoniche dell'isocorteccia esastratificata che sono tipiche di regioni più estese.

2.1.1 Isocorteccia omotipica

In base a queste variazioni si possono distinguere cinque tipi architettonici fondamentali di isocorteccia. Nella Figura 2.1 i tre tipi di isocorteccia omotipica vengono distinti a seconda della sede dove prevalgono nei seguenti tipi:

- tipo 2: architettonico frontale;
- tipo 3: architettonico parietale;
- tipo 4: architettonico polare.

Il *tipo architettonico frontale* è caratterizzato da evidente presenza di tutti i sei strati e dal notevole spessore della corteccia. Le sue cellule piramidali sono voluminose, ben formate e ordinate tanto nello strato III che nel V, così come le cellule fusate del VI strato; i due strati dei granuli (II e IV) sono evidenti ma poco ricchi di elementi cellulari che presentano, in genere, forma triangolare.

Nel *tipo architettonico parietale* è ancora più evidente la suddivisione in sei strati, dovuta all'aumento dello spessore e alla ricchezza di cellule nei due strati dei granuli (II e IV), le cui cellule hanno la tipica forma rotondeggiante. Le cellule piramidali degli strati III e V sono invece più piccole, delicate e più numerose, ma meno uniformemente disposte. Inoltre quelle del V strato hanno forma meno bella e sono di poco più voluminose delle cellule fusate del VI strato, anch'esse piuttosto piccole.

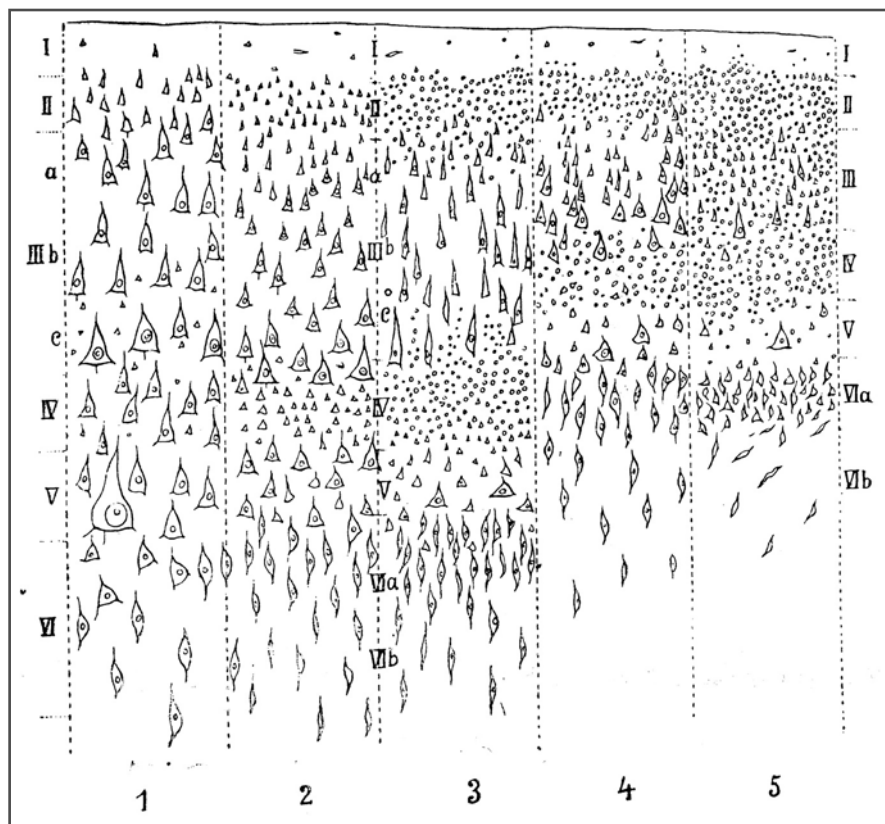


Fig. 2.1 I cinque tipi architettonici della corteccia cerebrale

Il *tipo architettonico polare*, che si osserva in corrispondenza dei due poli frontale e occipitale, è caratterizzato dalla sottigliezza della corteccia e dalla ricchezza in cellule, massima negli strati dei granuli che danno a questa regione una visibilissima striatura orizzontale. Il tipo frontopolare si distingue dall'occipitopolare per lo sviluppo del suo V strato, che è caratterizzato da un gran numero di voluminose e belle cellule piramidali; il secondo, invece, presenta un V strato a elementi piccoli e gracili con solo rare cellule piramidali voluminose.

2.1.2

Isocorteccia eterotipica

Oltre ai tre tipi architettonici fondamentali dell'isocorteccia omotipica appena descritti, nei quali malgrado le variazioni di struttura permane evidente la disposizione in sei strati, esistono nell'isocorteccia delle zone in cui si osservano delle modificazioni strutturali che quasi ne cancellano la disposizione esastratificata.

Alcuni strati possono assottigliarsi quasi al punto di scomparire, o le cellule possono modificarsi nella forma al punto da rendere impossibile distinguerle. Queste regioni corticali, in cui la distinzione nei sei strati originali non è più evidente, sono riunite sotto il nome di *isocorteccia eterotipica* per distinguerle dalle regioni a stratificazione evidente (tipi architettonici 2, 3 e 4), dette appunto a isocorteccia omotipica.

Nell'uomo si hanno solo due tipi di eterotipia:

- agranulare;
- granulosa.

La *corteccia agranulare* (Fig. 2.1, tipo architettonico 1) si distingue per la mancanza degli strati granulari tipici della corteccia omotipica normale esastratificata sopraddescritta la quale, per la presenza dei due strati granulari, viene chiamata corteccia granulare (Fig. 2.1, tipi architettonici 2, 3, 4). Poiché le cellule granulari scomparse non vengono sostituite in tessuto privo di cellule, possiamo supporre che la sostituzione delle strie granulari sia avvenuta per un loro assottigliamento e impoverimento in cellule. Per compensazione le cellule residue si sono però ingrandite e hanno modificato il loro aspetto assumendo quello di cellule piramidali piccole o medie. Questo cambiamento di forma le rende non differenziabili dalle cellule piramidali viciniori del III e V strato. È questo il probabile meccanismo che determina la scomparsa del II e IV strato e rende questi particolari tratti di corteccia “agranulari”. Il meccanismo sopraddescritto può essere indicato con la definizione *trasformazione piramidale (piramidalizzazione) della corteccia*. Il miglior esempio di questa *eterotipia agranulare* della corteccia è rappresentato dalla *circonvoluzione precentrale* (frontale ascendente) (vedi Fig. 3.1).

Con il nome *eterotipia granulosa* della corteccia si indica l'aspetto della corteccia di *tipo architettonico 5* (vedi Fig. 2.1). Nei tratti corticali di questo tipo si osserva che non solamente il II e IV strato sono costituiti da cellule di aspetto granulare (granuli cerebrali) stipati, ma che anche altri strati, sia parzialmente che in toto, sono formati da questi elementi. In genere questa trasformazione granulare interessa il III strato, ma può estendersi anche al V e al VI. Questi strati possono a volte contenere solamente granuli e in numero tale da apparire come veri *strati granulari* ed essere in ogni modo difficilmente distinguibili dal II e IV strato. Questa modificazione della corteccia viene definita *trasformazione granulare (granulizzazione) della corteccia* e la corteccia stessa viene chiamata granulosa per differenziarla dall'isocorteccia semplicemente granulare, oppure si utilizza il termine greco *koniocortex* (coniocorteccia = corteccia polverosa). L'aspetto di questi tratti corticali è rappresentato nella Figura 2.1 (parte 5). Il più tipico esempio di questa modificazione è dato dalla corteccia della calcarina, in cui lo strato granulare interno appare addirittura duplicato (vedi Fig. 7.4).

2.2

Significato fisiologico dei vari tipi architettonici e loro estensione locale

La Figura 2.2 ci mostra i differenti territori occupati dai cinque tipi di corteccia sopraddescritti. Le due modificazioni eterotipiche estreme descritte rappresentano le più importanti particolarità dell'isocorteccia (Fig. 2.1, tipi architettonici 1 e 5). Come vedremo più

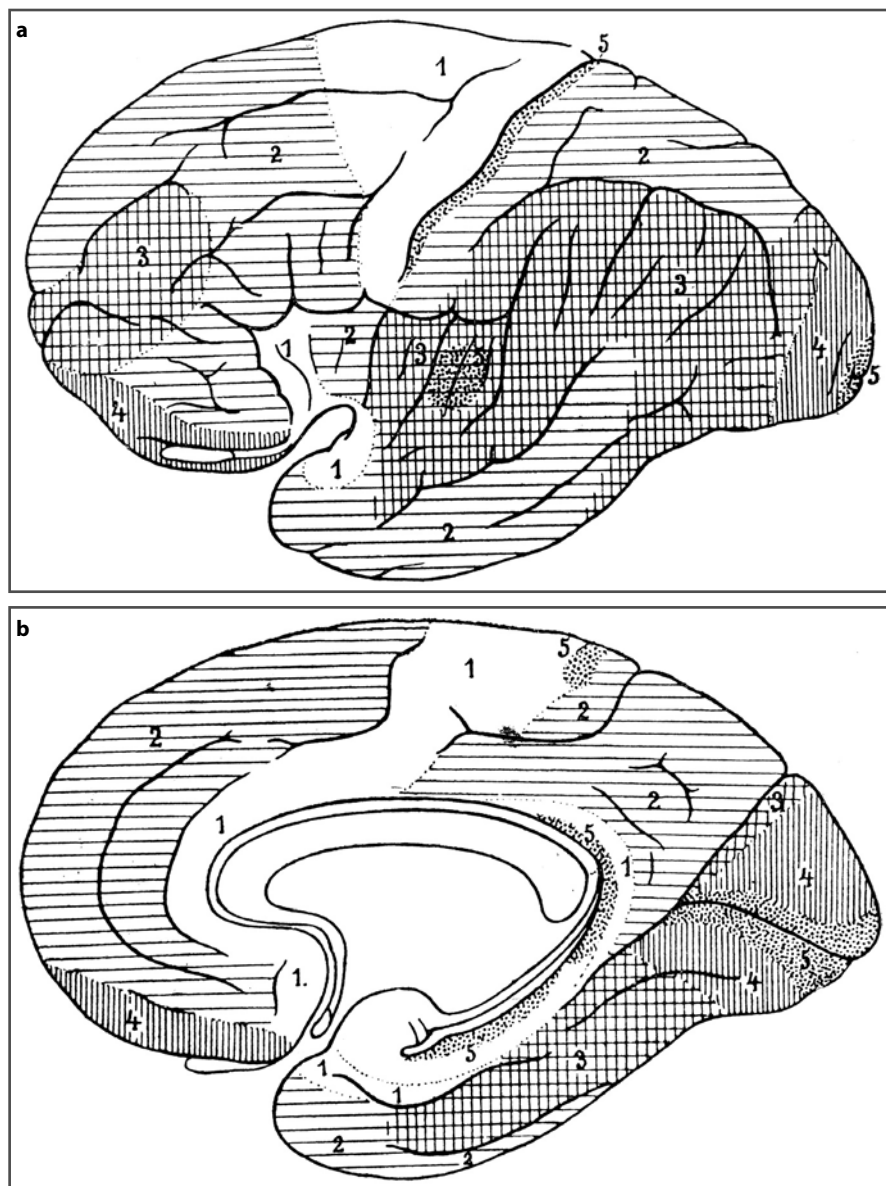


Fig. 2.2 Distribuzione dei cinque tipi architetturici corticali sulla convessità (a) e la faccia interemisferica cerebrale (b)

avanti, la corteccia granulosa corrisponde per sede ai *centri corticali sensoriali*, tanto da rappresentare la corteccia cerebrale sensoria per eccellenza, mentre la corteccia agranulare, per la sua localizzazione limitata prevalentemente alla circonvoluzione precentrale (frontale ascendente), appare essere prevalentemente *effere*nte e in parte *nettamente mo-*

toria, specie là ove contiene cellule giganti. Queste vere eterotopie si estendono solo a tratti limitati dell'isocorteccia come si vede nella Figura 2.2 in cui l'isocorteccia eterotopica appare bianca (tipo 1) e punteggiata (tipo 5 o coniocorteccia). Le altre aree sono ricoperte da isocorteccia omotipica.

La corteccia efferente di *tipo architettonico 1* riveste completamente il terzo posteriore dei lobi frontali sulla faccia interemisferica e sulla convessità anteriormente al solco di Rolando, estendendosi sulla faccia interemisferica (Fig. 2.2b) a tutto il gyrus limbicus anteriore e nell'area paraolfattoria di Broca; un altro campo agranulare si trova sulla metà anteriore dell'insula, tuttavia non in rapporto diretto con lo stesso tipo di corteccia della convessità degli emisferi. Una terza zona agranulare a forma di virgola si osserva nella regione retrosplenica del gyrus limbicus e una quarta, di forma allungata, sulla convessità del gyrus hippocampi e dell'uncus. Quest'ultima può già considerarsi come facente parte dell'allocorteccia agranulare.

La *coniocorteccia granulosa di tipo architettonico 5* è presente sulla parete posteriore del solco di Rolando, sulle pareti e sulle labbra della calcarina, sulla circonvoluzione di Heschl nella fissura Sylvii, caudalmente sulla parete del sulcus corporis callosi e ancora sulla parete del sulcus hippocampi (quest'ultima è piuttosto un tratto di coniocorteccia allocorticale). La restante parte della superficie cerebrale è ricoperta dai tre tipi di isocorteccia omotipica (Fig. 2.2), sempreché non lo sia dall'allocorteccia (vedi Cap. 1, Fig. 1.5).

Funzione Nei centri corticali del tatto, della vista, dell'udito, dell'odorato e del gusto.

La corteccia di *tipo architettonico frontale 2* si estende ai due terzi anteriori dei lobi frontali, al lobulus parietalis superiore e sulla convessità della circonvoluzione postcentrale (parietale ascendente) e infine anche sulle circonvoluzioni anteriori dell'insula sulla seconda e terza circonvoluzione temporale.

La corteccia di *tipo architettonico parietale 3* si osserva specialmente sul lobo parietale superiore, sulla prima e quarta circonvoluzione temporale e sul tratto rostrale dei lobi occipitali. Nei lobi frontali esiste infine un'area abbastanza ben delimitata (terzo anteriore) rivestita di corteccia assai somigliante al tipo parietale.

La isocorteccia esastratificata (tipi 2 e 3) riveste la massima parte della superficie emisferica.

Funzione Essa probabilmente è preposta prevalentemente (ma non esclusivamente!) ai processi commemorativi e associativi (il tipo frontale 2 maggiormente ai processi associativi motori, quello parietale 3 ai processi associativi sensoriali). La stessa funzione ha probabilmente anche la corteccia del tipo polare architettonico 4.

È assai probabile che ulteriori ricerche ci faranno conoscere in futuro, oltre a questi cinque, altri tipi architettonici corticali. Infatti si sta già indagando sulla presenza abbastanza costante, ai limiti della coniocorteccia e della isocorteccia, di una sottile zona di voluminosissime cellule piramidali.

Funzione Noi abbiamo indicato questa zona con il nome di *zona parasensoriale*. Supponiamo che abbia una funzione efferente riflessa e una più specifica di sintonizzazione (*Einstellung* degli Autori tedeschi) per gli stimoli.

2.3

Variazione degli strati in una stessa sezione di circonvoluzione e rapporti fra gli strati

Dopo aver descritto le variazioni dell'architettura corticale occorre approfondire le modificazioni della struttura della corteccia dovute alla sua disposizione in circonvoluzioni. A seconda di questa disposizione la corteccia presenta infatti delle variazioni di spessore che vanno da un massimo sulla convessità delle circonvoluzioni a circa la metà nel fondo dei solchi.

La corteccia si assottiglia gradualmente procedendo centralmente lungo la parete laterale dei solchi, mentre nel punto di passaggio fra convessità e faccia laterale delle circonvoluzioni ha uno spessore rilevante, pari o anche superiore a quello della convessità.

Tutti gli strati non prendono parte in modo uniforme al graduale assottigliamento della corteccia lungo la faccia laterale della circonvoluzione. Nella Figura 2.3 si può infatti osservare come gli strati I e II tendano preferibilmente, verso il fondo della circonvoluzione (F), ad aumentare di spessore (molto lo strato I, meno lo strato II). Il III strato, invece, si assottiglia in modo evidente procedendo dalla convessità verso il fondo del solco e in modo proporzionale all'assottigliamento complessivo della corteccia, poiché tanto sulla convessità quanto sulla parete e sul fondo del solco equivale a circa un terzo dello spessore totale del tratto di corteccia corrispondente. Il IV strato si assottiglia anch'esso procedendo dalla convessità verso il solco. Il V e VI strato si assottigliano invece molto, tanto che mentre sulla convessità corrispondono da soli a circa metà dello spessore totale della corteccia, nel fondo dei solchi – dove anche la corteccia si è già assottigliata – si riducono a formarne solo un quinto.

Questi rapporti divengono evidentissimi confrontando lo spessore complessivo della corteccia sulla convessità e sulla parete laterale delle circonvoluzioni e nel fondo dei solchi e lo spessore relativo dei vari strati.

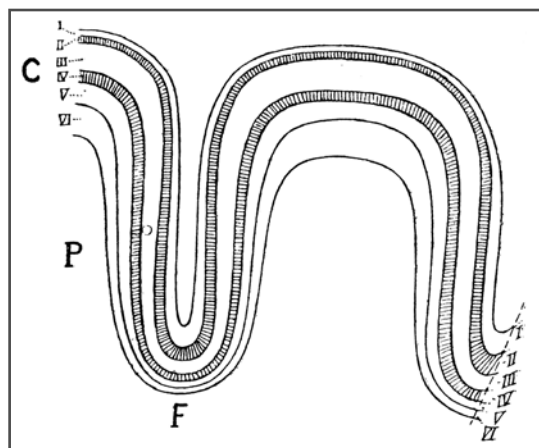


Fig. 2.3 Modificazioni dello spessore dei vari strati corticali sulla convessità dei giri (C), sulle loro facce laterali (P) e nel fondo dei solchi (F)

Riportiamo qui di seguito i dati relativi agli spessori di una circonvoluzione frontale anteriore:

Spessore complessivo	I	II	III	IV	V	VI
2,6 mm sulla convessità	0,24 mm	0,17 mm	0,85 mm	0,25 mm	0,50 mm	0,57 mm
2,2 mm sulla parete	0,26 mm	0,17 mm	0,81 mm	0,18 mm	0,40 mm	0,39 mm
1,7 mm sul fondo del solco	0,42 mm	0,25 mm	0,51 mm	0,20 mm	0,16 mm	0,14 mm

2.4

Alcuni importanti dati numerici riguardanti la corteccia

Se si calcola la percentuale dello spessore di ogni strato nei vari punti considerati rispetto allo spessore corticale totale, si ottiene l'*equazione proporzionale* degli spessori dei vari strati. Sulla convessità della circonvoluzione risulta il seguente rapporto: I: II: III: IV: V: VI = 9: 7: 33: 9: 20: 22; a metà altezza della faccia laterale della circonvoluzione 12: 7: 37: 8: 18: 18; e nel fondo del solco 25: 15: 30: 12: 10: 8. Questi dati ci mostrano che il I e II strato aumentano in modo notevole procedendo verso il fondo del solco, che il III e IV strato restano pressoché invariati e che il V e VI strato si assottigliano in modo considerevole.

Le fibre di proiezione efferenti che si portano dalla corteccia ai centri sottocorticali partono in prevalenza dal V e VI strato, mentre il III e IV strato sono preposti alla ricezione degli stimoli e ai processi associativi intercorticali.

2.5

Funzione dei diversi strati

Il differente comportamento degli strati nei vari tratti di circonvoluzione ci rivela una *divisione del lavoro organogeno* confermando che alla convessità delle varie circonvoluzioni (in cui sono più sviluppati gli strati V e VI) sono principalmente collegate le *funzioni efferenti*, mentre alle facce laterali delle circonvoluzioni e ai solchi fanno riferimento le *funzioni recettive e associative*.

2.6

Variazioni nella costituzione cellulare nelle varie epoche della vita

Poiché lo sviluppo prevalente degli strati V e VI (a funzione efferente) inizia nell'embrione, essi devono avere una grande importanza genetica per l'origine delle circonvoluzioni (Economo, 1926).

Anche l'orientamento delle cellule disposte sulla convessità, in genere con l'asse maggiore perpendicolare alla superficie, si modifica nei due strati più profondi, sulla faccia laterale della circonvoluzione, e ancor più nel fondo dei solchi. Questo cambiamento di direzione dell'asse cellulare è assai evidente nel VI strato, ove le cellule nella parete del solco sono già disposte obliquamente ad essa, mentre nel fondo lo sono in senso orizzontale.

Le cellule di tutti i vari strati sono assai meno ravvicinate sulla convessità che non sulla parete del solco; tuttavia, quasi a compensare questa condizione, si osserva che le cellule della convessità sono assai più voluminose e ben formate. Lungo il bordo (o labbra) delle circonvoluzioni, cioè nel punto di passaggio fra convessità e faccia laterale, le cellule sono disposte in genere a più file sovrapposte dando l'aspetto di una delicata striatura radiale.

Dopo questa breve descrizione dell'isocorteccia faremo ora alcune considerazioni sull'allocorteccia. L'estensione di questo tipo di corteccia è mostrata nella Figura 1.5 (vedi Capitolo 1), nella quale si può osservare come nell'uomo essa occupi prevalentemente una zona che, a mo' di anello (orlo corticale del corpus callosum), circonda il corpus callosum (con il cosiddetto *gyrus intralimbicus*, l'*induseum* e il *gyrus fasciolaris*); occupa inoltre tutta la faccia dorsale del *gyrus hippocampi* e il *gyrus dentatus*, tutto il rigonfiamento del *gyrus hippocampi*, il cosiddetto *uncus*, e infine, alla base del cervello, le formazioni viciniori, precisamente il *gyrus olfactorius lateralis*, la *substantia perforata* con il *tuberculum olfactorium* (che non appartiene già più alla vera corteccia), il *trigonum olfactorium*, il *gyrus olfactorius medialis* e il *gyrus subcallosus*.

Anche l'allocorteccia presenta su questi differenti territori notevoli variazioni architettoniche e può quindi essere suddivisa in numerose aree (campi). La corteccia in corrispondenza dell'orlo corticale si assottiglia progressivamente e in modo rilevante, e in questa sua riduzione di spessore cambia di continuo di struttura in modo che il dividerla in aree riesce qui più difficile che altrove (vedi Cap. 4, Figg. 4.2 e 4.4). Nel resto dell'allocorteccia le varie aree hanno in genere limiti assai più evidenti che non nell'isocorteccia, anzi spesso veramente lineari (vedi Cap. 10, Figg. 10.2-10.5).

Già la primitiva architettura dell'allocorteccia è molto diversa da quella dell'isocorteccia esastratificata. Questa differenza (come dimostreremo) si osserva già nel terzo mese di vita embrionale sulla cosiddetta *piastra corticale di His* (*Rindenplatte* degli Autori tedeschi). In tutta la parete della vescicola cerebrale, che in quest'epoca aumenta molto in spessore, e sotto al *velo reticolare marginale*, che ne forma lo strato più esterno, si osserva un ulteriore largo strato di cellule, denso e ricco di nuclei, nettamente delimitato verso l'esterno e l'interno, e che porta il nome di *piastra corticale*. Questa *piastra* è dovuta a una migrazione di *neuroblasti* provenienti dalla cosiddetta *matrice* che forma il rivestimento interno della vescicola cerebrale. In questa loro migrazione i *neuroblasti* attraversano lo *strato intermedio* povero di elementi e che ulteriormente verrà a formare la sostanza cerebrale bianca.

Dalla piastra corticale si sviluppano gli strati cellulari della corteccia cerebrale e dal velo marginale il suo primo strato, povero di cellule.

In corrispondenza della maggior parte della superficie del cervello su cui si sviluppa la corteccia normale – o *isocorteccia* – già durante il terzo mese di vita embrionale si osserva questa disposizione, ovvero: una piastra corticale ben sviluppata che appare

chiaramente separata dalla matrice per mezzo dello *strato intermedio*, quasi privo di cellule.

Nei territori rivestiti dall'*allocorteccia* rinencefalica non si osserva invece questa disposizione: manca una vera *piastra corticale* ben distinta dal tessuto ambiente, e per contro si può osservare che i lassi ammassi superficiali dei neuroblasti, posti sotto al velo marginale, mantengono per mezzo di cordoni cellulari dei rapporti di continuità con la matrice e con i grossi gangli che da essa provengono.

Altre volte si assiste alla formazione di una gracile piastra corticale, ma in questo caso continuano a permanere nello *strato intermedio* degli ammassi di neuroblasti, che restano assai a lungo in rapporto con la matrice per unirsi solo più tardi e in modo incompleto alla corteccia.

Una terza e ultima modalità di formazione dell'*allocorteccia* si osserva quando la parete della stessa vescicola emisferica conserva un aspetto membranoso, mentre i neuroblasti si dispongono a formare una sottile fila al disopra della matrice.

Da questi tre tipi di mancanza o dalla struttura incompleta della piastra corticale nel terzo mese di vita embrionale si sviluppa l'*allocorteccia* del rinencefalo che presenta, oltre allo *strato mollecolare* derivato dal velo marginale, o nessuna stratificazione o solo degli strati incompleti o disposti in modo non tipico: così, come per esempio nell'*uncus*, può sembrare che manchino uno o più strati, mentre in corrispondenza dell'orlo corticale appaiono conservati solo il I, il V o il VI *strato* e a volte solo il I e il VI.

Il voler omologare gli strati dell'*allocorteccia* a quelli dell'*isocorteccia* è un'impresa assolutamente vana poiché questi due tipi di corteccia si differenziano già per la loro struttura embrionale. Se malgrado queste considerazioni gli strati dell'*allocorteccia* vengono numerati, analogamente a quelli dell'*isocorteccia*, con dei numeri romani, ciò è fatto solo per ragioni pratiche e cioè per rendere evidente la loro sovrapposizione relativa e anche per indicare quali sono i rapporti che contraggono, ai limiti dei territori da essa rivestiti, con gli strati dell'*isocorteccia* con essa confinanti.

Anche nell'*allocorteccia*, infine, osserviamo che in alcune zone la maggior parte o la totalità delle cellule ha assunto l'aspetto di granuli (come, per esempio, nella *coniocorteccia* della parete dorsale del *gyrus hippocampi*) oppure quello di cellule piramidali (come per esempio sul corno d'*Ammone*) in modo che anche in questo tipo di corteccia si può parlare rispettivamente, almeno in alcune sue aree, di un processo di "granulizzazione" o di "piramidalizzazione".

I limiti fra iso- e *allocorteccia* sono in genere lineari, quantunque la prima in queste zone presenti in genere struttura eterotipica che rende più difficile tracciare i limiti fra i due tipi corticali.

Noi definiamo *sfumati* i limiti tra due aree della corteccia quando in esse si osserva un passaggio graduale dall'architettura di un campo a quella del campo confinante, e ciò in una zona ampia almeno quanto una mezza o intera circonvoluzione. Indichiamo invece come *netto* questo limite quando il passaggio di cui sopra avviene nello spazio di pochi millimetri, come si osserva fra la corteccia del piede della III frontale e la *pars triangularis* e in genere tra le regioni a *isocorteccia* omo- ed eterotipica. Un limite viene infine chiamato *lineare* quando il passaggio fra i vari tipi di corteccia è brusco, come si osserva al confine fra l'*isocorteccia* esastratificata e quella in otto strati della *calcarina* e fra iso- ed *allocorteccia*.

Prima di passare alla descrizione particolareggiata dell'architettura delle differenti aree dei vari territori corticali ci sembra opportuno riportare alcuni dati numerici relativi alla corteccia, utili per l'orientamento del lettore: lo spessore della corteccia oscilla, come già detto, fra un massimo di 4,5 mm e un minimo di 1,2-1,4 mm; lo spessore medio che useremo come base per un gran numero dei nostri calcoli è di circa 2,5 mm. Tenendo presente quest'ultima cifra, i vari strati dovrebbero avere i seguenti spessori (mm):

I	II	III	IV	V	VIa	VIb
0,20	0,15	0,75	0,20	0,40	0,50	0,30

La superficie complessiva della corteccia umana raggiunge circa i 220 000 mm² (Wagner 1864; Henneberg, 1910): di essa, due terzi, cioè circa 145 000 mm², sono rappresentati dalle facce laterali delle circonvoluzioni, mentre la superficie libera degli emisferi rappresenta solo un terzo della superficie corticale totale, cioè circa 75 000 mm².

Secondo gli studi del Danilewsky (1880), il peso specifico della sostanza grigia è pari a 1,038 g e quello della sostanza bianca a 1,043 g. Da questi dati, basandoci su uno spessore medio di 2,5 mm, possiamo calcolare il volume della corteccia cerebrale, che risulta essere di circa 560 cm³, e il suo peso, che è di 581 g, mentre le stesse misure per la sostanza bianca degli emisferi sono rispettivamente 445 cm³ e 464 g.

Il numero delle cellule nei vari strati calcolato dall'autore è pari a 5 cellule nel I strato per (0,1 mm)³, 65 nel II, 20 nel III, 80 nel IV, 17 nel V, 20 nel VIa e 10 nel VIb, e quindi per un parallelepipedo di corteccia di 2,5 mm di altezza e di 1 mm² di base ammonterebbe a 63 000 cellule. La somma delle cellule, considerando tutta la corteccia di un cervello normale di 220 000 mm² di superficie, sarebbe quindi di 14 miliardi, di cui 8 miliardi rappresentati dalle cellule medie e grandi degli strati III, V e VI e circa 6 miliardi dalle piccole cellule di tutti gli strati. Il volume di tutte le cellule (cioè lo spazio occupato dai loro corpi) non supera sicuramente i 20,4 cm³ e anche il loro *peso complessivo* non supera i 21 g. Questi valori sono stati ottenuti calcolando il volume di una cellula piramidale media di forma conica alta 25 µm e con un diametro alla base di 20 µm, e moltiplicandolo per il peso specifico (1,038) e quindi per il numero delle cellule di questo tipo (8 miliardi). Lo stesso metodo si è seguito per le cellule piccole. La descrizione esatta dei metodi seguiti per ottenere questi *dati* relativi alla corteccia è riportata in Economo e Koskinas (1925).

Da queste cifre risulta che il rapporto fra la *massa* della sostanza corticale grigia e il volume *cellulare complessivo* – il cosiddetto *coefficiente griseocellulare G/C* – è nell'uomo pari a circa (560-20,4):20,4, cioè circa 27:1. Quanto più bassa è la specie di un animale, tanto più diminuisce il valore della sostanza grigia rispetto a quello delle cellule in essa contenute (Nissl, 1898; Kaes, 1907). Il coefficiente griseocellulare rappresenta quindi un criterio approssimativo per giudicare il grado evolutivo raggiunto da un dato cervello (Economo, 1926).

2.7

Modificazioni cellulari fisiologiche e patologiche

Il cervello nel suo sviluppo, dall'infanzia alla senilità, subisce delle modificazioni strutturali non indifferenti, che però non sono ancora state sufficientemente studiate. Noi qui ci limiteremo a trattare dell'architettura corticale dell'adulto nel quarto decennio di vita. Però sappiamo che gli strati dei granuli, che mancano nell'adulto in corrispondenza del gyrus precentralis e nel tratto posteriore della prima e seconda circonvoluzione frontale, nel bambino si portano invece assai più indietro, fino al gyrus precentralis, che nel feto poi occupano interamente. Il II strato è quello che più si riduce con l'avanzare dell'età. Esistono molti altri esempi di variazioni del comportamento degli strati, quali quelli in rapporto all'età, alla razza e alle *caratteristiche dell'individuo*. Si osservano inoltre anche molte differenze fra punti simmetrici degli emisferi, e tutte nel futuro dovranno essere oggetto di ricerca e studio. È inoltre noto che particolari malattie colpiscono di preferenza determinati strati o gruppi di cellule: per esempio, nella sclerosi laterale amiotrofica sono colpite le grosse cellule piramidali del III e V strato (Van Bogaert, 1925; Dotto e Pusateri, 1897; Franceschi, 1902; Rossi e Roussy, 1906, 1907), mentre nella corea di Huntington sembra esserci un aumento del numero delle cellule, specie di quelle del IV strato o della sua glia; altre malattie, come l'idiozia, si riconoscono per una carenza di cellule interessanti tutti gli strati. La patologia corticale citoarchitettonica si trova oggi tuttavia ancora al suo esordio.

2.8

Metodo delle ricerche

I migliori *metodi* per studiare la citoarchitettonica cerebrale sono la colorazione del protoplasma secondo Nissl e relative varianti (cioè la colorazione con blu di toluidina e quelle con cresil-violetto). Per ottenere dei buoni quadri della stratificazione corticale bisogna curare che le sezioni siano assolutamente perpendicolari alla superficie della corteccia e all'asse della circonvoluzione, e ciò perché tutti gli strati abbiano uno spessore minimo nel taglio. Solo quando siano state rispettate queste regole si possono confrontare le sezioni cerebrali fra di loro. È anche evidente che non è possibile eseguire queste ricerche usando i soliti tagli a serie, perpendicolari all'asse cerebrale, e bisogna quindi, come abbiamo fatto noi, sezionare ciascuna circonvoluzione in dischetti perpendicolari al suo asse e ridurre tutto il cervello a una serie di dischetti (*metodo dei dischi seriali*).

2.8.1

I sette lobi cerebrali

Per rendere più facile lo studio architettonico del cervello bisogna dividerlo in sette lobi, i cui limiti citoarchitettonici tuttavia non corrispondono esattamente ai limiti indicati dall'anatomia macroscopica per queste ragioni:

- 1) i *lobi frontali* (F) vanno dal fondo del solco di Rolando fino al polo frontale e da qui si estendono sulla base fino alla *substantia perforata* e sulla faccia interemisferica fino al *gyrus limbicus*;
- 2) i *lobi parietali* (P) caudalmente al solco di Rolando si estendono sulla faccia interemisferica fino al *gyrus limbicus* in basso e indietro fino al *sulcus parietoccipitalis*, e sulla convessità raggiungono il *sulcus interoccipitalis*. Ai lobi parietali appartiene, da un punto di vista citoarchitettonico, anche la *regione intermedia temporooccipitale*, sulla convessità come sulla base fino al *sulcus collateralis*, e per questo motivo viene compresa nella descrizione di questo lobo;
- 3) l'*insula* (I), che giace a mo' di ventaglio fra lobo parietale, frontale e temporale, ha il suo confine citoarchitettonico verso questi lobi nel suo margo posterior, superior e anterior;
- 4) i *lobi occipitali* (O) seguono, procedendo caudalmente, i lobi parietali e sono da essi divisi citoarchitettonicamente dai solchi parietooccipitali e dal cosiddetto *sulcus interoccipitalis*;
- 5) il *lobo temporale* (T), che dal fondo della *fissura Sylvii* si estende fino alla *fissura collateralis*, non raggiunge architettonicamente l'*incisura praeoccipitalis*, terminando rostralmente a essa, fra essa e l'estremità posteriore della *fissura Sylvii*;
- 6) il *lobo limbico* (L) comprende il tratto superiore semicircolare del *gyrus fasciolaris* che sulla faccia interemisferica del cervello gira attorno al *corpus callosum*;
- 7) il *lobo dell'ippocampo* (H) forma il tratto inferiore del *gyrus fasciolaris* in cui è unito alla *fimbria*.

2.8.2

Suddivisione della superficie cerebrale nei vari campi citoarchitettonici (aree)

I vari lobi si suddividono a loro volta in numerose aree (vedi Fig. 1.1) architettonicamente differenti che noi indicheremo, oltre che con il loro nome latino, anche con una sigla composta di due lettere maiuscole, di cui la prima indica il lobo cerebrale cui appartengono (per esempio: F per tutte le aree comprese nei lobi frontali) e la seconda, in corsivo (*A, B, C* ecc.), è caratteristica dell'area indicata e richiama la successione topografica anatomica (*FA, FB, FC* ecc.). Ulteriori variazioni macro- o microcellulari nell'ambito delle varie aree saranno indicate con l'aggiunta di una terza lettera minuscola o dell'alfabeto greco o di una cifra (per esempio, *FDm* = area *frontalis granularis pars magnocellularis*). Le zone di passaggio fra due aree vengono indicate facendo seguire la lettera indicante il lobo di appartenenza da due lettere maiuscole in corsivo (per esempio, *FCD*). Di ogni area mostreremo la fotografia di una sezione caratteristica, ingrandita in genere 44 volte. Le figure d'insieme, riguardanti intere sezioni di circonvoluzioni, sono state eseguite con 10-12 diametri d'ingrandimento, e ciò sarà indicato volta per volta nelle varie figure. Tutte le sezioni rappresentate avevano uno spessore di 25 μm .

Nella Tabella 2.1 sono indicati gli spessori delle convessità delle varie circonvoluzioni nelle aree più importanti e potrà essere utile al lettore confrontarla con la Figura 1.6.

Tabella 2.1 Spessori (mm) della corteccia sulla convessità delle circonvoluzioni delle aree più importanti

Area	Spessore	Area	Spessore	Area	Spessore
FA	4,5 – 3,5	FDL	2,8 – 2,6	TA	3,0 – 2,8
FB	4,0 – 3,2	FDp	2,5 – 2,4	TB	3,0 – 2,9
FC	3,4 – 2,6	PA ₁	2,2 – 2,0	TC	2,9 – 2,7
FD	3,0 – 2,4	PA ₂	2,8 – 2,5	TD	2,8 – 2,7
FE	2,6 – 2,3	PB ₁ PB ₂	2,2 – 1,9	TE	3,6 – 3,2
FF	3,2 – 2,7	PC	3,3 – 3,0	TF	3,1 – 2,9
FG	2,4 – 2,0	PD	2,4 – 2,2	TG	3,8 – 3,2
FH	2,8 – 2,5	PE	3,0 – 2,8	LA	2,9 – 2,6
FI	3,5 – 3,1	PF	3,6 – 3,1	LC	3,0 – 2,7
FK	2,5 – 0,5	PG	3,4 – 3,0	LD	2,4 – 2,2
FL	2,5 – 1,8	PH	3,0 – 2,5	LE	2,3 – 2,0-0,4
FM	1,8 – 0,4	IA	3,1 – 2,9	HA	3,0 – 2,8
FN	1,0 – 0,3	IB	3,0 – 2,8	HB	2,9 – 2,6
FBC _m	3,2 – 3,0	OA	2,6 – 2,3	HC	2,7 – 2,4
FDΓ	2,6 – 2,4	OB	2,2 – 1,8	HD	2,4 – 2,2
FDA	2,9 – 2,7	OC	2,3 – 1,8	HE	3,0 – 1,2

3.1

Caratteristiche generali della citoarchitettura dei lobi frontali

I lobi frontali sono in massima parte rivestiti da una corteccia spessa e ben sviluppata, poco ricca di cellule e caratterizzata dalla presenza di belle cellule ben formate e regolarmente disposte negli strati III e V. Anche il VI strato è assai ben sviluppato e contiene belle cellule fusiformi, relativamente grosse e con l'asse disposto radicalmente nella direzione dei fasci di fibre midollari che dalla sostanza bianca penetrano in questo strato. Il II e IV strato in genere sono meno ben sviluppati, e le loro cellule, che qua e là possono mancare del tutto, sono piccole e triangolari.

Iniziamo la descrizione delle aree dei lobi frontali partendo dal solco di Rolando e procedendo successivamente fino al polo frontale.

È opportuno tener presente il quadro dell'isocorteccia omotipica esastratificata (vedi Fig. 1.2) e i disegni schematici (vedi Fig. 1.1) rappresentanti la disposizione topografica delle varie aree.

3.2

FA – Area praecentralis

Per cominciare subito con una eccezione, la prima area che descriveremo, cioè l'area precentrale che comprende tutta la circonvoluzione precentrale (*C.a.*) (vedi Fig. 3c dell'Introduzione), è *eterotipica*, essendo costituita da corteccia agranulare (vedi Figg. 1.7 e 2.2).

Nella Figura 3.1 già a prima vista si nota la *manca*za degli strati II e IV che, caratterizzati dalla presenza di numerosi granuli (vedi Fig. 1.2), sono assai evidenti e facilmente riconoscibili nella corteccia normale. Nella sezione riprodotta nella Figura 3.1 si riconoscono facilmente gli strati corrispondenti a quelli granulari ($III_{(II)}$, $III_{(IV)}$, $V_{(IV)}$), che però qui contengono solo scarse cellule granulari e sono invece ricchi di elementi piuttosto voluminosi.

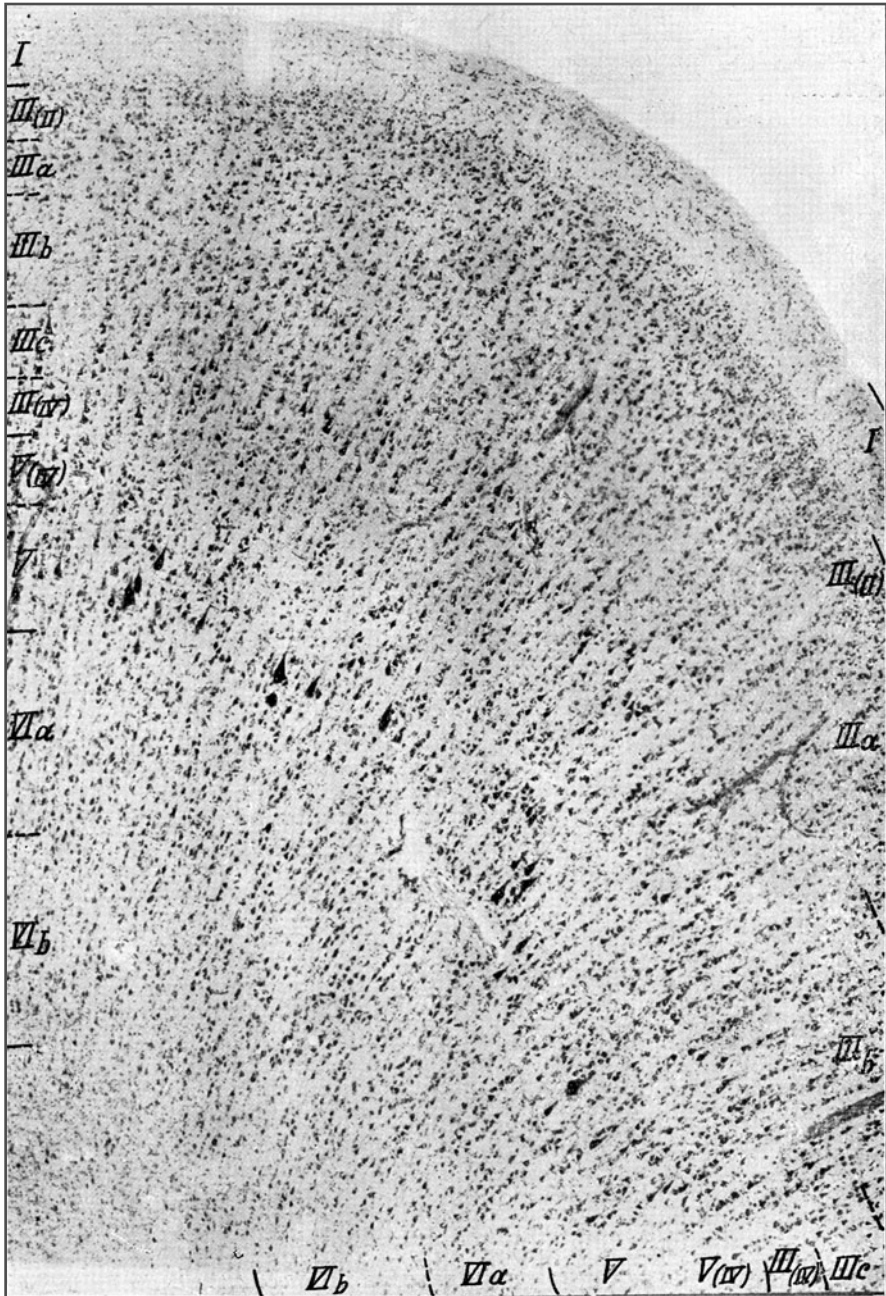


Fig. 3.1 FA γ , area praecentralis gigantopyramidalis. Angolo caudale della convessità della circonvoluzione frontale ascendente, porzione dorsale (44 ingrandimenti)

Questi strati hanno quindi perso il loro caratteristico aspetto normale essendo costituiti non già da granuli, come avviene normalmente, bensì da cellule piramidali piccole e medie.

In questa regione l'intera corteccia dal I al IV strato non è costituita che da un unico piano di cellule piramidali che invade tutto lo spazio occupato normalmente da quattro strati (da II a V). In questa zona profonda (di 2,5-3 mm di spessore) le cellule piramidali sono disposte un poco irregolarmente. Nel territorio della FA la corteccia presenta uno spessore rilevante che raggiunge il suo massimo al margine libero del mantello (4,5 mm) e il suo minimo sul tratto percolare della C.a. (3,5-3,2 mm). In questo territorio tutti gli strati corticali prendono parte a questo aumento di spessore, però non tutti in modo uniforme (si osservino le Figg. 3.1 e 3.2 nelle quali a lato sono contrassegnati i vari strati).

Il I strato ha uno spessore di circa 0,18 mm ed è piuttosto povero di cellule, contenendo solo 6-8 piccole cellule di $5/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il piano superiore è più ricco di cellule rispetto a quello profondo (ciò è molto ben visibile nella Figura 3.2 in Ia e Ib).

Il II strato manca, cioè si è trasformato nel piano più superficiale del III, che quindi dev'essere indicato come III_(II). Gli elementi cellulari hanno forma piramidale anziché granulare e una grandezza di $8/7 \mu\text{m}$. A esso segue il vero strato IIIa composto di piccole cellule piramidali di $12/10 \mu\text{m}$, in numero di 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Segue lo strato IIIb, con cellule piramidali medie (di $20/15 \mu\text{m}$) in numero di 25 per $(0,1 \text{ mm})^3$, poi lo strato IIIc formato da più file di cellule piramidali grosse di $30\text{-}40/20 \mu\text{m}$ in numero di 15 per $(0,1 \text{ mm})^3$ con inframezzate alcune voluminosissime cellule piramidali, alte da 50 a 60 μm e provviste di evidenti corpi tigroidi.

Al disotto dello strato IIIc si trova invece dello stato granulare interno (IV) un altro strato di cellule piramidali, il cosiddetto strato III_(IV) costituito da cellule piramidali medie della grandezza di $20/10 \mu\text{m}$ in numero di 12-10 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Queste cellule piramidali sostituiscono i granuli che normalmente formano il IV strato e che qui invece sono "piramidalizzati", mancando così un vero IV strato nell'area FA. Il terzo strato, che quindi è composto da ben cinque strati secondari – III_(III), IIIa, b, c, e III_(IV) – raggiunge uno spessore di circa 1,5 mm e le sue cellule non sono in genere ordinate troppo regolarmente.

Subito al disotto di questo strato si trova il V, largo da 0,8 a 0,9 mm: il suo primo piano è costituito da cellule piramidali piuttosto piccole, che noi indichiamo quindi come strato V_(IV); segue un piano di cellule piramidali medie e grandi disposte alquanto irregolarmente, di $20\text{-}30/20 \mu\text{m}$, in numero di circa 16 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Nel piano più profondo, in mezzo a queste cellule e specialmente nelle parti caudali dell'area FA, sparse isolatamente o a piccoli gruppi di 3-4 elementi, si vedono qua e là delle *cellule giganti di Betz* (assai visibili nelle Figg. 3.1 e 3.2 relative a sezioni di questa regione). Queste cellule sono più voluminose e numerose nel tratto anteriore del lobo *paracentrale* e nei tratti della circonvoluzione precentrale più vicini al bordo mediale del pallium; procedendo centralmente diminuiscono di numero, mentre scompaiono dalla convessità della circonvoluzione già a livello del sulcus frontalis medius per ritrovarsi al livello del sulcus frontalis superior solo nella faccia posteriore della circonvoluzione precentrale, affossata nel solco di Rolando. Il resto della corteccia FA, priva però di cellule giganti, si estende ancora a tratti della circonvoluzione precentrale.

Le *cellule giganti* non sono dunque distribuite in tutto il territorio corticale FA, ma soprattutto nel suo tratto caudale e dorsale, che quindi può essere indicato come *pars gigantopyramidalis* FA γ dell'area precentrale FA. Le cellule giganti raggiungono il limite dell'area FA solo in corrispondenza del bordo superiore del pallium, e nel lobulo paracentrale, ove la loro distribuzione corrisponde al confine della FA γ e FA (vedi Fig. 1.1). Procedendo ventralmente, il limite di quest'area FA diviene sempre più libero di gigantocellule. Le cellule giganti sono più frequenti negli strati profondi del V strato. Sono elementi (vedi Fig. 1.4) piramidali o a forma conica, enormi e tozzi, di dimensioni oscillanti fra $60\text{-}120/30\text{-}60 \mu\text{m}$ e provvisti di numerosi prolungamenti riziformi. Circa al centro della cellula si trova il nucleo, voluminoso, pallido,

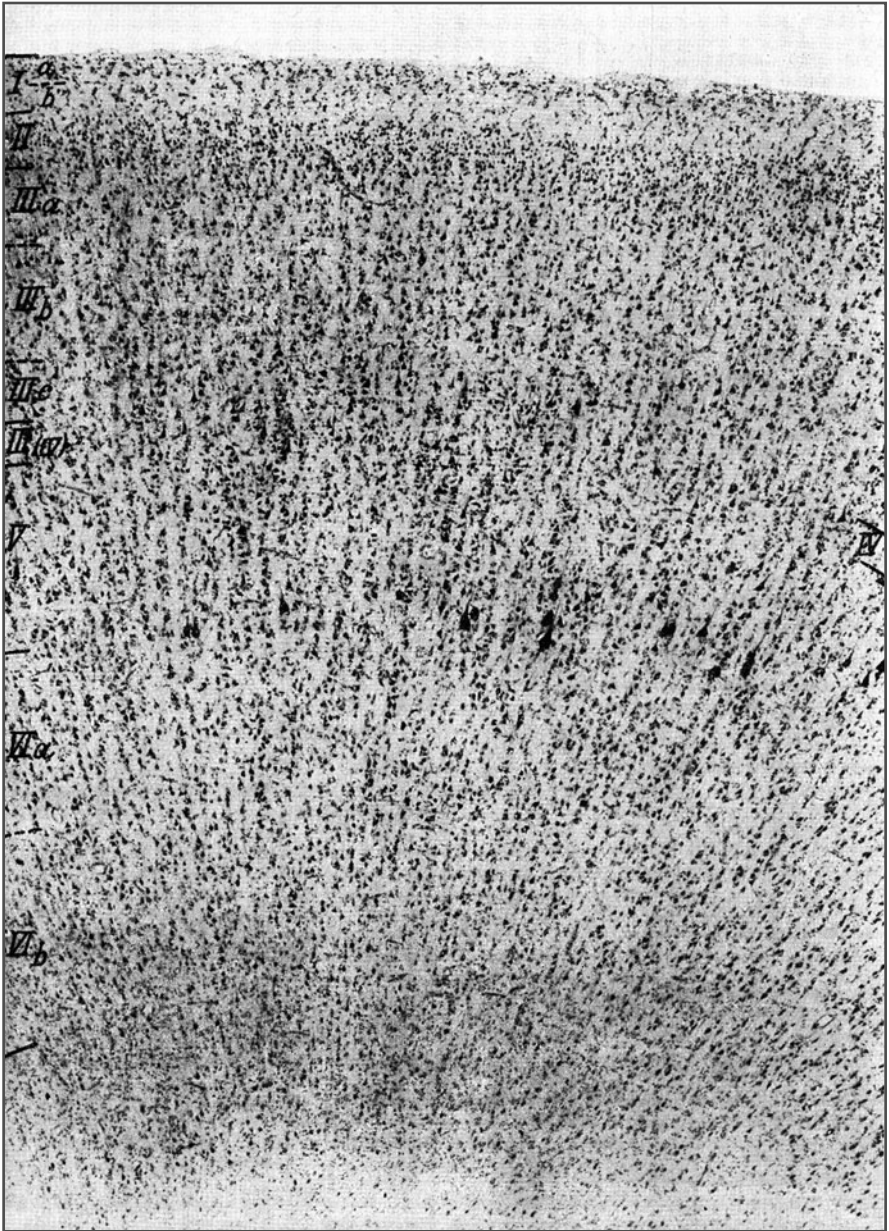


Fig. 3.2 FA γ , area praecentralis gigantopyramidalis. Convessità del lobulo paracentrale (44 ingrandimenti)

bolloso, provvisto di un nucleolo grosso, intensamente colorato, lucente. Il loro protoplasma presenta un gran numero di corpi tigroidi e nella parte basale della cellula si vede spesso un vacuolo contenente sostanze lipoidi e pigmento (vedi Fig. 1.4). Ogni cellula di Betz è accompagnata da circa mezza dozzina di piccole cellule satelliti. Il V strato nella FA non può essere suddiviso in piani secondari.

Il VI strato ha 1-1,5 mm di spessore ed è divisibile in più piani secondari, di cui quello più superficiale VIa contiene circa 25 cellule fusate per $(0,1 \text{ mm})^3$, e il secondo VIb 15 cellule: le prime hanno un volume di $30/15 \mu\text{m}$ e le seconde di $15/10 \mu\text{m}$; presentano in genere una disposizione un po' più regolare rispetto alle cellule piramidali del III e V strato. I limiti verso la sostanza bianca sono poco netti, passando la sostanza grigia a poco a poco in quella midollare.

La corteccia di tipo FA (compresa quella di tipo FA γ) si estende dal fondo del solco di Rolando, ove si trova il suo limite posteriore, alla maggior parte della circonvoluzione precentrale (vedi Fig. 1.1); nei tratti prossimi al margine libero del pallium essa dilaga oltre questo bordo fin nel fondo del sulcus praecentralis e fin sul piede della prima frontale. Ventralmente i suoi limiti si ritraggono in senso caudale in modo che, a livello del sulcus frontalis inferior, questi passano dietro al bordo anteriore e a livello del sulcus frontalis medius già sul punto medio della convessità della circonvoluzione precentrale per terminare alla fine all'estremo del solco di Rolando, nel fondo di questo.

Sulla faccia interemisferica quest'area si estende al tratto anteriore del *lobulo paracentrale*, raggiungendo in basso il *sulcus callosomarginalis*, in avanti quello *precentrale* e indietro la *fossa paracentrale* (vedi Fig. 1.1b). Sulla faccia interemisferica e nel territorio della prima circonvoluzione frontale sulla convessità del cervello, i limiti dell'FA γ , cioè del tratto di corteccia dell'area FA contenente le cellule giganti, corrispondono esattamente ai limiti indicati; da questo punto in poi i limiti dell'FA γ si ritirano più prontamente che non quelli dell'FA, in modo che già a livello della seconda circonvoluzione frontale i limiti della prima corrono lungo il bordo posteriore della circonvoluzione precentrale, mentre a livello della terza circonvoluzione frontale raggiungono solo il fondo della sua parete posteriore. Le cellule giganti occupano dunque a livello della terza circonvoluzione frontale solo i tratti profondi, nascosti nel fondo del solco di Rolando della faccia posteriore della circonvoluzione precentrale.

La corteccia di tipo FA presenta delle modificazioni di spessore nelle varie sezioni della circonvoluzione precentrale, similmente a quanto avviene del resto in tutti gli altri territori corticali; tuttavia sulle facce laterali della circonvoluzione precentrale non si assottiglia in modo altrettanto accentuato come invece si osserva nella corteccia di altre circonvoluzioni.

Nel lobulo paracentrale (Fig. 3.2) e nella parete della rolandica osserviamo anche nell'FA γ uno *strato granulare interno* nonché un accenno a uno *strato granulare esterno*. Inoltre nel lobulo paracentrale le cellule di Betz sono più numerose e più ravvicinate tanto da formare quasi un *piano cellulare*. Esse sono anche situate più profondamente, cioè sono più prossime alla sostanza bianca che non nella circonvoluzione centrale.

Funzione L'area praecentralis corrisponde a una zona facilmente eccitabile con gli stimoli elettromotori, e noi dobbiamo riconoscere in essa il prototipo della *corteccia motoria* (per esempio, nel cane la troviamo nel *sulcus cruciatus*). Essa dà origine alla maggior parte della *via piramidale* e ad altre vie centrifughe.

Nelle cellule di Betz si è voluto persino riconoscere l'origine delle vie piramidali, poiché nella sclerosi laterale amiotrofica degenerano e mostrano processi regressivi anche nelle emiplegie. Noi pensiamo però che oltre alle cellule di Betz anche altre grosse cellule piramidali dell'*FA* diano origine a vie piramidali.

3.3

FB – Area frontalis agranularis

Immediatamente davanti all'area *FA*, qui sopra descritta, si trova l'area *FB* (vedi Fig. 1.1a) che presenta un'architettura cellulare assai simile a quella dell'area vicina, dalla quale si differenzia solo per l'assenza completa di cellule giganti di Betz e per una precisa disposizione radiata delle sue cellule.

Quest'area è dunque anch'essa agranulare e di tipo eterotipico (tipo architettonico corticale 1) ed è costituita, tranne che nel VI strato, da belle cellule piramidali disposte radialmente assai più ordinatamente che non nell'*FA* (Fig. 3.3).

La corteccia di quest'area raggiunge lo spessore massimo di 4 mm in corrispondenza del margine libero del pallium, per poi assottigliarsi ventralmente fino a 3,2 mm nell'opercolo. È anch'essa mancante tanto del II quanto del IV strato dei granuli.

Il I strato ha uno spessore di 0,2 mm e contiene solo scarse cellule nervose – circa 7 per $(0,1 \text{ mm})^3$ – assai piccole ($4/8 \mu\text{m}$).

Segue immediatamente il III strato, di spessore superiore a 1,5 mm, il cui sottostrato III_(II), più superficiale, contiene le cellule dello strato II scomparso, trasformate in cellule piramidali, piuttosto stipate. Queste cellule hanno una grandezza di $7/8 \mu\text{m}$ e se ne contano fino a 65 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Seguono lo strato IIIa composto di piccole cellule piramidali, di $17/12 \mu\text{m}$ di grandezza e in numero di 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$, lo strato IIIb di cellule piramidali medie, di $30/15 \mu\text{m}$ e in numero di 25 per $(0,1 \text{ mm})^3$, e infine lo strato IIIc costituito da più file di belle, grandi e snelle cellule piramidali di $35-65/20-30 \mu\text{m}$ in numero di circa 18 per $(0,1 \text{ mm})^3$. In quest'area lo strato IIIc è quindi assai più caratteristico che non nell'area *FA*.

Più profondamente si incontra un altro strato di cellule piramidali medie e grandi che rappresentano gli elementi modificati dell'antico strato granulare interno. Se ne contano circa 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Questi elementi non formano però un vero strato indipendente – III_(IV) – poiché in genere alle cellule dello strato IIIc seguono immediatamente quelle dello strato V.

Lo strato V ha uno spessore di circa 0,5 mm; il suo limite verso lo strato III è sfumato e i suoi elementi sono simili per grandezza e numero a quelli di questo piano cellulare, ma meno regolarmente disposti. Fra essi non si osservano cellule giganti di Betz, raggiungendo le dimensioni di soli $30-40/20-25 \mu\text{m}$; se ne contano circa 25 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Questo strato anche in quest'area non è distinto in strati secondari.

Segue il VI strato di cellule fusate, alto 1,25-1,50 mm e contenente nel piano superiore VIa elementi fusiformi di $20/15 \mu\text{m}$ di grandezza in numero di 24 per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre in quello più profondo VIb le cellule sono più piccole ($15/10 \mu\text{m}$) e meno stipate, 15 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Anche in quest'area i limiti con la sostanza bianca sono sfumati.

Come la corteccia di tipo *FA*, anche questa di tipo *FB* si estende dalla faccia interemisferica, e cioè dal sulcus callosomarginalis passando sul bordo del pallium, su tutta la convessità dei lobi frontali fino alla regione opercolare; in senso frontocaudale però quest'area si restringe quanto più si estende a buon tratto della prima circonvoluzione frontale,



Fig.3.3 FB, *area frontalis agranularis*. Metà del terzo posteriore della prima circonvoluzione frontale sulla convessità (44 ingrandimenti)

mentre a livello della regione opercolare non comprende che la circonvoluzione precentrale (*C.a.*) (vedi Fig. 1.1a). L'area somiglia nella forma a un triangolo con base sulla faccia interemisferica e vertice a livello dell'opercolo rolandico. Il suo limite posteriore corrisponde a quello anteriore, già descritto sopra dell'*FA*, ed è piuttosto netto e riconoscibile al microscopio per il fatto che il III strato, più largo nell'*FB*, forma, in corrispondenza di questo confine tra le aree come un gradino, mentre le sue cellule assumono un ordine radiato più bello.

Il limite anteriore dell'*FB* sul margine mediano degli emisferi giace a circa 6 cm in avanti rispetto a quello posteriore e sulla convessità attraversa perpendicolarmente la prima circonvoluzione frontale (F_1); a livello della seconda circonvoluzione frontale (F_2) si ripiega caudalmente per un lungo tratto (vedi Fig. 1.1a) per attraversare questa circonvoluzione obliquamente dall'alto in basso e dall'avanti all'indietro, e per cadere a livello del sulcus frontalis medius nel ramo anteriore del sulcus praecentralis, ricoprendo l'area *FB* a livello della terza circonvoluzione frontale (F_3) solo il tratto anteriore dell'opercolo rolandico.

L'area *FB* è un esempio di come i campi citoarchitetonici non seguano le circonvoluzioni e i solchi, ma li attraversino anche perpendicolarmente. Abbiamo già accennato più sopra di come la corteccia di quest'area presenti delle variazioni regolari del proprio spessore; essa presenta inoltre anche delle variazioni regionali nelle dimensioni delle sue cellule, diminuendo per esempio la grandezza delle sue cellule piramidali quanto più si procede frontalmente, mentre invece sembrano aumentare di volume in corrispondenza della prima circonvoluzione frontale e più caudalmente vicino al bordo interemisferico.

Funzione La corteccia dell'area *FB* è anch'essa eccitabile con stimoli elettromotori, che però devono essere assai più forti di quelli necessari a ottenere dei movimenti eccitando l'area *FA*. Nell'area *FB* sembra che siano localizzate le *combinazioni motorie complesse*: fanno parte di questo territorio il centro della scrittura, quello della deambulazione eretta ecc. Trattasi dunque di una corteccia motoria, ma di ordine superiore.

3.4

FC – Area frontalis intermedia

Abbiamo visto come l'area *FB* abbia l'aspetto di un largo nastro triangolare che si estende in senso dorsoventrale sulla convessità dei lobi frontali. Studieremo ora l'area *FC* che si trova frontalmente a quest'area e che ha anch'essa, sulla convessità emisferica, una disposizione nastriforme pur essendo meno larga di *FB* (vedi Fig. 1.1a).

La sua corteccia è piuttosto spessa, ma anch'essa tende a diminuire di spessore, numero e grandezza delle cellule contenute quanto più si procede rostralmente.

Lo spessore diminuisce quindi dai 3,5 mm che ha lungo il suo limite caudale a 3,1 mm al suo limite frontale, e si riduce ventralmente a 2,9 mm. Le cellule piramidali sono ancora sempre voluminose, per quanto più piccole di quelle dell'area *FB* (Fig. 3.4). L'area si differenzia però dalla precedente per la comparsa di due strati granulari (interno ed esterno) che, per quanto sottili e sovente lacunari, sono più spessi quanto più si procede frontalmente e più verso la faccia laterale delle circonvoluzioni che non sulla

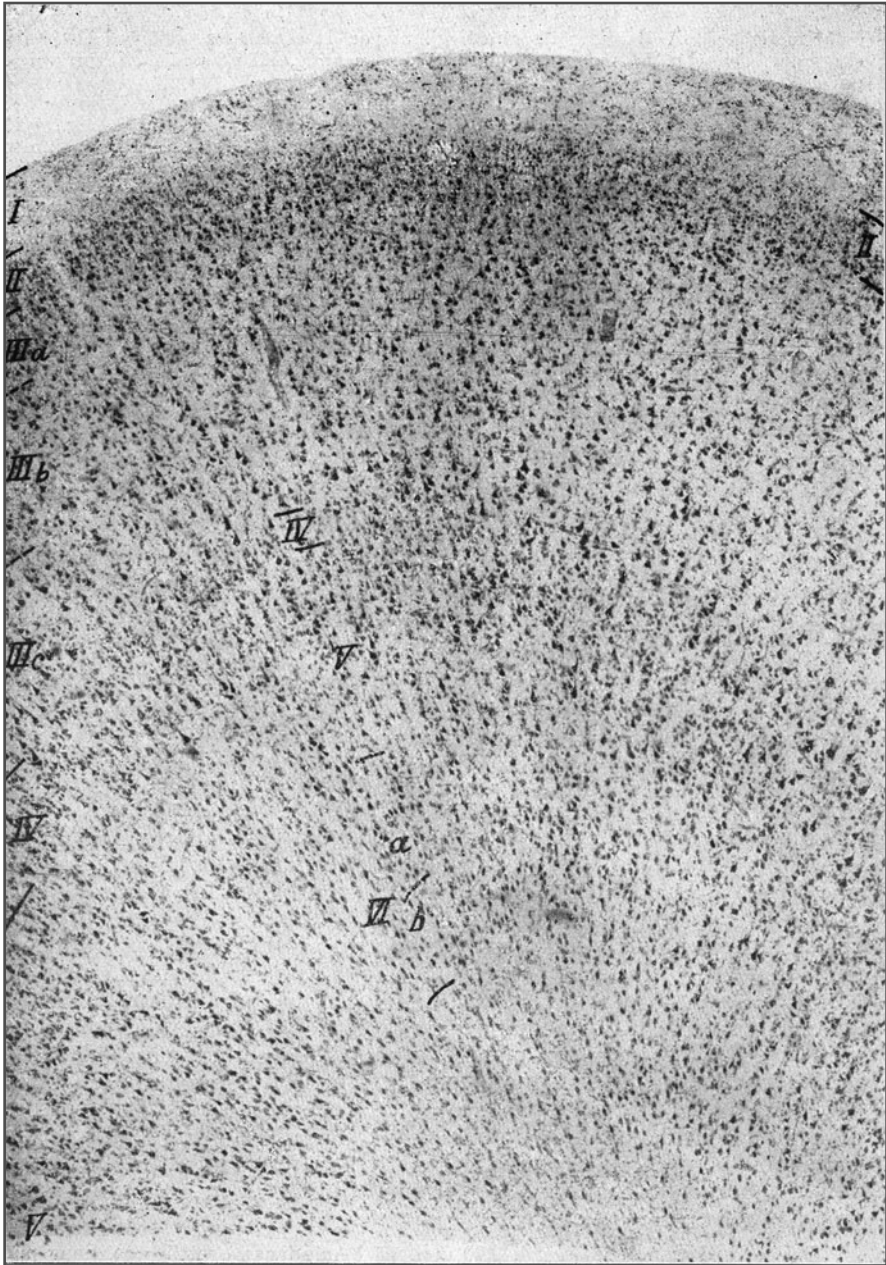


Fig.3.4 FC, *area frontalis intermedia*. Porzione anteriore del terzo posteriore della prima circonvoluzione frontale a livello della convessità del giro (44 ingrandimenti)

loro convessità. Gli elementi che la compongono non hanno però la forma tondeggiante dei veri granuli, bensì una forma triangolare, visibile chiaramente anche nella Figura 3.4 guardando l'immagine con una lente d'ingrandimento.

Il I strato ha uno spessore di circa 0,25 mm ed è quindi più alto che non nelle aree precedentemente descritte; è come sempre oligo- e microcellulare, contenendo in genere solo 5 elementi di $4/8 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato presenta un limite netto verso lo strato mollecolare e ha uno spessore di soli 0,15 mm. Il limite inferiore sottostante è leggermente sfumato ma pur sempre riconoscibile. Lo strato è caratterizzato da un maggior contenuto di cellule piramidali nane (di $7/5 \mu\text{m}$) in numero di circa 55 per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato si riduce a solo 1 mm di spessore e ciò è dovuto al fatto che in quest'area si sono differenziati di nuovo il II e il IV strato. Esso si suddivide in tre strati secondari (*a*, *b*, *c*) ben riconoscibili, dei quali il IIIb è quello che si distingue con maggior chiarezza. Le piccole cellule piramidali contenute in IIIa misurano circa $15\text{-}20/8\text{-}12 \mu\text{m}$ e raggiungono un numero di circa 24 per $(0,1 \text{ mm})^3$; le cellule piramidali medie dello strato IIIb misurano $30\text{-}40/10\text{-}20 \mu\text{m}$ e raggiungono il numero di circa 17 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Nello strato IIIc infine si hanno circa 28 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$: di questi circa una metà è rappresentata da grosse cellule piramidali di $30\text{-}40/10\text{-}20 \mu\text{m}$, mentre il resto è composto da piccole piramidi. Confrontando questi valori con quelli dell'area *FB* si vede chiaramente come il volume delle cellule piramidali diminuisca procedendo frontalmente.

Il IV strato ha uno spessore di soli 0,15 mm e presenta limiti poco netti verso il V presentando inoltre, specie verso la periferia dell'area, delle lacune; è oligocellulare, contenendo in media solo 45 cellule di $10\text{-}15 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, che non appartengono però ai granuli bensì – in genere – alle piccole cellule piramidali.

Il V strato ha uno spessore di 0,50 mm e in esso si possono distinguere due piani secondari. È abbastanza ricco di cellule nei suoi tratti superiori, che contengono fino a 30 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre invece nello strato profondo questo numero si riduce fino alla metà. Le cellule appartengono generalmente al tipo delle piramidi medie, che in rari esemplari raggiungono i $35/20 \mu\text{m}$. Nella Figura 3.4 non è stata indicata la suddivisione in questi due strati secondari – *Va* e *Vb* –, ma è facile riconoscere il primo per la stipatezza dei suoi elementi, che contrasta con la maggior chiarezza del secondo strato, a elementi più piccoli e più rari.

Il VI strato ha uno spessore di 1-1,5 mm. Nel suo piano secondario *Via* si contano circa 20 cellule fusate di $30/15 \mu\text{m}$ di grandezza per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre in *Vib* se ne osservano solo 12 di $14/10 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il suo limite verso la sostanza bianca non è così sfumato come nelle due aree precedenti.

La corteccia *FC* appartiene dunque già a quelle *omotipiche esastratificate granulari*. Essa ricopre sagittalmente per una larghezza di circa 2-3 cm la prima circonvoluzione frontale, in avanti dell'area *FB*. A livello della seconda circonvoluzione frontale si restringe considerevolmente (vedi Fig. 1.1a) portandosi il suo limite anteriore molto indietro. In ogni modo il suo limite anteriore corrisponde al punto in cui si osserva il passaggio dalla macrogira del lobo frontale posteriore alla microgira dei tratti anteriori di questi lobi.

Più avanti tratteremo della sua area secondaria *FBCm* che occupa il piede della terza circonvoluzione frontale.

Funzione Anche l'area *FC* fa parte della corteccia eccitabile con gli stimoli elettromotori, che però devono essere piuttosto rilevanti per essere efficaci.

A livello della seconda circonvoluzione frontale (F_2) si trova il centro dei *movimenti dello sguardo*, e a livello di F_3 , come vedremo oltre, il centro motorio della parola di Broca: sembra, quindi, che l'area *FC* sia un centro motorio di ordine eprassico superiore.

3.5

FD – Area frontalis granularis

Rostralmente all'area FC la corteccia assume un aspetto *chiaramente granulare*. Gli strati II e IV divengono assai visibili, si ispessiscono e imprisono alla corteccia di questa regione un aspetto nettamente stratificato (Fig. 3.5). La corteccia dell'area FD, ben riconoscibile per questa sua struttura orizzontale, fa seguito frontalmente all'area FC e si estende a tutta la convessità del terzo anteriore dei lobi frontali, dalla pars triangularis operculi fino al sulcus callosomarginalis sulla loro faccia interemisferica, risparmiando solo il polo frontale (vedi Fig. 1.1a). L'intera corteccia si assottiglia in tutti i suoi strati quanto più si procede rostralmente e, come già detto, si rimpiccioliscono anche i suoi elementi cellulari. Le cellule che più si riducono di volume sono quelle degli strati III e V, cioè le cellule piramidali.

Sul bordo palleale mediano e a livello della terza circonvoluzione frontale (F_3) questa riduzione di volume delle cellule piramidali avviene più lentamente, e pertanto in queste due regioni dell'area FD si osservano elementi relativamente abbastanza voluminosi. Lo spessore della corteccia di FD è in media di 2,8 mm, raggiungendo il suo massimo (3 mm) sulla convessità nei tratti più caudali dell'area e verso il bordo del pallium, e il suo minimo (2,4 mm) nei suoi tratti più frontali e ventrali.

Il I strato ha uno spessore di 0,20 mm ed è quindi assai sottile; contiene più cellule che non nell'area precedente avendone circa 8-10 di circa $5/9 \mu\text{m}$ di grandezza per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha uno spessore di 0,8 mm ed è ovunque ben visibile. Contiene circa 75 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ di cui parte sono piccoli granuli, parte piccolissime piramidi. Le prime hanno una grandezza di $5/5 \mu\text{m}$, le seconde di $12/5 \mu\text{m}$. Il limite inferiore verso lo strato III è leggermente sfumato.

Il III strato, alto solo 0,80 mm, è assai più sottile che non nelle altre aree già descritte. Inoltre è più microcellulare e gli manca un vero strato secondario magnocellulare (IIIc), risultando assenti negli strati profondi le grandi cellule piramidali, che qui sono solo isolate e rare e non in numero da formare un vero piano. Nel piano IIIa si contano circa 32 cellule di $18/9 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, e nel piano IIIb solo la metà di queste, grandi $25/15 \mu\text{m}$ e oltre. Le cellule piramidali raggiungono un massimo di $30/20 \mu\text{m}$ negli strati più profondi di IIIb, però solo in rarissimi esemplari. Le cellule piramidali in quest'area sono in genere meno snelle che non nei tratti più caudali dei lobi frontali (FC, FB, FA).

Il IV strato è assai notevole formando un unico piano di cellule ravvicinate, piccole, in numero di 85 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Si tratta in genere non di granuli rotondi ma di piccole cellule triangolari di $6-10/5-10 \mu\text{m}$. I limiti superiore e inferiore di questo strato sono abbastanza netti.

Il V strato si riconosce facilmente per la sua maggiore chiarezza, più evidente nei punti più profondi in cui si contano solo una dozzina di cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre i punti più superficiali ne contengono un numero due volte e mezza maggiore. Le cellule piramidali del piano più superficiale Va sono in genere più piccole e meno snelle misurando solo $25/18 \mu\text{m}$, mentre quelle del piano più profondo Vb sono un po' più grandi misurando $25/20 \mu\text{m}$. Questo strato ha uno spessore medio di 0,45 mm.

Il VI strato ha uno spessore medio di 0,90 mm. Nel suo piano più superficiale VIa le cellule fuse sono alquanto più ravvicinate che non nelle aree precedentemente descritte. Nello strato VIa si contano circa 30-35 cellule di $25/15 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ e quindi esso si distingue bene dal V strato, più chiaro. Lo strato secondario (VIb) è più profondo, ha solo circa la metà delle cellule del precedente e i suoi elementi sono anche molto più piccoli ($15/10 \mu\text{m}$). Nella Figura 3.5 si può notare che anche i limiti superiori e inferiori di questo strato sono assai più netti che non quelli delle aree precedentemente descritte.

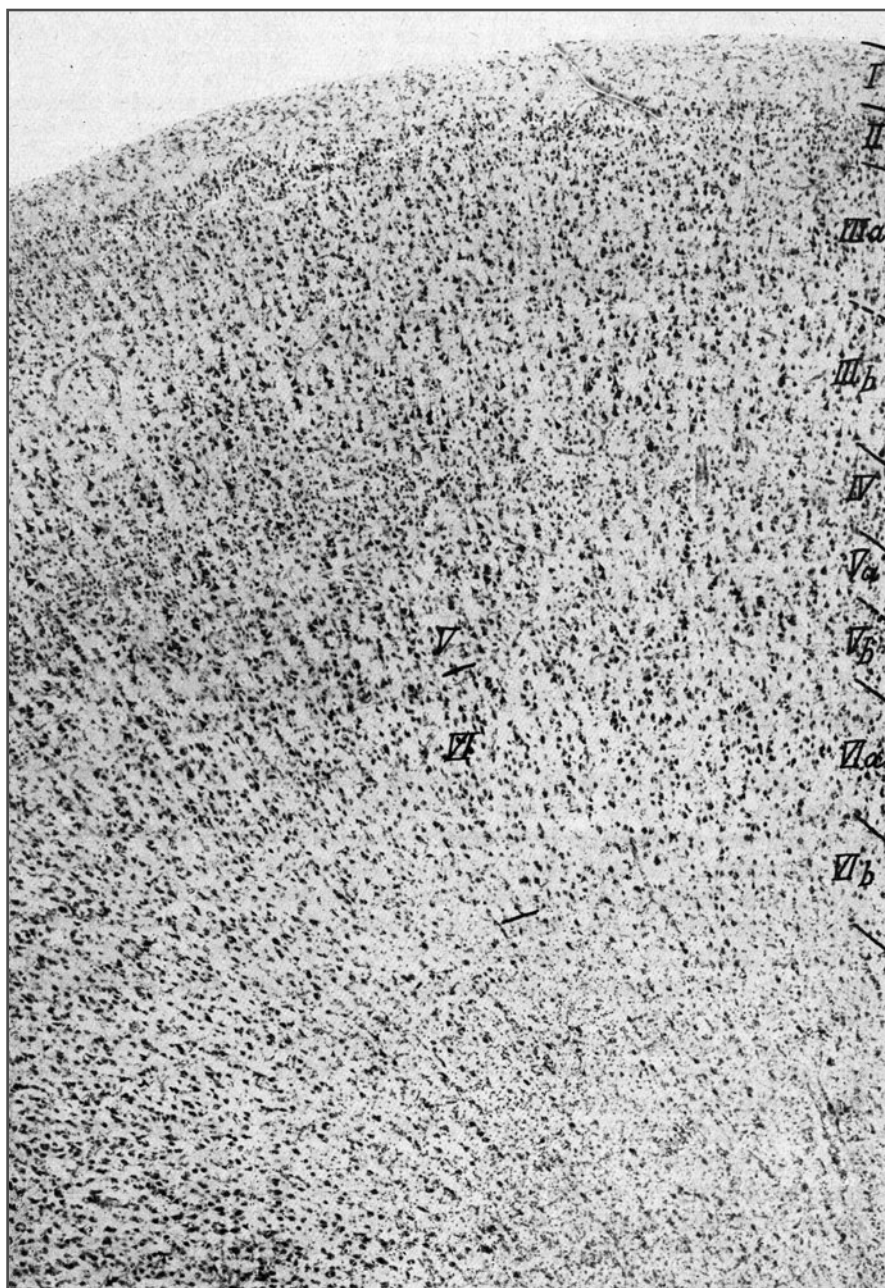


Fig.3.5 *FD, area frontalis granularis.* Terzo medio della prima circonvoluzione frontale e passaggio alla seconda. Sommità del giro sulla convessità (44 ingrandimenti)

L'area FD occupa tutto il terzo anteriore dei lobi frontali a cominciare dal sulcus callosomarginalis sulla faccia interemisferica (vedi Fig. 1.1b) e, passando sulla loro convessità, fino all'estremo della terza circonvoluzione frontale (F_3). Restano libere solo le zone polari, orbitali e subrostrali dei lobi frontali. La corteccia di quest'area tanto estesa presenta delle variazioni locali, essendo i suoi tratti caudali più macrocellulari di quelli rostrali come pure le regioni in corrispondenza del margine superiore del pallium e quelle sulla F_3 .

Oltre a queste modificazioni ve ne sono altre talmente caratteristiche di zone limitate della corteccia di tipo FD da poterle far ritenere delle vere aree indipendenti.

Funzione Nelle porzioni anteriori del lobo frontale che troviamo ricoperte dalla corteccia di tipo FD sono localizzate, secondo le più recenti scoperte della psicopatologia, alcune funzioni intellettive e alcune loro componenti, e cioè la *funzione volitiva* (psicomotorium), la *capacità all'attenzione* e quella alle *emozioni* (a questo proposito si consulti Economo e Koskinas, 1925, pag. 361).

3.6 FE – Area frontopolaris

Quest'area (Fig. 3.6), che incappuccia il polo frontale (vedi Fig. 1.1), segue immediatamente l'area FD, e si distingue da questa per il solo fatto che in essa sono ancora più accentuate le caratteristiche (già descritte per l'FD) dell'assottigliamento della corteccia, del rimpicciolimento delle cellule, del limite netto verso la sostanza bianca. Il limite fra queste due aree è quindi solo graduale. Sembra esistere un rapporto tra la larghezza delle circonvoluzioni e l'estensione di quest'area, in quanto essa ricopre solo delle *circonvoluzioni assai gracili*.

Lo strato III è quello che più è interessato dall'assottigliamento della corteccia e dal rimpicciolimento dei suoi elementi. Gli strati II e IV invece sono assai visibili, specie il II che conserva proporzionalmente un notevole spessore.

La corteccia, specie intorno al sulcus frontomarginalis, mostra una lieve striatura radiata (non visibile in Figura 3.6!) e ha uno spessore di circa 2,4 mm.

Già nel primo capitolo di questo volume abbiamo rilevato il fatto che la corteccia che ricopre le gracili circonvoluzioni frontopolari è assai simile nella sua struttura a quella che ricopre le circonvoluzioni, anch'esse delicate, occipitopolari. La differenza più importante fra queste due aree corticali consiste nel fatto che il V strato sul polo frontale contiene un maggior numero di belle cellule piramidali rispetto al polo occipitale, ove in genere questo strato presenta cellule piccole e solo rari elementi più voluminosi. Per contro, sul polo occipitale la struttura radiale e gli strati dei granuli sono meglio visibili che non sul polo frontale. Le particolarità qui descritte appariranno ben evidenti confrontando le Figure 3.6 e 7.1.

Nell'area FE il I strato è piuttosto largo, con uno spessore di 0,22 mm, e povero di cellule contenendone solo 5 per $(0,1 \text{ mm})^3$ di $5/6 \mu\text{m}$ di grandezza.

Il II strato ha uno spessore di 0,15 mm, è più distinto e ricco di cellule che in qualsiasi altra area frontale e contiene circa 90 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$, costituiti da granuli o piccolissime piramidi, rispettivamente di $6/6$ e $10/8 \mu\text{m}$ di grandezza.

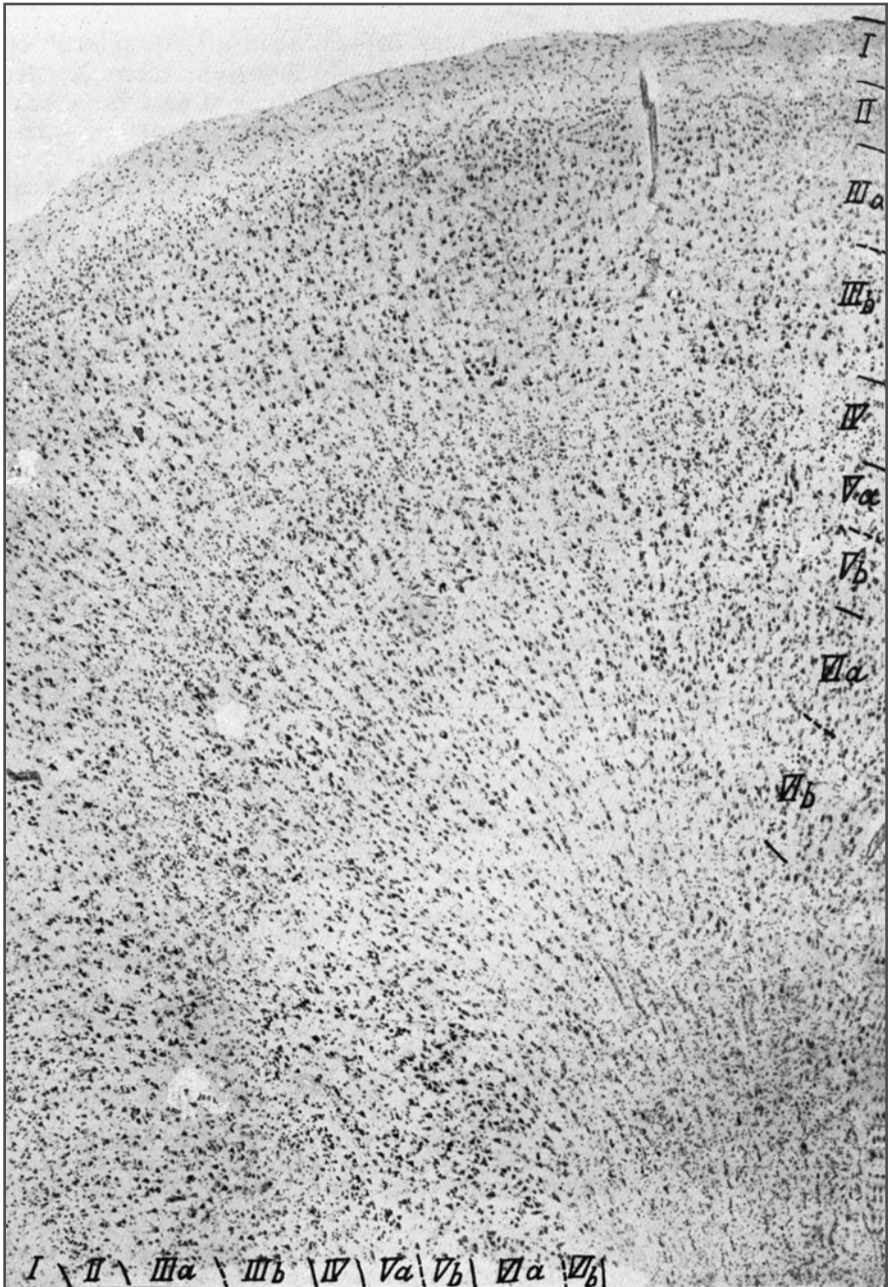


Fig. 3.6 FE, area frontopolaris. Terzo anteriore della prima circonvoluzione frontale. Sommità del polo frontale (44 ingrandimenti)

Il III strato è relativamente esile avendo uno spessore di 0,60 mm e non possiede alcun strato profondo di grosse cellule. Contiene un'unica fila di piramidi di 15-25/9-15 μm in numero di circa 35 per (0,1 mm)³. Gli elementi del piano IIIa hanno quasi già le stesse dimensioni di quelli del IIIb.

Il IV strato ha limiti netti sia verso il III che verso il V strato; ha uno spessore di circa 0,30 mm e per la sua ricchezza in cellule è ancora più evidente che non nelle aree precedentemente descritte. Contiene circa 70-90 elementi per (0,1 mm)³, in massima parte triangolari, ma assai piccoli, le cui dimensioni di soli 6-5 μm li fa sembrare granuli (per vedere la differenza si confrontino i due strati IV delle Figure 3.4 e 3.6).

Il V strato è largo 0,40 mm e in esso si riconoscono un piano superficiale Va, un po' più ricco di cellule, e uno profondo Vb più povero di elementi. In esso si contano da 30 a 45 belle cellule piramidali per (0,1 mm)³ delle dimensioni di 12/10 μm .

Il VI strato è assai largo raggiungendo uno spessore di 0,70 mm. Le cellule fusate dello strato VIa sono assai più ravvicinate – 40 per (0,1 mm)³ – di quelle dello strato più profondo e sono più grosse avendo un volume di 18/10 μm contro quello di soli 12/7 μm di queste ultime. Il limite verso la sostanza bianca è abbastanza netto, meno però che nell'area FD.

La formazione FE sulla faccia interemisferica raggiunge il sulcus callosomarginalis e incappuccia il polo frontale senza però raggiungere la fessura Sylvii, essendo divisa da questo dalle aree FD e FF (vedi Fig. 1.1).

La corteccia dell'area FE in tutta la sua estensione non ha una costituzione del tutto uniforme. Così la parte che ricopre la prima circonvoluzione frontale ha cellule più voluminose rispetto a quella sulla seconda circonvoluzione frontale; abbiamo già ricordato la struttura radiale in prossimità del polo frontale. Tratteremo le differenze architettoniche che si osservano sulla sua faccia interemisferica nel quarto capitolo di questo volume.

Funzione Circa la funzione fisiologica dei poli frontali, i disturbi atassici constatati nelle loro lesioni ci fanno sospettare che essi presiedano in un certo qual modo all'equilibrio, tanto più che sembra che da questa regione abbiano origine le vie frontopontocerebellari.

3.7

FG – Area gyri recti sive ed area recta

Quest'area, che simula nella forma una foglia di lauro, ha un'architettura assai simile all'area FE con la quale confina. Essa occupa il tratto mediale della faccia orbitale del lobo frontale e si porta posteriormente lungo il sulcus olfactorius, ricoperto dalla radice olfattoria (vedi Figg. 1.1 e 4.1). Essa ricopre ambedue le pareti di questo profondo solco (e restringendosi dorsalmente gradualmente anche le sue due labbra), oltre a quella mediale, dal qual lato si estende anche al gyrus rectus e alla faccia interemisferica.

La sua somiglianza con l'architettura della FE è dovuta alla piccolezza dei suoi elementi e al suo progressivo assottigliarsi, da 2,4 a 2 mm, che la rende una delle porzioni più sottili di tutta la corteccia. Va notato, però, che la sua maggior porzione forma il rivestimento parietale di un solco, quindi di una zona in cui normalmente la corteccia è meno spessa. Questa riduzione di spessore sulla convessità dei giri interessa specialmente il III strato (Fig. 3.7) mentre, a differenza di quanto si osserva nell'area FE, lo strato V è invece assai ricco di cellule e nei tratti parietali del solco persino nastriforme (vedi Cap. 1). Il VI strato ha di nuovo limiti nettissimi verso la sostanza bianca.

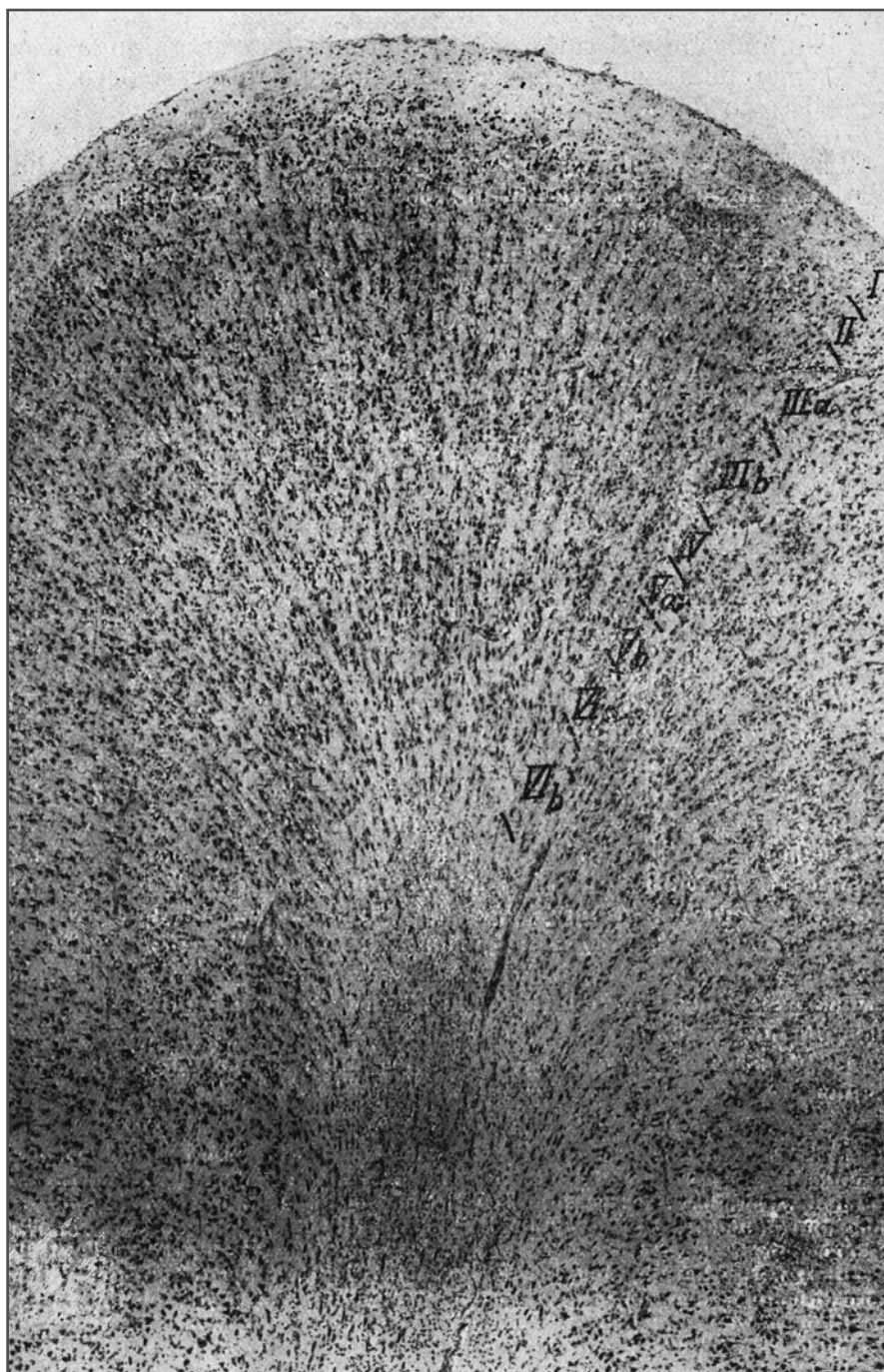


Fig. 3.7 FG, *area recta*. Sommità del gyrus rectus sulla superficie dei lobi frontali (44 ingrandimenti)

Il I strato ha uno spessore di 0,20 mm e tende ad assottigliarsi verso il polo frontale; le sue scarse cellule nervose non presentano alcuna particolarità.

Il II strato ha uno spessore di 0,16 mm, è ben visibile e ricco di cellule avendone più di 100 di $6/5 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Questi elementi sono delle piramidi piccolissime.

Il III strato ha uno spessore di 0,32 mm ed è, come già detto, assai sottile e povero di cellule, che non si differenziano per volume nei sottostrati IIIa e IIIb. La forma dei suoi elementi tende più a essere triangolare bassa che non piramidale snella. In genere si contano 25 elementi di $20/15 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il IV strato ha uno spessore di 0,18 mm ed è un po' meno ricco di elementi che non l'area frontopolare avendone solo 70-80 per $(0,1 \text{ mm})^3$. I granuli che lo compongono hanno una grandezza di $6/6 \mu\text{m}$.

Il V strato è piuttosto largo raggiungendo 0,35 mm di spessore ed è lo strato più notevole dell'area FG. Nella sua porzione più superficiale (Va), ove ha a tratti aspetto nastriforme, si contano fino a 60 cellule piramidali per $(0,1 \text{ mm})^3$. Fra gli elementi se ne osservano molti che superano i $23/14 \mu\text{m}$. Le sue porzioni più profonde (Vb) sono più povere di cellule e hanno elementi più piccoli, quindi appaiono più chiare.

Il VI strato ha uno spessore di 0,80 mm sulla convessità dei giri, si assottiglia assai nella parete del solco ed è più povero di cellule che nelle altre aree avendo meno di 30 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le sue cellule fusate sono anche piuttosto piccole non superando in genere i $10/7 \mu\text{m}$. Il suo limite verso la sostanza bianca è netto lungo le pareti del solco, più sfumato sulla convessità dei giri.

Funzione La posizione dell'area FG, la prossimità di alcuni centri olfattori e lo spessore e la densità del V strato, che in alcuni punti diviene nastriforme – carattere comune a molti tratti rinencefalici – fanno supporre che quest'area abbia rapporto con il cosiddetto rinencefalo esteso.

3.8

FF ed FH – Area orbitalis ed area praefrontalis

In corrispondenza dell'angolo formato dalla convessità degli emisferi con la loro faccia orbitale, l'area FF fa seguito all'area FD, occupando i tratti del polo frontale lasciati liberi dall'area FE (vedi Fig. 1.1).

Sulla faccia orbitale dei lobi frontali, che ricopre in massima parte, l'area FF confina in avanti con quella FE; il limite fra le due aree passa in genere un po' in avanti al ramus transversus del sulcus orbitalis. Indietro l'area FF raggiunge il margo anterior sulci circularis insulae (vedi Fig. 4.1), e medialmente tocca il limite del campo FG, cioè si porta fino in prossimità del sulcus olfactorius. Essa ricopre quindi tutto il tratto orbitale della terza circonvoluzione frontale e la sua parte pretriangolare e una piccola porzione orbitale della seconda circonvoluzione frontale.

Sulla faccia interemisferica l'area FH fa seguito in basso e indietro all'area FG. Essa, ventralmente al sulcus callosomarginalis, ricopre la maggior porzione del piano *subostrale* fino in prossimità del sulcus olfactorius, rivestendo tutta la superficie lasciata libera dall'area FG; in direzione caudale infine viene a toccare il campo parolfattorio di Broca (Figg. 1.1b e 4.1).

Queste due aree – FF e FH – vengono trattate insieme poiché hanno architettura assai simile e formerebbero un unico campo se l'area FG, che penetra a cuneo fra di esse, non le dividesse. È quindi sufficiente un'unica figura per illustrare questi due campi (Fig. 3.8).

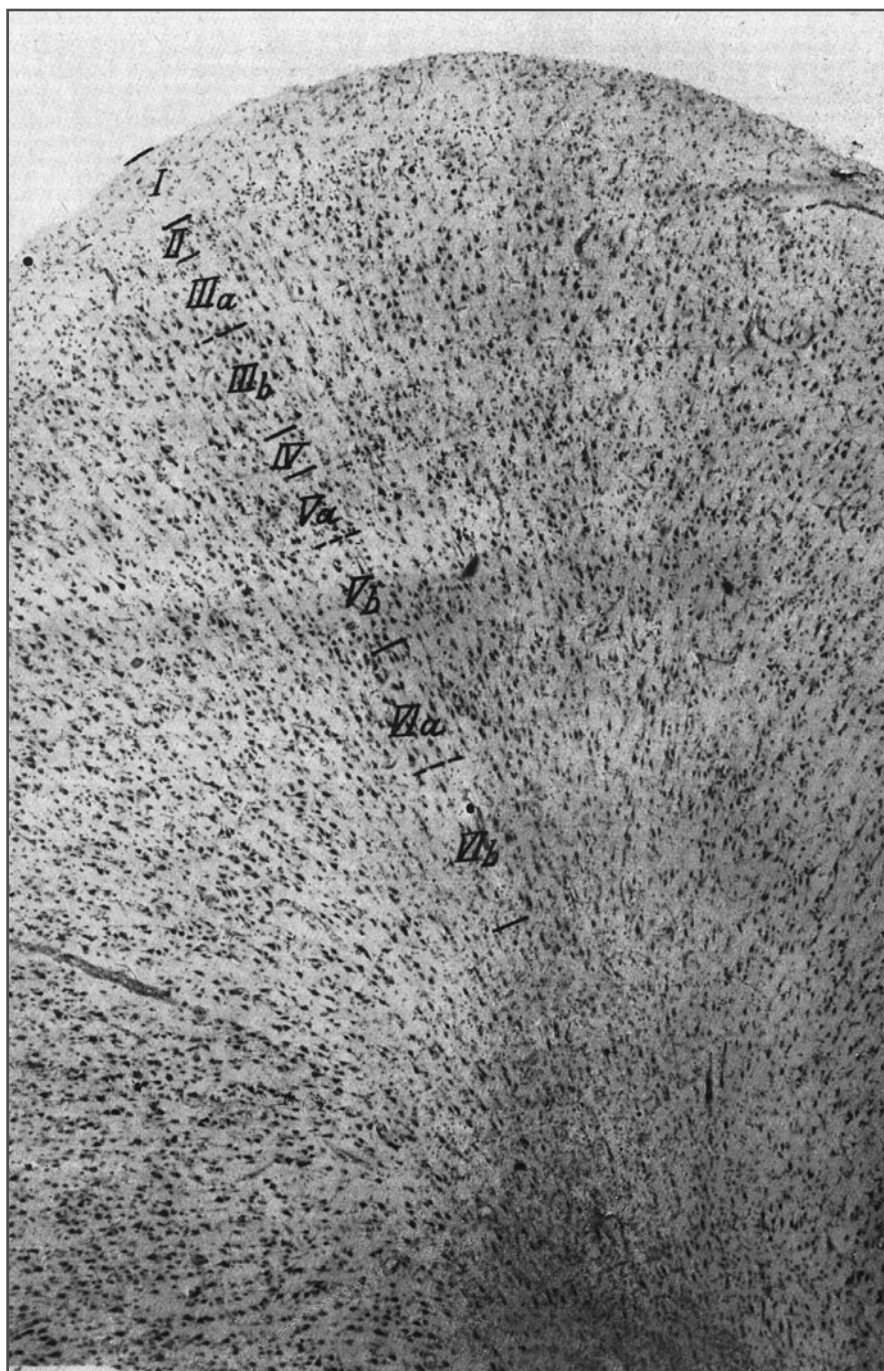


Fig. 3.8 FH, *area praefrontalis*. Porzione anteriore dei lobi frontali, faccia interemisferica. Sommità dorsalmente al sulcus rostralis superior (44 ingrandimenti)

Esse si differenziano dalle formazioni polari FE e dalla porzione anteriore dell'FD per il fatto di avere cellule relativamente più voluminose e uno spessore maggiore della corteccia, che però si impoverisce di elementi e perde in parte la sua chiara stratificazione orizzontale. Caratteristico delle aree FE ed FH è anche l'aumento di spessore degli strati V e VI, mentre il II e IV strato non solo si impoveriscono in cellule come gli altri, ma anche si assottigliano. Tutte queste caratteristiche risultano più evidenti nelle porzioni caudali, tanto che questi campi divengono verso il loro limite posteriore agranulari (cioè eterotipici) (vedi FFa ed FHa in Fig. 1.1). Il modificarsi graduale e progressivo dell'architettura di questi due campi non ci permette di fornire una descrizione esatta della loro struttura per tutte le loro porzioni.

Il I strato ha uno spessore di circa 0,15 mm e contiene un po' più cellule del solito, circa 10 di $8/5 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha uno spessore che da un massimo di 0,15 mm nella sua porzione frontale si riduce a valori minimi nel tratto caudale agranulare. Il contenuto in cellule si riduce anch'esso da 70 per $(0,1 \text{ mm})$ fino a quasi scomparire. Fra i suoi elementi prevalgono le piccolissime piramidi di $8/6 \mu\text{m}$.

Il III strato è più spesso, 1,0 mm rispetto agli 0,6 mm dei campi FF ed FG. Il contenuto in cellule è però scarso, oscillando fra 20-25 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule sono piramidi strette e lunghe di $25/10 \mu\text{m}$. Lo strato appare qua e là come obliterato, né vi si distinguono degli strati secondari IIIa e IIIb.

Lo spessore del IV strato oscilla fra 0,20 mm nella porzione frontale e 0 mm in quella agranulare. I suoi granuli sono piccolissimi.

Il V strato è piuttosto largo raggiungendo 0,60 mm di spessore. Nella porzione frontale di queste aree non è molto ricco di elementi, ma il numero delle cellule aumenta procedendo caudalmente, specie nei suoi piani più superficiali, tanto che si può distinguere un piano Va nastriforme da uno Vb oligocellulare. Il sottostrato Va ha cellule più voluminose, di circa $20\text{-}25/15 \mu\text{m}$, e in gran numero, mentre in quello Vb si contano solo pochi di questi elementi, raggiungendo la maggior parte delle cellule le dimensioni di soli $10/7 \mu\text{m}$.

Il VI strato supera sovente lo spessore di 1,0 mm, ma contiene solo elementi piuttosto piccoli e in scarso numero. Le poche cellule fusate presenti non superano in genere i $17/8 \mu\text{m}$. I suoi limiti verso la sostanza bianca sono di nuovo assai sfumati.

Queste due aree, oltre alla già ricordata scomparsa dei granuli nelle loro porzioni caudali, presentano anche altre modificazioni locali che verranno descritte più avanti. Sulla faccia orbitale del lobo frontale le aree FF e FH si riavvicinano fino a lasciare fra loro solo uno spazio di pochi millimetri, poiché la FH raggiunge caudalmente il sulcus olfactorius (vedi Fig. 4.1).

Caudalmente a questi due campi la corteccia cerebrale comincia a passare nell'orlo corticale basale (*Rindensaum* degli Autori tedeschi) (vedi Fig. 1.1b) che forma il suo limite verso la substantia perforata.

Funzione Queste aree probabilmente appartengono, specie caudalmente laddove il loro V strato è più sviluppato, al cervello olfattorio – *sensu latiori* – mentre nella loro porzione anteriore presiedono probabilmente al mantenimento dell'equilibrio.

I lobi frontali (continuazione): loro bordo corticale e varianti delle principali aree dei lobi frontali

4

Le aree *FF*, *FG* ed *FH*, descritte nel capitolo precedente, raggiungono quasi il cosiddetto bordo corticale, cioè le parti periferiche assottigliate della corteccia che sulla base del cranio terminano nella *substantia perforata*. Nella regione subrostrale della faccia interemisferica si continuano con la *lamina terminalis* che riunisce i due emisferi o – per essere più precisi – con il rivestimento grigio esterno della *lamina commissuralis* che si continua sulla base con la *substantia perforata* e dorsalmente con l'induseum del dorso del corpus callosum. Il bordo corticale è ricoperto d'allocorteccia.

Sulla *faccia orbitale* dell'area *FF*, ancora sul cosiddetto *gyrus transversus insulae*, fa seguito dapprima l'area *frontoinsularis FI* costituita da isocorteccia (vedi Figg. 1.1a e 4.1). Quest'area confina in direzione caudale con il *gyrus olfactorius lateralis* che già appartiene all'allocorteccia e che, lateralmente alla radice del trigono olfattorio (*Trig.olf.*), forma l'orlo corticale orbitale verso la *substantia perforata* sulla faccia inferiore dei lobi frontali.

Sulla faccia subrostrale mediana dei lobi frontali (vedi Fig. 1.1.b) all'area *FH* fa seguito dapprima l'area *FL* (isocorticale) (vedi Fig. 1.1.b) che riveste il *carrefour olfactif di Broca*. Dietro a questo campo il bordo corticale viene formato dal *gyrus olfactorius medialis* (allocorticale) (Fig. 4.1) che, passando medialmente alla radice del *tractus olfactorius (Trig.olf.)* sulla faccia interemisferica nella regione subrostrale, forma il confine verso la sostanza grigia della *lamina commissuralis*, che rappresenta infine quasi la continuazione della *substantia perforata* sulla faccia interemisferica (vedi Fig. 1.1b).

4.1

FL – Area paraolfactoria. FM – Area geniculata. FN – Area praecommissuralis

Per meglio seguire quanto si andrà a esporre circa quest'area, il lettore dovrà tener presente le Figure 1.1b e 4.1 rappresentanti la faccia interemisferica e orbitale dei lobi frontali, e la Figura 4.2 che riproduce la fotografia (a 10 ingrandimenti) di un taglio orizzontale attraverso il *carrefour olfactif* di Broca. Le leggende riportate nelle didascalie di ciascuna figura forniscono le indicazioni necessarie per comprendere i rapporti anatomici.

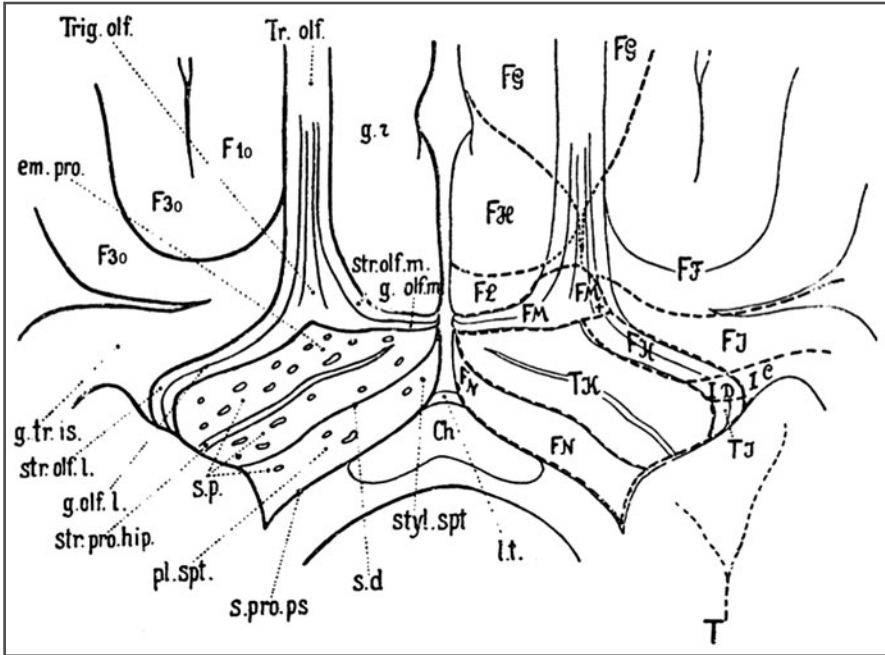


Fig. 4.1 Schema della sostanza perforata e delle parti prossimiori (*a sinistra*) e limiti delle aree frontali sulla base (*a destra*). Onde rendere visibile tutta la faccia orbitale del frontale si sono asportati ambedue i poli temporali. *A sinistra*: Ch, chiasma nervi optici; *em.pro.*, eminenza parolfactoria o tuberculum olfactorium, corrispondente al caput nuclei caudati; *F₁₀* ed *F₃₀*, prima e terza circonvoluzione frontale, pars orbitalis; *g.olf.l.*, gyrus olfactorius lateralis; *g.olf.m.*, gyrus olfactorius medialis; *g.r.*, gyrus rectus; *g.tr.is.*, gyrus transversus insulae; *l.t.*, lamina terminalis; *pl.spt.*, planum septale, corrispondente al ganglion basale; *s.d.*, sulcus diagonalis della sostanza perforata; *s.p.*, substantia perforata; *s.pro.ps.*, sulcus parolfactorius postremus; *str.olf.l.* e *m.*, stria olfactoria lateralis e medialis; *str.pro.hip.*, stria parolfactoria hippocampi; *styl.spt.*, stylum septi; *T*, polo temporale sezionato; *Tr.olf.*, tractus olfactorius; *Trig.olf.*, trigonum olfactorium, tuber olfactorium. *A destra*: *FF-FN*, aree frontali; *IC, ID*, aree insulari; *TJ, TK*, aree temporali

La Figura 4.2 va intesa solo come quadro d'insieme e per questo è stata eseguita a un ingrandimento di soli 10 diametri; essa non mostra i dettagli delle varie cellule, ma l'aspetto generale degli strati corticali.

All'area *FH*, sulla faccia interemisferica (Figg. 1.1 e 4.2) fa seguito il cosiddetto campo olfattorio (*carrefour olfactif*) di Broca (area *FL*). Le due aree sono separate nella regione substrocaudale dell'esile sulcus parolfactorius medius cui fa quindi seguito il cosiddetto bordo corticale.

Tale bordo è qui formato da un piccolo cercine verticale (gyrus geniculatus) che rappresenta la continuazione del gyrus olfactorius medialis che si porta dalla faccia orbitale a quella interemisferica, cioè da una sottile lamella grigia (area *FM*) che accompagna la radice olfattoria mediana sulla faccia mediana del cervello. A questa segue in direzione caudale una sottile laminetta di sostanza cerebrale che riunisce i due emisferi (lamina commissuralis) e che a volte ne è separata dall'esile sulcus parolfactorius posterior. La so-

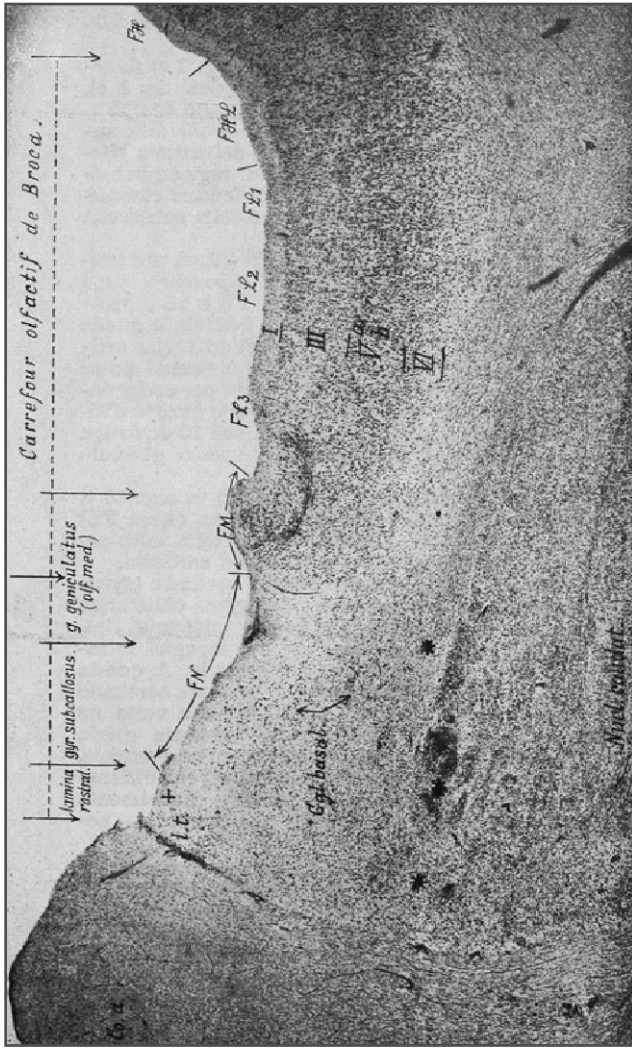


Fig. 4.2 FL, area paraolfactoria – FM, area geniculata – FN, area praecommissuralis. Sezione orizzontale attraverso la regione subrostrale sulla faccia interemisferica dei lobi frontali dal cosiddetto campo olfattorio di Broca fino alla commissura anteriore. Partendo da sinistra, delle tre frecce di dimensione più piccola la segnata sulla linea tratteggiata in testa alla figura, la prima indica il sulcus paraolfactorius postremus, la seconda il sulcus paraolfactorius posterior e la terza il sulcus paraolfactorius medius; fra la prima e la seconda freccia piccola giace il gyrus subcallosus, fra la seconda e la terza il gyrus geniculatus. Delle tre frecce verticali di dimensione maggiore, la prima (cominciando da sinistra) indica il limite fra sostanza bianca della commissura e il suo rivestimento grigio, la seconda il limite fra questa sostanza grigia e la corteccia cerebrale propriamente detta, la terza il limite fra il carrefour di Broca e l'isocorteccia esostratificata che corrisponde al sulcus paraolfactorius anterior. Co.a., commissura anterior; Lt., lamina terminalis o rostralis riunita in corrispondenza del segno + all'altra lamina terminalis dell'emisfero opposto; FN, FM, FL, FHL, FH, aree corticali di questa regione; Ggl.basal, ganglio basale; Nucl.caudat., porzione mediale del caput nuclei caudatis; * isole granulari paraolfattorie del nucleo caudato (10 ingrandimenti)

stanza grigia di questa laminetta si raccoglie spesso in un breve cercine verticale (specie a livello del rostrum e del bordo paleale inferiore) – che chiamiamo gyrus subcallosus (area FN) – e che può essere limitato caudalmente da un piccolo solco che potrebbe essere chiamato sulcus parolfactorius postremus.

Questa porzione della lamina commissuralis non appartiene più alla corteccia cerebrale in senso stretto, corrispondendo al punto di riunione delle due prime vescicole cerebrali (lamina commessurale da cui si formano le commessure, e più specialmente il corpus callosum la cui sostanza grigia si continua dorsalmente, sul corpus callosum) come già detto, nell'*induseum griseum*, e al disotto del corpus callosum con la sostanza del *setto pelucidum* e ventralmente con la *sostanza perforata*.

Lo spessore della corteccia in tutto questo territorio diminuisce progressivamente a partire dal sulcus parolfactorius anterior; i diversi strati partecipano in vario grado a questa diminuzione. Nella Figura 4.2 questo comportamento è assai evidente: a destra si trova il campo olfattorio di Broca, a sinistra la sostanza bianca delle commessure, in mezzo i giri genicolato e subcalloso e la lamina commissurale (rostrale o terminale) sezionata nel suo punto medio. Perché risultino più chiare le graduali modificazioni che presenta la citoarchitettura corticale di questo territorio cerebrale descriveremo insieme i tre campi FL, FM ed FN, che si susseguono l'un l'altro in direzione frontocaudale (Fig. 4.2). Le modificazioni graduali che subisce la citoarchitettura dell'area FL ci costringe infine a suddividerla in tre campi secondari: FL₁, FL₂ ed FL₃.

Il I strato nel campo olfattorio di Broca, a differenza di quanto avviene negli altri strati, aumenta per spessore e per contenuto in cellule procedendo in direzione frontocaudale, cioè verso il bordo corticale (nella Figura 4.2 da destra verso sinistra). Anche le fibre tangenziali (midollari) aumentano in questa direzione, tanto da dare alla superficie della corteccia della porzione caudale di detto campo una colorazione biancastra (ciò è dimostrato nella Figura 4.2 dai numerosi nuclei di glia visibili nel I strato). Mentre gli altri strati si assottigliano fino a scomparire, il I è l'unico che permane e passa sulla lamina terminale rostrale o commessurale, cioè sul punto di unione dei due emisferi. Nel sulcus parolfactorius medius, e cioè a livello del limite posteriore del campo olfattorio di Broca (FL) e a quello anteriore del gyrus geniculatus (FM), il I strato spinge in profondità un cercine, in corrispondenza del quale sembrano arrestarsi gli altri strati sottostanti (II e III) e le propaggini del IV (nella Figura 4.2 si vede questa formazione sotto forma di un piccolo sperone diretto dall'alto e da sinistra verso il basso).

Il II strato, come già detto, già nell'area FH comincia a diminuire in spessore e contenuto in cellule quanto più si procede caudalmente, e nell'area FL appare assai sottile e povero di elementi, lacunoso e sfrangiato e poco ben delimitato verso il III strato. Le singole cellule sono alquanto più grandi che di solito, e di forma stellata e irregolare, mettendo così in evidenza il carattere rinencefalico di quest'area. Nelle porzioni più caudali dell'area FL il II strato non si riconosce quasi più e la sua presenza è solo accennata da alcuni conglomerati rotondeggianti di cellule che terminano del tutto a livello dello sperone, già ricordato, del I strato, posto sotto al sulcus parolfactorius medius.

Il III strato, che nell'area FH si distingueva per il suo spessore, nell'area FL (campo parolfattorio di Broca) dapprincipio lo aumenta ancora per poi ridurlo rapidamente procedendo in direzione caudale, in modo che il limite inferiore sembra portarsi sempre più in superficie. Immediatamente prima del gyrus geniculatus, lo strato si arresta ottusamente a livello dello sperone già descritto del I strato. Dall'area FH fino al sulcus parolfactorius medius, il III strato non solo si assottiglia, ma si fa anche più povero in cellule, tanto da presentare qua e là delle lacune (Fig. 4.2): le sue lunghe cellule piramidali divengono sempre più piccole e meno belle.

Il IV strato, già nel campo FH, si assottiglia e si impoverisce in cellule e scompare quindi completamente nell'area FL.

Il V strato, che già nell'area FH si era diviso in una porzione superficiale Va, con cellule più piccole e più numerose, e in una porzione Vb più profonda e con scarsi elementi voluminosi, accentua questo suo carattere nell'area FL, in modo che nelle porzioni caudali di questo campo si può vedere la porzione Va assumere l'aspetto di un *nastro* di cellule stipate (caratteristico del rinencefalo), mentre la Vb appare formata da poche cellule *allungate, lanceolate*, con *prolungamento superiore frustiforme*, caratteristiche per quest'area.

Gli strati II, III e IV si arrestano, come già detto, a livello del gyrus geniculatus, cioè al confine dell'area FM che è divisa dalla FL dallo sperone che il I strato invia in basso a livello del sulcus parolfattorio medius. Il V strato, invece, specialmente la sua porzione profonda Vb, passa sotto detto sperone e si porta da solo nella corteccia assai sottile della FM per formare sotto al I strato degli accumuli irregolari di cellule.

Le cellule del VI strato si portano insieme a quelle del I e del Vb nell'area FM passando sotto allo sperone del I strato; la corteccia di quest'area quindi, non presentando una vera stratificazione, appartiene all'*allocorteccia*, mentre invece la FL appartiene ancora all'*isocorteccia eterotipica*. Anche il VI strato, passando dall'area FH attraverso il *carrefour olfattivo al bordo corticale*, diminuisce progressivamente di spessore, pur conservando nei tratti caudali della FL ancora un discreto contenuto di cellule e dei limiti netti verso la sostanza bianca. Nell'area FM le cellule degli strati V e VI sono talmente mischiate fra di loro che non è più possibile riconoscerne una stratificazione né fare dei confronti con le cellule e gli strati dell'isocorteccia. Le cellule scompaiono poi completamente a livello del sulcus parolfattorio posterior.

Il confine ventrale delle aree FL ed FM, assottigliandosi assai sulla faccia interemisferica (vedi Fig. 1.1b) e formando il limite caudale dell'area FH, raggiunge sulla faccia orbitale degli emisferi il sulcus olfattorio (vedi Fig. 4.1). In corrispondenza dell'estremità posteriore di questo solco e della radice del tractus olfattorio, si osserva una piccola eminenza grigia: il *trigono olfattorio*, rivestito da una corteccia assai simile a quella dell'area FM e che indichiamo con la sigla FM_t.

L'area FN posta caudalmente alla FM (Fig. 4.2) è costituita solo da un I strato molto spesso, sotto al quale si trovano solo cellule poligonali stellate, alcune voluminosissime e altre minori, che formano piccoli nodi ganglionari. Queste cellule non stanno in rapporto con quelle dell'area FM, o lo sono solo in modo alquanto lasso, e non devono essere ritenute pari a elementi corticali. Si tratta infatti di cellule del cosiddetto *ganglio basale* che occupa tutta la porzione mediale posteriore della *substantia perforata anteriore*, posta dorsalmente e frontalmente al tratto ottico e ricoperta dal nastro diagonale di Broca (Fig. 4.1). Il ganglio basale si porta con lo *stilum septi* dalla faccia basale del cervello a quella interemisferica e si continua in alto raggiungendo la regione subrostrale per poi venire a confinare con il *setto pellucido* e l'*induseum*. In profondità giace in rapporto di vicinanza con il caput dello striato (Fig. 4.2).

4.2

FI – Area frontoinsularis. FK – Area piriformis frontalis

Abbiamo già descritto come l'area FK sulla faccia interemisferica passi attraverso il campo FL (vedi Fig. 1.1b), ancora rivestito di isocorteccia, all'orlo corticale; è possibile osservare un comportamento simile anche alla base del cervello ove l'area FI (assai somigliante all'FH) si continua con la corteccia, a struttura isocorticale, della FI (Fig. 4.1) per

finire nell'orlo corticale basale che la separa dalla *substantia perforata*. La Figura 4.1 illustra una parte della corteccia della base (faccia orbitale) prossima alla *substantia perforata*: a sinistra è mostrata semischematicamente l'anatomia della regione e a destra sono indicati i limiti delle varie aree. Questo passaggio dell'isocorteccia all'orlo corticale avviene in genere su una piccola plica di passaggio che dall'estremo mediale della porzione orbitale della terza circonvoluzione frontale si porta (lateralmente all'inserzione del tratto olfattorio) al polo dell'insula; è conosciuta con il nome di *gyrus transversus insulae*. La faccia anteriore di questo giro forma anche la faccia anteriore, ovvero frontale, di quella piramide che è l'insula. È rivestita da un'isocorteccia a struttura eterotipica caratteristica che è tipica di quest'area *FI*. Questo campo confina in avanti con quello *FF* della terza frontale, mentre verso l'indietro si continua con il sottile orlo corticale grigio a struttura allocorticale che accompagna la radice olfattoria laterale, e che è conosciuto con il nome di *gyrus olfactorius lateralis* (*FK*, area piriformis frontalis). Quest'ultima area rappresenta la fine della corteccia, e il punto di passaggio di questa nella *substantia perforata* (che nell'uomo non appartiene più alle formazioni corticali).

Caudalmente all'area *FF* la corteccia non si assottiglia immediatamente, anzi si ispessisce nell'area *FI* fino alla convessità del *gyrus transversus insulae*, per poi ridursi rapidamente a punta e poi finire al bordo posteriore del *gyrus olfactorius lateralis* tranne che nel suo I strato che, apparentemente, si porta da solo sulla *substantia perforata anterior*. Nel territorio della *FI* la corteccia, oltre a ispessirsi fino a 3,5 mm, presenta anche altre modificazioni abbastanza accentuate (confronta Figura 4.3, a 44 ingrandimenti, con l'angolo superiore sinistro della Figura 4.4, a 10 ingrandimenti).

Anche in quest'area il I strato aumenta progressivamente in spessore e contenuto cellulare, e presenta nella sua porzione caudale un notevole aumento delle fibre midollari dei suoi strati più superficiali, che perciò appaiono biancastri (*Ia*).

Il II strato, già esile e povero di elementi nella porzione posteriore della *FF* (vedi *FFa*), si assottiglia e impoverisce ancora di più. I restanti elementi cellulari aumentano però di volume in modo che nei tratti caudali della *FI* si vedono già elementi irregolarmente stellati assai grandi (ben visibili a sinistra in alto nella Figura 4.3). Anche in quest'area il II strato ha un aspetto sfrangiato e nella porzione caudale una tendenza al raggruppamento delle sue cellule (caratteristica delle formazioni rinencefaliche).

Il III strato in quest'area si ispessisce assai pur impoverendosi in cellule al punto da presentare delle vere lacune oligocellulari. Non si vedono in esso belle piramidi, bensì cellule piramidali allungate e gracili di 25-30/10 μm , tali da far ritenere che in questo campo si verifichi una vera "trasformazione fusata". Il numero di cellule è di circa 25 per (0,1 mm)³.

Il IV strato, che nella porzione caudale della *FF* si presenta lacunare (*FFa*), tende a scomparire nel territorio della *FI*, mancando completamente a livello della convessità del *gyrus transversus*, in modo che qui il III strato viene a toccare il V. Nella Figura 4.3 (a destra) a livello della porzione frontale questo strato è ancora evidente, mentre è già scomparso nella porzione caudale (a sinistra).

Il V strato anche in quest'area si divide in un sottostrato superficiale *Va*, nastriforme, denso, con circa 40 elementi per (0,1 mm)³, e in uno più profondo *Vb*, con cellule più rare ma più grandi. Gli elementi di questo piano profondo hanno forma chiaramente fusata a direzione verticale, e a volte assumono quella, caratteristica per quest'area, a *bastoncino* e a *succhiello*, raggiungendo persino 70-100/7-10 μm di volume. Queste cellule lunghissime sono caratteristiche per quest'area, non riscontrandosene di simili che nelle porzioni anteriori del *gyrus limbicus* ("I neuroni di Economo": Economo, 1926; Watson et al., 2006; Craig, 2009; ndr). Nella Figura 4.3, a sinistra, poco sopra alla lettera *Vb* si vedono numerose ed evidenti cellule di

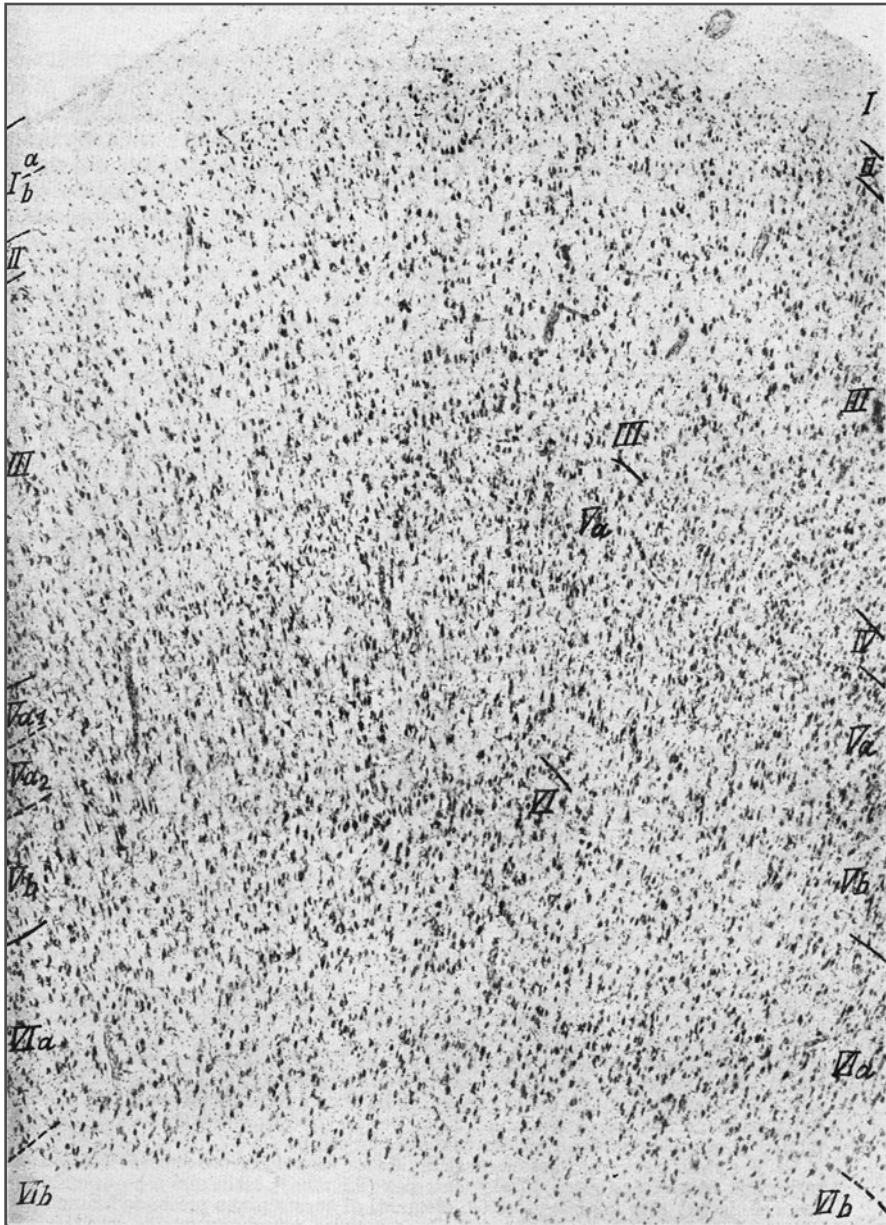


Fig. 4.3 FI, area frontoinsularis. Sezione sagittale attraverso la sommità del gyrus transversus insulae al limite caudale della faccia orbitale dei lobi frontali. A destra la parte frontale, a sinistra quella caudale del giro (44 ingrandimenti)

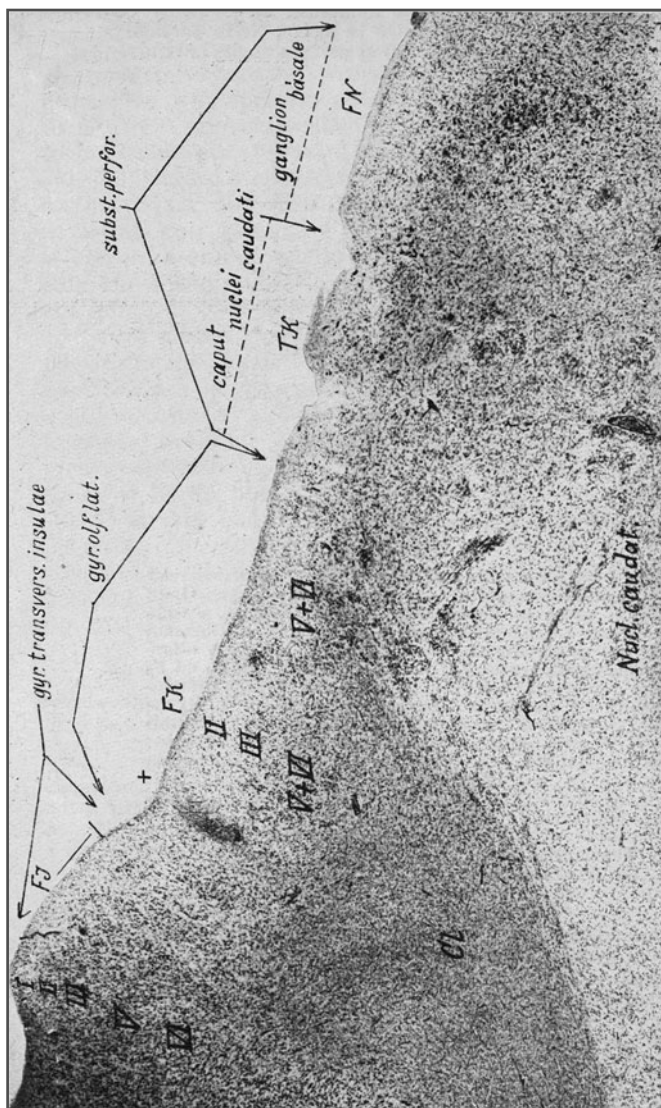


Fig. 4.4 *F1, area frontoinsularis* – FK, *area piriformis frontalis* – TK, *area substantiae perforatae* – FN, *area praecommissuralis*. Sezione sagittale attraverso la substantia perforata anterior. *Da sinistra a destra*: il gyrus transversus insulae con la sua area *F1* segue verso destra il gyrus olfactorius lateralis con la sua area FK, nel cui territorio la corteccia si assottiglia rapidamente; *C1*, ultime propaggini dei cordoni cellulari del claustrum che qui si portano fino a livello degli strati corticali più profondi del gyrus olfactorius; *Nucl. caudat.*, nucleus caudatus caput nuclei caudati che, dietro al gyrus olfactorius lateralis (FK), si porta fino alla superficie che qui è sprovvista di corteccia. Il caput nucleus caudatis forma dunque in un certo qual modo la porzione anterolaterale della substantia perforata anterior, cioè l'area substantiae perforatae TK; dietro a esso il ganglion basale che, con la sostanza grigia che lo ricopre, forma la porzione posteromediale, cioè l'area precommissurale FN, della substantia perforata; più indietro, al di fuori del campo della figura, segue il tratto ottico nel cui angolo giacciono le cellule del ganglion supraopticum, che però qui non si vedono (10 ingrandimenti)

questo tipo e si possono quindi seguire in tutta la figura. Nelle porzioni caudali della FI (e cioè nella metà sinistra della Figura 4.3) si osserva anche la tendenza delle cellule dello strato superficiale Va a disporsi in un denso nastro, disposizione questa caratteristica per le porzioni di corteccia vicine al rinencefalo.

Il VI strato infine è più largo ma più povero di elementi che di solito, e mostra anch'esso – per quanto in modo minore – la tendenza all'allungamento delle cellule, propria di questa regione. Il suo limite verso la sostanza bianca è assai sfumato e molto spesso le sue cellule sporgono assai in questa, ove raggiungono anche i fasci cellulari del claustrum e della substantia perforata.

La corteccia cerebrale, come già detto altrove (Fig. 4.1), sulla faccia orbitale si porta in direzione caudale verso la substantia perforata anteriore passando sopra al gyrus transversus insulae (FI) e al gyrus olfactorius lateralis (FK).

La Figura 4.4 (sezione sagittale mediana attraverso la substantia perforata lateralmente al tractus olfactorius) mostra in modo evidente le caratteristiche citoarchitettoniche di questa regione. All'estrema sinistra di questa figura si vede la convessità del gyrus transversus insulae a cui fa seguito l'allicorteccia del gyrus olfactorius lateralis (FK) che si porta in basso lungo la sua faccia e prontamente si assottiglia a punta; nella porzione più laterale destra, in prossimità del margine, si può osservare chiaramente una disposizione della corteccia – che ci è già nota dalla Figura 4.2 – e che è data dalle grosse cellule stellate del ganglio basale ricoperte da un I strato assai largo (FN).

Quest'area precommissuralis, FN, corrisponde in superficie al *plauum septale* della substantia perforata (Fig. 4.1, *pl.sept.*). A questa farebbe seguito, in direzione caudale, e cioè più a destra (e fuori della nostra Figura 4.4), la sezione del fascio midollare del *tratto ottico*. In questa figura si osserva una voluminosa formazione (TK) che si fa strada fra il ganglio basale (FN) e il gyrus olfactorius lateralis (FK) fino quasi a raggiungere la superficie. Questa formazione è costituita da piccoli gruppi di cellule granulari disposti a strisce e mucchi e che, come già detto sopra, sono solo ricoperti da un prolungamento del I strato, che a sua volta presenta numerose infossature che danno passaggio ad altrettanti grossi vasi.

Questa formazione della substantia perforata corrisponde in profondità alla testa del *nucleo caudato* che, nell'uomo, a questo livello, si porta assai vicino alla superficie, e anzi respinge in fuori fino a formare il tuberculum olfactorium (o eminentia paraolfactoria) occupando così tutto il territorio laterale della substantia perforata fra i lobi temporale e frontale e l'insula (Fig. 4.1, *em.pro.*). Questa regione la consideriamo come facente parte delle aree del lobo temporale e la contrassegniamo con la sigla TK e il nome di *area substantiae perforata*. La superficie esterna dell'area perforata comprende quindi queste due aree (Fig. 4.1, a destra), precisamente quella anterolaterale (TK), che sta in stretto rapporto con il caput nuclei caudati, e quella posteromediale (FN), che ha stretti rapporti con il ganglio basale, si appoggia al tratto ottico e si porta con un suo nastro diagonale (lo *stylum septi*) (Fig. 4.1, *styl.spt.*) dalla faccia basale a quella interemisferica e al gyrus subcallosus.

Se ancora una volta consideriamo la Figura 4.2, che rappresenta una sezione attraverso il campo paraolfattorio della faccia interemisferica, vediamo in profondità dei gruppi e fasci di cellule (in *) fra il gyrus olfactorius medialis (FM) e il gyrus subcallosus (FN) che appartengono al caput caudati, che però li non raggiunge ancora la superficie e non separa quindi la FM dalla FN come alla base del cervello.

Esaminando nella Figura 4.4 i vari strati della *substantia perforata anterior* si osserva che, cominciando dalla porzione posteriore (destra) del *gyrus transversus insulae*, la corteccia dell'area *F* comincia ad assottigliarsi. Il I strato, invece, dapprima si ispessisce nel territorio del *gyrus olfactorius lateralis* (area piriformis frontalis *FK*) e presenta nei suoi strati superficiali numerosi nuclei disposti a serie orizzontale che rivelano la presenza di numerose fibre mieliniche, che del resto danno ai preparati a fresco di questa esile regione corticale un colorito biancastro.

Numerosi fasci di fibre mieliniche (fibre dell'olfattorio) penetrano in vari punti attraverso il I strato e si portano, attraversando l'intera corteccia, verso le regioni più profonde (Fig. 4.4, in +). Il II strato si impoverisce in cellule, che però divengono più grandi e si raggruppano in mucchietti lassi, in modo che lo strato stesso si fa discontinuo.

Anche il III strato si impoverisce in elementi, presenta numerose lacune e scompare a livello dei fasci dell'olfattorio.

Il V e VI strato, i cui elementi tendono a confondersi divenendo più piccoli e perdendo la loro forma caratteristica, si arrestano anch'essi in direzione caudale a livello del fascio olfattorio. Le loro cellule penetrano in basso lungo le radiazioni midollari, venendo in profondità in contatto con i fasci cellulari del *claustrum* con cui si confondono.

La corteccia del *gyrus olfactorius lateralis* testè descritta non presenta più la consueta stratificazione e poiché appartiene all'*allocorteccia* non è più possibile omologare i suoi strati cellulari con quelli dell'*isocorteccia*. La denominazione di strato II, III ecc. è stata data solo perché i suoi strati si continuano apparentemente con quelli dell'*isocorteccia*.

Al limite interno del *gyrus olfactorius lateralis* la corteccia cellulare grigia si arresta del tutto; la lieve scannellatura che la separa dalla *substantia perforata* è una continuazione del *sulcus parolfactorius posteriore* della faccia interemisferica. Nel cervello umano solo il I strato oltrepassa questa scannellatura; al disotto di essa si osservano i fasci e i mucchi cellulari del caudato e più caudalmente le grosse cellule stellate del ganglion basale. Un solco assai superficiale corre fra queste due formazioni: porta il nome di *sulcus diagonalis* (Fig. 4.1) e finisce anch'esso medialmente, nel *sulcus parolfactorius posterior*.

Il solco che più indietro separa il *planum septale* (ganglion basale *FN*) del *tractus opticus* rappresenta la continuazione del *sulcus parolfactorius postremus* sulla base del cervello (Fig. 4.1, *s.pro.ps.*).

4.3 Varianti delle principali aree frontali

Più sopra è stata descritta l'architettura tipica di tutte le differenti principali aree dei lobi frontali che si estendono dal *solco di Rolando* al polo frontale e alla base dei lobi fino al bordo corticale a livello della *substantia perforata* e della *lamina commissuralis*.

È stata descritta la riduzione progressiva dello spessore corticale complessivo – nel procedere verso il polo frontale – e quella delle cellule piramidali e fusate, contrapposta dal continuo aumento dei due strati granulari che si osserva procedendo dalle porzioni agranulari della corteccia, dalla regione precentrale verso il polo frontale.

Abbiamo mostrato anche come, procedendo da questo polo verso le porzioni caudali del frontale lungo la base del cervello sulla faccia orbitale, queste condizioni in un certo qual modo si invertono.

L'intera corteccia dei lobi frontali è stata suddivisa, secondo il progredire di queste modificazioni, in altrettanti campi seriatî da *FA* a *FN*. Con ciò non bisogna però pensare che il quadro sia completo e che si siano esaurite le particolarità da descrivere in questa regione, specie nelle maggiori aree che, senza riguardo a giri e solchi, occupano interi segmenti della convessità.

Più volte abbiamo accennato al fatto che questi campi presentano delle variazioni locali della loro struttura e abbiamo fatto notare come in genere le porzioni di corteccia vicine al bordo palleale contengano cellule più voluminose di quelle poste più centralmente, che le porzioni caudali di ogni area in genere sono anch'esse più macrocellulari di quelle rostrali, che tutte queste aree si distinguono per contenere a livello della F_3 delle cellule più grosse e altro ancora. Quasi tutte le aree poi (non tutte però), in prossimità del loro confine con le aree vicine, acquisiscono alcuni caratteri del campo vicino. Così, per esempio, fra le aree *FB* e *FC* si osserva una corteccia di passaggio assai poco granulata che potrebbe essere contrassegnata dalla sigla *FBC*, e lo stesso si osserva anche in altre zone di passaggio. Le modificazioni delle aree dovute a un ingrandimento o rimpicciolimento delle cellule sono indicate con il suffisso *m* e *p* (macrocellularis e parvocellularis) (vedi Fig. 1.1a, in *FDm* e *FDp*). Bisogna anche tener presente che ogni circonvoluzione compresa in un'area ripete alcune modificazioni architettoniche regolari. Così, per esempio, si osserva sempre un lieve aumento degli strati granulari sulle pareti laterali delle circonvoluzioni, anche nei territori in cui la corteccia ha struttura agranulare. Questo fatto si osserva anche nella parete posteriore del solco di Rolando che, quantunque appartenga all'area agranulare *FA γ* , pure mostra un accenno a due strati granulari; lo stesso si osserva nel lobulo paracentrale (vedi Fig. 3.2) e nell'area *FB*. Oltre a queste modificazioni generali in ogni area se ne osservano altre più circoscritte e tipiche, che per il fatto di ripetersi sempre nello stesso sito potrebbero anche essere considerate aree indipendenti. Tuttavia, per non complicare troppo l'esposizione noi consideriamo queste varianti solo come *varianti delle aree già descritte*; per esempio, la parte caudale e dorsale della *FA* caratterizzata dalla presenza di cellule giganti di Betz è stata descritta come il territorio *FA γ* (area praecentralis gigantopyramidalis). Anche a livello dell'estremo inferiore ventrale della circonvoluzione centrale, e cioè sull'opercolo di Rolando, la *FA* modifica notevolmente la sua architettura, scomparendo ivi completamente le cellule di Betz. La corteccia si assottiglia assai, le cellule, specie nel III strato ma anche negli altri, diminuiscono di numero e di volume, hanno forma più brutta e perdono in gran parte il loro regolare orientamento radiale verso la superficie, in modo da dare alla trama cellulare un aspetto disordinato caratteristico. Oltretutto, nella regione opercolare la corteccia *FA* perde il suo carattere agranulare; si può indicare questa variante con la sigla *FAop*. Il grado che queste variazioni raggiungono e le loro estensioni sono soggette a oscillazioni individuali.

Anche l'area *FB*, che a livello della terza circonvoluzione frontale si estende come tale solo sulla circonvoluzione precentrale (vedi Fig. 1.1), presenta in vicinanza del bordo inferiore dell'opercolo una modificazione della sua architettura somigliante a quella di *FAop* descritta sopra, come mostra la Figura 4.5, che può servire di modello per le varianti opercolari. Questa zona opercolare viene contrassegnata con la sigla *FBop*: la parete interna dell'operculum è invece in genere rivestita dalla corteccia *FB* classica.

Un confronto dell'area *FB* (vedi Fig. 3.3) con l'area *FBop* (Fig. 4.5) mostra chiaramente l'assottigliamento corticale proprio di quest'ultima, il rimpicciolimento delle sue cellule, il disordine della loro disposizione, l'accentuarsi degli strati II e IV, il disordine delle cellule negli strati III e IIIc ecc.

Nella corteccia della *FC* si possono distinguere due varianti architettoniche che potrebbero autorizzare la delimitazione di due aree separate. Sulla faccia interemisferica la corteccia di tipo *FC* raggiunge il sulcus callosomarginalis e riveste anche la porzione posteriore della piega di passaggio frontolimbica. In corrispondenza di quest'ultima essa si modifica assottigliandosi, e assume una caratteristica tipica della corteccia del gyrus limbicus (che verrà descritta più avanti), consistente in uno spiccato aumento delle cellule del V strato, più accentuato nelle sue porzioni più superficiali, che divengono così in un certo qual modo il piano cellulare più notevole di queste sezioni corticali (ciò dimostra la vicinanza del rinencefalo). Questa variante che, come si vedrà oltre, è comune a tutte le aree frontali che si portano sulla faccia interemisferica (vedi Fig. 1.1b) autorizza con la sua costanza la delimitazione di un'area secondaria all'area *FC*, cioè l'area *FCL* denominata "area intermediolimbica" (questa variante viene mostrata più avanti nella Figura 4.9, a proposito dell'area *FD*).

La seconda variante – molto più notevole – si osserva a livello del piede della III frontale, nel centro di Broca (vedi Figg. 1.1a e 4.6). Anch'essa è rivestita da una corteccia intermedia, leggermente granulare, a grosse cellule; però a questo livello la corteccia della *FC* si allarga alquanto e assume un aspetto striato a ventaglio e carattere poli- e macrocellulare (vedi Figg. 3.4 e 4.6). Le cellule sono ordinate in cordoni verticali meglio che nel resto della *FC*, specialmente nello strato III, che può essere distinto in tre piani, IIIa, b, c. Le cellule del piano più profondo del III strato formano uno strato evidentissimo composto di elementi piramidali, snelli e grandi e che raggiungono a volte i 45-70/25 μm . Gli strati IV e II invece sono più sottili ma più ricchi di elementi e più evidenti che non nel resto della *FC*. Anche le cellule piramidali del V strato sono assai grandi, molto più di quelle del VI, raggiungendo i 35-45/15 μm . Si può anche distinguere un piano profondo *Vb* chiaro. Il VI strato è assai evidente e largo, ma di aspetto solito.

Il notevole volume delle cellule piramidali di queste aree, maggiore di quello delle piramidi dell'area *FB* vicino al bordo paleale, la striatura radiale e lo spessore della corteccia fanno pensare alla vicina area *FB*, mentre lo sviluppo dei due strati di granuli dimostra l'appartenenza di questa corteccia alla regione *FC*. Si tratta dunque di una forma di passaggio che potrebbe essere indicata con la sigla *FCB* a cui, per la sua macrocellularità, va aggiunto il suffisso *m*. Quest'area può dunque essere distinta come variante tipica con il nome di *area di Broca FCBm*, e la sua architettura essere considerata tipica della *zona fasico-motoria*.

È evidente che non solo l'area di Broca ma tutta la terza circonvoluzione frontale è un nuovo acquisto del cervello umano, che non si trova negli animali, se non accennata nel cervello dell'Orango giovane. La terza circonvoluzione frontale ha la tendenza a contenere anche più rostralmente delle grandi cellule piramidali, cioè anche nella *pars triangularis* posta in avanti al suo piede e nel suo cosiddetto Cap.

Per quanto questa *pars triangularis* appartenga alla formazione omotopica granulare *FD*, pure questo comportamento la deve far distinguere come una variante di questa zona, cioè come "area triangularis *FA γ* " (vedi Fig. 1.1a). La differenza con il resto dell'area *FD* consiste (Fig. 4.7) in un assottigliamento dello spessore della corteccia, in una sua caratteristica striatura a ventaglio, in una spiccatissima striatura orizzontale dovuta allo

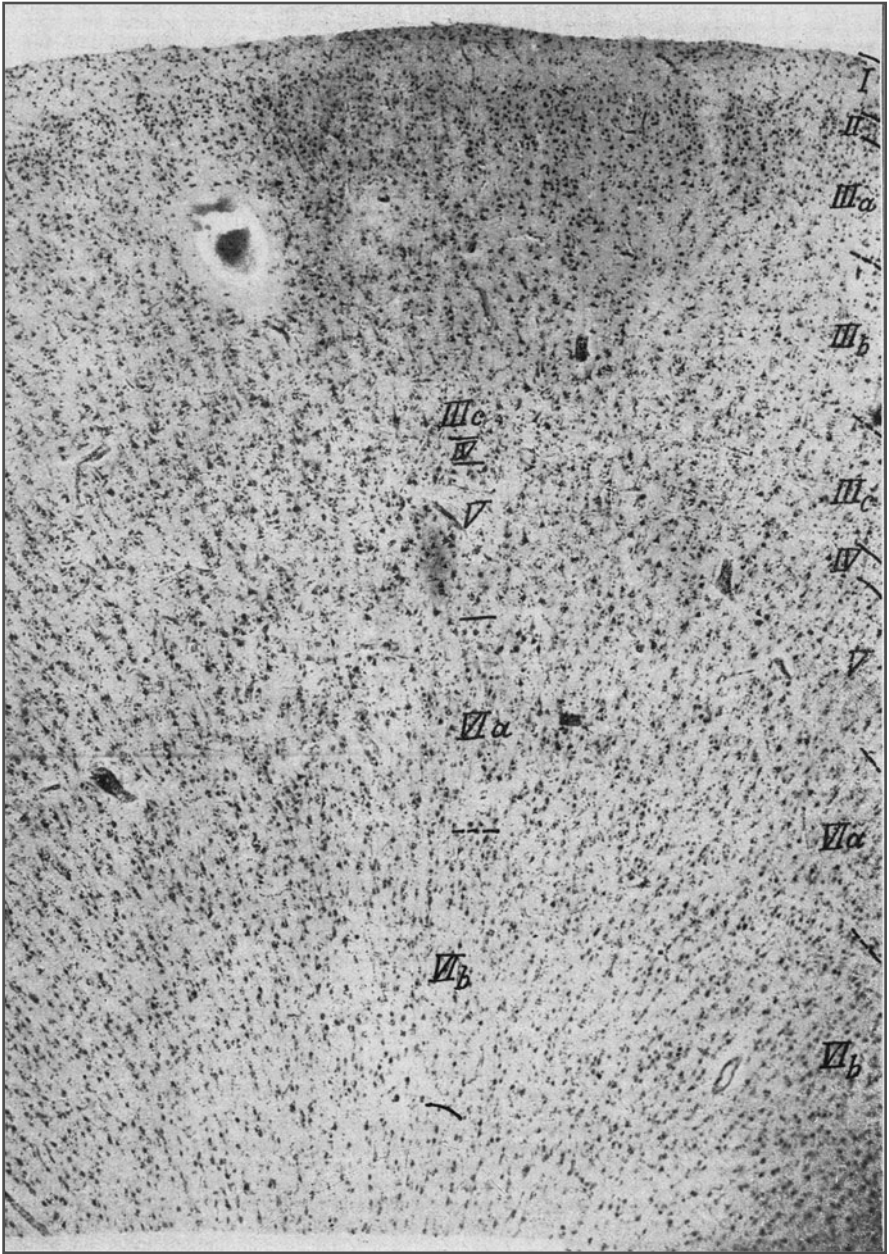


Fig. 4.5 FBop, *area frontalis agranularis in operculo*. Operculo rolandico, circonvoluzione frontale ascendente, sommità della circonvoluzione (44 ingrandimenti)

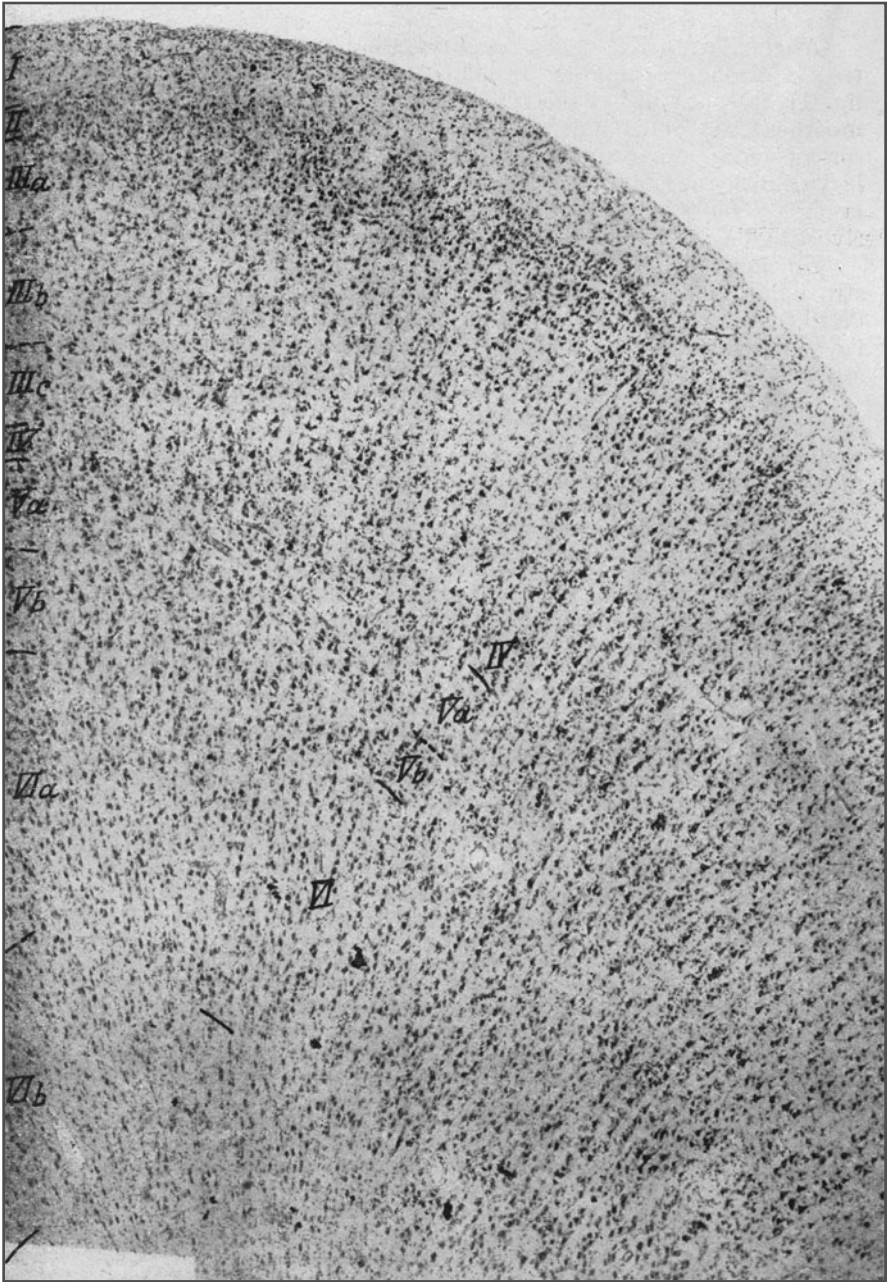


Fig.4.6 Area di Broca. Angolo della convessità del piede della frontale ascendente (44 ingrandimenti)

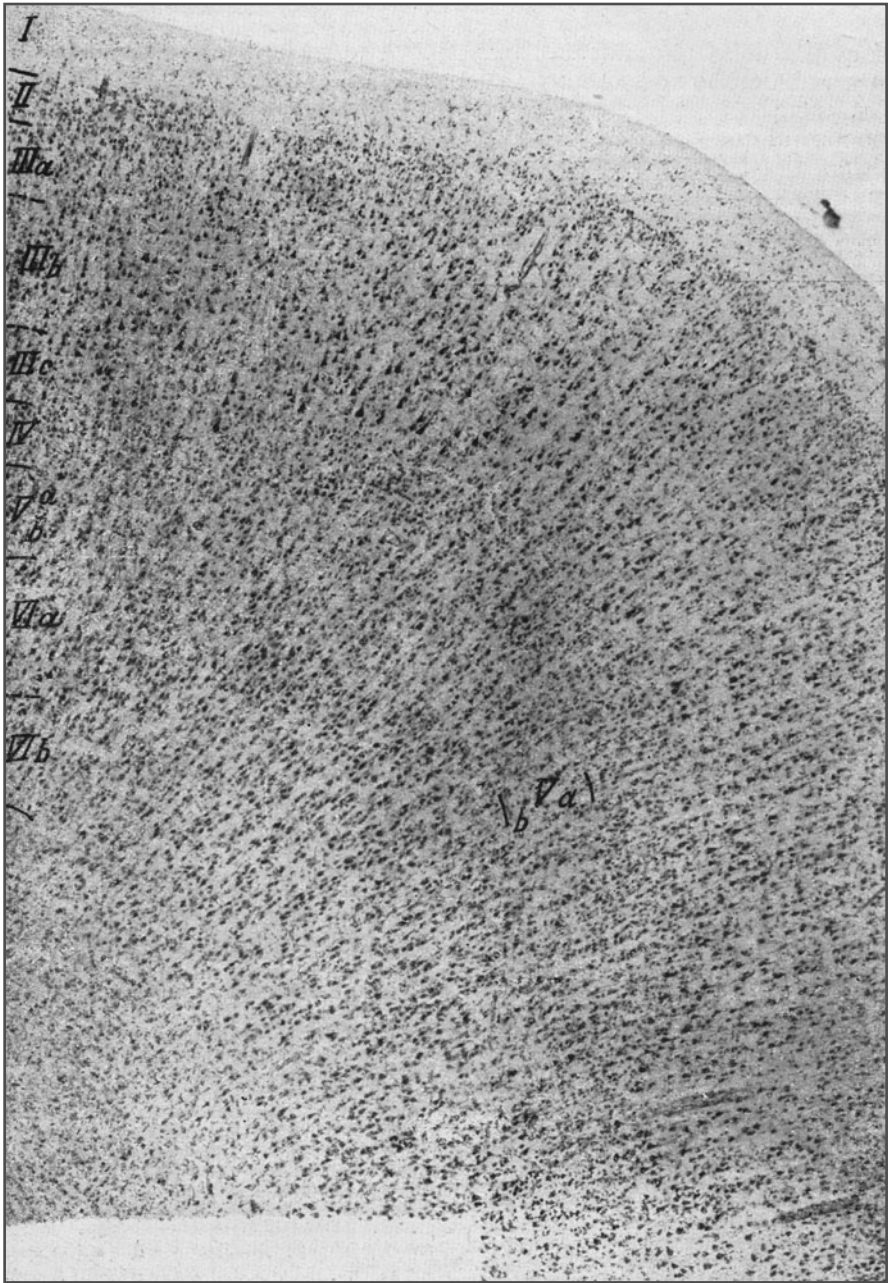


Fig. 4.7 FD_{Δ} , *area triangularis*. Angolo della convessità della pars triangularis della terza circonvoluzione frontale (44 ingrandimenti)

sviluppo notevole dei due strati granulari e infine nella presenza di grosse cellule piramidali, triangolari, in genere ricche di corpi di Nissl, localizzate in uno speciale strato secondario profondo IIIc e che invece, nel resto della *FD*, sono assai rare; queste cellule possono raggiungere dimensioni di 30-50/12 μm e a volte quella gigantesca di 60/40 μm (confrontare le Figure 3.5 e 4.7). Si rileva anche un rischiaramento della porzione profonda del V strato, specie entro il piano secondario Vb più povero di cellule. Il VI strato ha limiti netti verso la sostanza bianca.

Il passaggio dalla larga corteccia del piede della terza frontale (area *FCBm*) alla corteccia sottile della pars triangularis (*FA γ*) avviene in modo piuttosto brusco a livello della pars ascendens del piede della terza frontale *pF₃* formando uno dei pochi confini netti fra due aree.

Hevè già nel 1888 aveva descritto cellule giganti sul piede e il Cap. della *F₃*. Anche il Cap. *F₃* prende probabilmente parte alla funzione fascica della corteccia e Henschen localizza in questa pars triangularis un *centro del canto*.

Dorsalmente al Cap. *F₃* sulla *F₂*, pur sempre nel territorio *FD*, si osserva un'altra variante tipica di quest'area (vedi Fig. 1.1a) che presenta dei particolari opposti a quelli dell'area ora descritta e alla quale diamo il nome di *area frontalis-granularis media FD Δ* (Fig. 4.8).

Nell'ambito circoscritto di quest'area la corteccia granulare frontale si ispessisce, le sue cellule aumentano di numero, si riducono di volume e si dispongono in modo più stipato. Gli strati II e IV superano in numero di elementi e in spessore tutte le altre aree frontali. Le cellule piramidali del III strato raggiungono appena una grandezza media, sono più numerose e stipate che altrove. Manca lo strato secondario IIIc. Il V strato è anch'esso stipato di elementi e non si divide come nel resto della *FD* in due piani. Il suo limite verso il VI è poco netto. Tutte queste particolarità ricordano quelle della corteccia parietale e la *FD Δ* appartiene quindi alla corteccia del tipo 3, mentre il resto della corteccia frontale appartiene a quella dei tipi 2 e 1 (vedi Cap. 2).

Quest'area *FD Δ* si estende solo a due o tre giri secondari piuttosto larghi della seconda circonvoluzione frontale immediatamente sopra e frontalmente al Cap. (vedi Fig. 1.1a). Essa è circondata dalla formazione *FD* di architettura solita e cioè caudalmente e dorsalmente dalla *FDm* (macrocellulare), frontalmente e centralmente dalla *FDp* (parvicellulare).

Funzione Il suo valore fisiologico è ancora dubbio, però va ricordato che Flechsig ha localizzato un *centro anteriore frontale di associazione* in questo punto in cui riscontriamo quest'isola di corteccia di tipo architettonico 3, circondata da ogni lato di corteccia architettonica di tipo 2, e che questo tipo corticale 3 si riscontra anche in corrispondenza dell'altro grande centro associativo parietale inferiore riconosciuto da Flechsig. Per quanto la corrispondenza fra questi tipi corticali non sia completa, pure è abbastanza interessante perché venga rilevata.

L'area *FD*, procedendo verso la faccia mediana del cervello, presenta anche quel tipico aumento nella stipatezza degli elementi dei piani superiori del V strato che rivela la prossimità del gyrus limbicus. Questo carattere si accentua là ove l'area riveste la piega di passaggio frontolimbica fra il sulcus limbicus e il sulcus callosomarginalis.

Questa variante sarà indicata con il nome di *area frontalis granularis limbica (FDL)*. La Figura 4.9 illustra questo tipo (che somiglia anche a *FCL*), e anche le altre varianti della *FE* poste più frontalmente (cioè la *FEL*) e quella della *FH* (cioè la *FHL*): tutte sono caratterizzate dall'ispessimento a nastro del V strato. L'ipertrofia del V strato è, come già

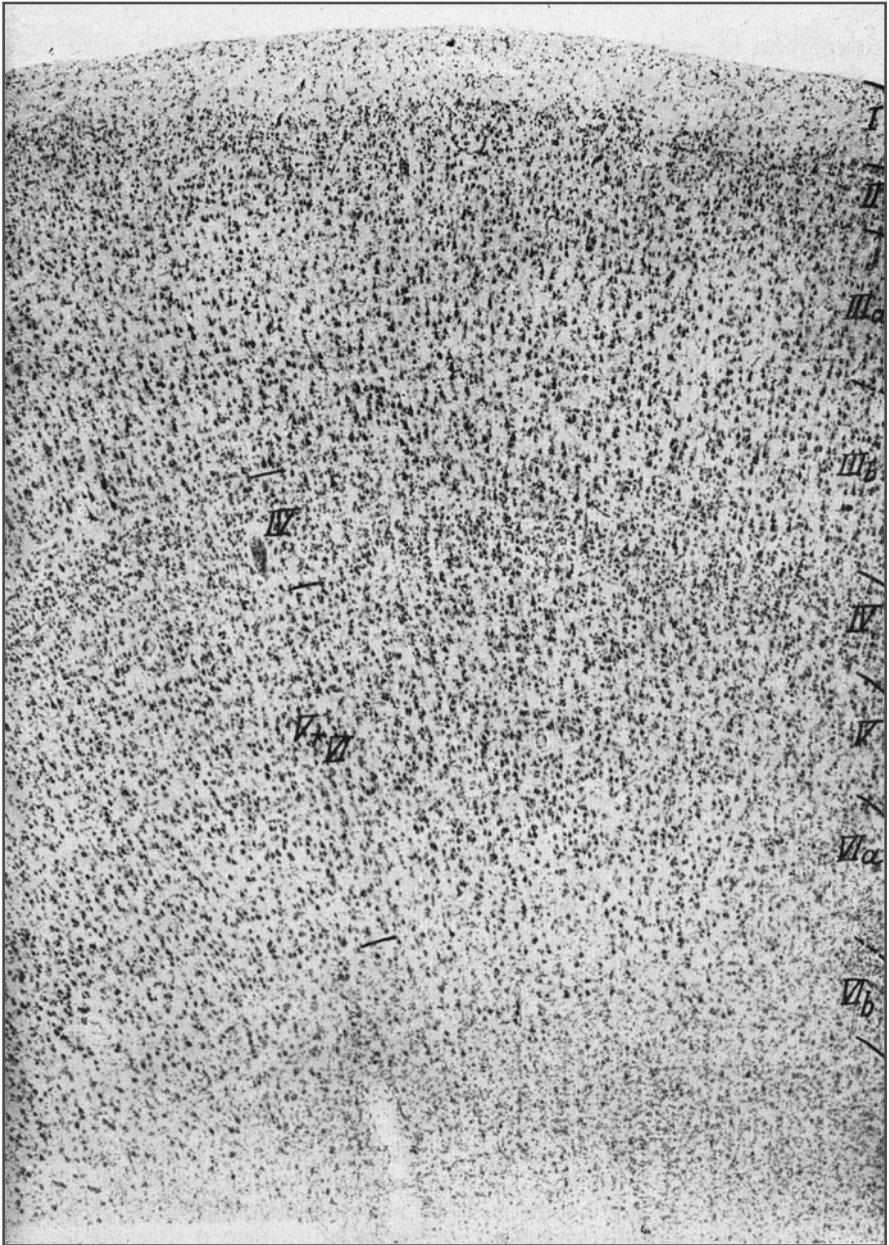


Fig. 4.8 FD_{Δ} , area frontalis (granularis) media. Sommità della circonvoluzione nel terzo medio della seconda frontale (44 ingrandimenti)

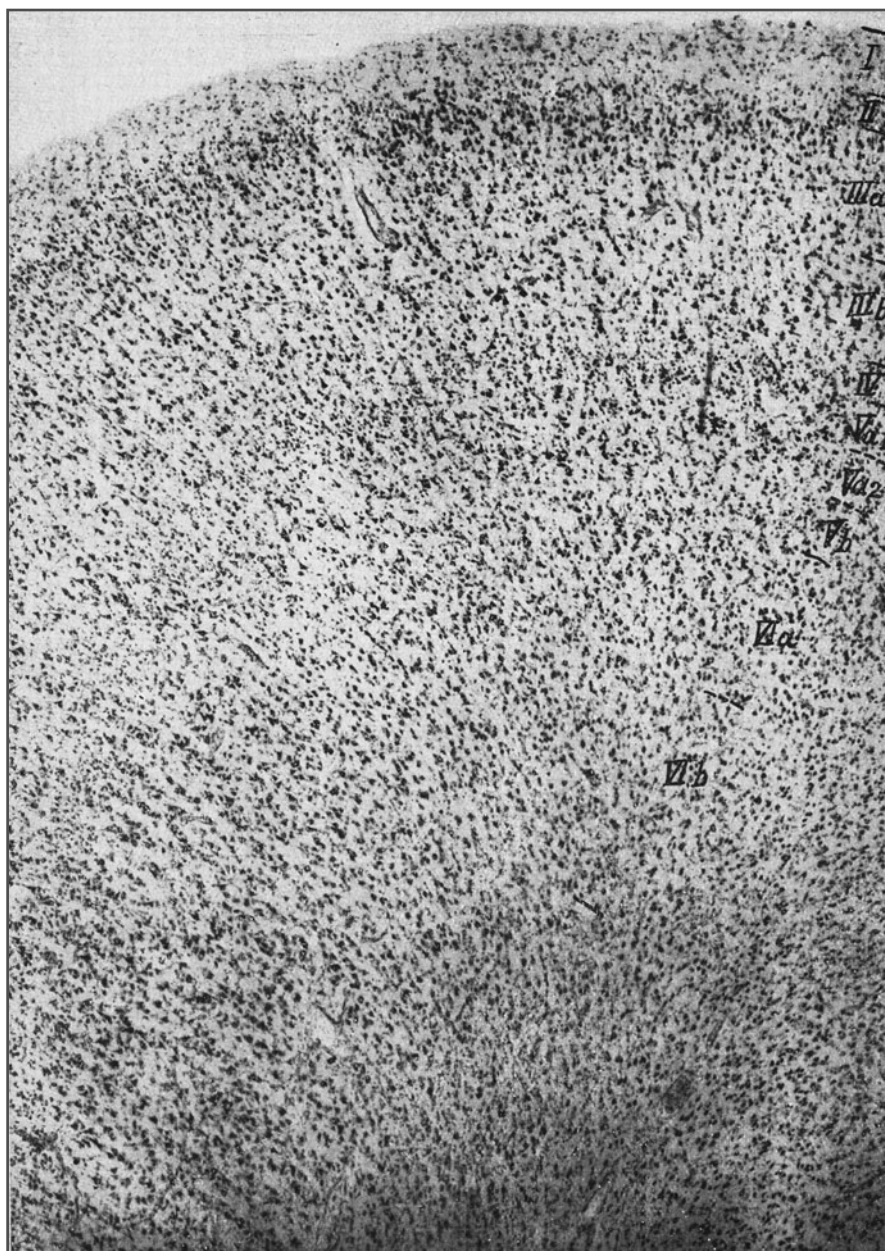


Fig. 4.9 FDL, *area frontalis granularis limbica*. Piega di passaggio frontolimbica. Sommità della faccia interemisferica (44 ingrandimenti)

detto nel Capitolo 2, abbastanza caratteristica per le parti più prossime al rinencefalo *sensu lato* e per alcune parti di questa stessa formazione cerebrale.

A proposito della *FE* abbiamo già ricordato il suo trasformarsi da tipo granulare a quello agranulare sulla faccia orbitale dei lobi frontali. Qui ricorderemo solo brevemente le particolarità architettoniche della pars praetriangularis della terza circonvoluzione frontale, che indicheremo come la sua variante *FF ϕ area orbitalis praetriangularis* (vedi Fig. 1.1a), quantunque abbia caratteri tali da non poter quasi più essere ascritta alle formazioni frontali *FF*.

In questo piccolo territorio comprendente uno o due pliche, che avanti al Cap. formano il punto di passaggio dalla faccia laterale a quella basale dei lobi frontali, si osserva una notevole riduzione dello spessore corticale, più accentuata a carico degli strati superficiali e specialmente a carico del III strato, che si impoverisce di elementi al punto da presentare delle lacune, le sue cellule divenendo anche piccolissime. Anche il IV strato è assottigliato e oligocellulare e solo il V e VI strato conservano la loro larghezza e un numero di cellule tale da permettere di assegnare questa regione all'area *FF*, mentre gli strati superiori ricordano più la struttura della *FG* cui somigliano assai. Malgrado ciò, non assegniamo questa zona a quest'ultima area non avendo con essa alcun punto di contatto.

Bisogna solo aggiungere che anche le aree *FC* ed *FD*, là ove rivestono la faccia basale e la parete interna dell'opercolo, assumono i caratteri delle formazioni opercolari, cioè l'ipertrofia degli strati granulari, una disposizione disordinata delle scarse cellule del III strato e un assottigliamento di tutta la corteccia tanto che si potrebbero ammettere anche delle varianti – *FCop* ed *FDop* – ricoprenti in parte il gyrus anti-diagonalis e quello anti-triangularis e chiamarle *area frontalis intermedia opercularis* e *area frontalis granularis opercularis* (vedi Fig. 1.1a).

I lobi parietali: la regio parietalis ascendens o postcentralis (circonvoluzione retrocentrale), la regio parietalis superior (lobulo parietale superiore) e la regione intermedia temporo-occipitale

5

5.1

Lobus parietalis

Il presente capitolo ha per argomento la descrizione del lobo parietale, che è assai esteso ed è, dopo quello frontale, il lobo più importante del nostro cervello, e al quale, sulle basi della citoarchitettura, dovrebbero essere assegnati limiti assai più ampi di quelli descritti nell'anatomia macroscopica (vedi Fig. 1.1).

Il lobo parietale ha inizio nel fondo del solco di Rolando e si estende sulla faccia interemisferica da esso fino al sulcus parietooccipitalis (*s.po.*). Verso il gyrus limbicus è limitato dapprima dal ramo orizzontale del sulcus callosomarginalis e più indietro dal sulcus subparietalis, occupando così il tratto posteriore del lobulo paracentrale e tutto il pre-uncus.

Sulla convessità il lobo parietale è limitato dal fondo del solco di Rolando fino all'intaccatura del sulcus parietooccipitalis sul bordo parietale, più centralmente fino al sulcus interoccipitalis comprendendo anche tutta la regione intermedia temporoccipitale, fino al limite posteriore un po' sfumato, corrispondente pressappoco alla continuazione ideale del sulcus interoccipitalis perpendicolarmente in basso, e che passa quindi sulla base del cervello.

Il margine inferiore sulla convessità del cervello è rappresentato dal sulcus Sylvii, e dal suo estremo posteriore il limite si porta quasi ad angolo retto in basso formando il margine anteriore della regione intermedia temporoccipitale.

L'incisura preoccipitalis e il sulcus occipitalis anterior, che nell'anatomia macroscopica vengono in genere dati per limite posteriore di questa zona intermedia verso il lobo occipitale, vengono così a giacere entro questa *regione temporooccipitale*, che citoarchitettonicamente *ora risulta appartenere al lobo parietale inferiore* e che noi indichiamo come sua *porzione basale*. Anche l'estremo caudale della seconda e terza circonvoluzione temporale appartiene per la sua massima parte alla parte basale della regione parietale.

Sulla base del cervello questa porzione dei lobi parietali passa sopra il suo bordo inferiore, assottigliandosi verso l'avanti fino a raggiungere il comune tronco della calcarina e del sulcus parietooccipitalis (vedi Fig. 1.1b).

In questi suoi nuovi confini citoarchitettonici il lobo parietale forma anch'esso quasi un anello pressoché chiuso intorno al pallium, la cui apertura a livello della faccia interemisferica è occupata dal *retrosplenio* del *gyrus limbicus*.

I lobi parietali, così estesi, si dividono in numerosi campi di architettura differente di cui quelli della *parietale ascendente* e del *lobulo parietale superiore* presentano qualche somiglianza con quelli dei lobi frontali (tipo architetonico 2).

Tuttavia l'architetonica parietale, specie nelle porzioni inferiori e basali, è essenzialmente differente da quella della corteccia frontale appartenendo al tipo architetonico 3: viene perciò indicata anche con il nome di *corteccia di tipo parietale*. La corteccia di questo tipo ha uno spessore rilevante pur non raggiungendo quello della corteccia frontale nei suoi punti di maggior spessore; i suoi due strati granulari (e cioè il II e IV) contengono in genere veri granuli e sono assai evidenti, larghi e ricchi di cellule in modo che la corteccia, per questo loro carattere, appare molto più evidentemente striata in senso orizzontale che non quella frontale.

Un altro importante carattere di quest'area è costituito da una fine striatura verticale che interessa tutti gli strati corticali, ma è più evidente nel III. La corteccia è in toto più ricca di elementi, però più piccoli, di quella frontale, e il III strato possiede in genere solo elementi di media grandezza; cellule voluminose – come è solito osservare nel III strato dei lobi frontali, ove spesso formano un vero strato IIIc macrocellulare – non c'è dato di vedere nei lobi parietali se non in rari esemplari.

Si deve ricordare anche un minor sviluppo del VI strato e specialmente del V che, anzi, procedendo caudalmente, si assottiglia *progressivamente* sempre più.

Il V e VI strato, che nei tratti superoanteriori del parietale (o meglio sulla circonvoluzione parietale ascendente e nel lobulo parietale superiore) sono abbastanza bene sviluppati, si riducono invece notevolissimamente nei tratti inferiori e ancor più verso il limite con l'occipitale ove sono miseri e microcellulari. Questo progressivo impoverimento del V e VI strato si continua ancora nel lobo occipitale, procedendo verso il polo cerebrale posteriore. Più oltre mostreremo più diffusamente come la prima e la quarta circonvoluzione del temporale presentino, a differenza della seconda e terza circonvoluzione temporale (T_2 e T_3), alcuni caratteri di somiglianza con il tipo corticale parietale. Sulla parietale ascendente e sul lobulo parietale superiore la corteccia parietale presenta, come già detto, qualche somiglianza con il tipo corticale frontale. Noi inizieremo la nostra trattazione da queste aree.

Il limite verso il lobo frontale corre, come già detto, pressappoco nel fondo del solco di Rolando portandosi a volte un po' sulla parete laterale della frontale ascendente. Questo limite in genere è nettamente caratterizzato da una colossale riduzione dello spessore della corteccia e dall'improvviso arricchirsi in cellule granulari degli strati II e IV. Già sulla circonvoluzione parietale ascendente distinguiamo quattro aree che, disposte longitudinalmente a mo' di nastro, si portano dall'opercolo fino al bordo palleale superiore, e oltre a questo fino nel lobulo paracentrale (vedi Fig. 1.1).

Le prime due aree, *PA* e *PB*, giacciono nella parete anteriore della frontale ascendente; *PC* riveste la convessità della parietale ascendente dell'opercolo fino al lobulo paracentrale, e *PD* la faccia posteriore della circonvoluzione postcentrale e quella simmetrica, cioè ambedue le pareti del *sulcus postcentralis*.

5.2

PA – Area postcentralis gigantopyramidalis

La corteccia agranulare dell'area $F4\gamma$, che sulla parete posteriore della circonvoluzione frontale ascendente ha ancora uno spessore di 3 mm, si riduce bruscamente nel fondo del solco di Rolando a soli 2 mm e anche a meno, passando quindi sulla porzione inferiore della faccia anteriore della circonvoluzione parietale ascendente (Fig. 5.1). Contemporaneamente si rendono di nuovo evidenti il II e il IV strato, che avevano cominciato a rendersi visibili a livello dei tratti inferiori della parete posteriore del gyrus centralis anterior (*C.a.*). Essi si presentano così pieni di piccoli granuli da comparire nei preparati come due strie orizzontali colorate in bleu scuro.

Anche il V strato si assottiglia assai e contemporaneamente si rischiarizza leggermente; in esso penetrano anche alcune cellule di Betz, provenienti dalla $F4\gamma$, che però sono più appiattite e piccole che non nella circonvoluzione frontale ascendente.

Quest'area postcentralis gigantopyramidalis, PA, caratterizzata, come già detto, dalla sua sottigliezza e dai suoi due strati granulari e dalla presenza di queste cellule giganti, si estende al fondo del solco di Rolando e al terzo inferiore della parete rolandica della circonvoluzione parietale ascendente in tutta la sua estensione, cioè dall'opercolo (ove sporge appena sulla convessità) fino al lobulo paracentrale, sulla cui area all'estremo dorsale del solco di Rolando si porta per largo tratto in superficie (vedi Fig. 1.1a) per raggiungere il ramo verticale del sulcus callosomarginalis e a volte per superarlo (vedi Fig. 1.1b). Quindi questa area, seguendo questo solco fino all'intaccatura che esso forma sul bordo palleale, oltrepassa quest'ultima una seconda volta per riportarsi di nuovo sulla convessità, circondando quindi l'estremo superiore della parietale ascendente a mo' di uncino (vedi Fig. 1.1, PA_1 e PA_2). A livello della parete della circonvoluzione parietale ascendente la corteccia ha in media uno spessore di circa 2 mm, che però sul lobulo paracentrale aumenta raggiungendo i 2,8 mm circa. La Figura 5.1 mostra la struttura di quest'area parietale nel punto di passaggio dal fondo del solco di Rolando alla sua parete posteriore.

Il I strato è largo 0,23 mm, presenta cioè uno spessore piuttosto rilevante quale del resto si osserva nelle facce laterali delle circonvoluzioni, e come al solito è povero di cellule contenendo solo 8-10 elementi di $6/11 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato, largo 0,20 mm, è assai ricco di cellule contenendone fino a 100 di $5/5 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule più superficiali sono nella massima parte veri granuli, mentre quelle profonde sono in prevalenza cellule triangolari, in modo che il limite verso il III strato ne risulta indistinto.

Il III strato ha uno spessore che oscilla fra 0,60 e 0,70 mm ed è quindi piuttosto largo trattandosi di un tratto di corteccia appartenente alla parete laterale di un giro. Le cellule sono chiaramente distinte in tre strati secondari IIIa, b, c. Lo strato IIIa contiene circa 65 piccole cellule piramidali piccole di $10/8 \mu\text{m}$ di grandezza media per $(0,1 \text{ mm})^3$; il IIIb è assai più povero di elementi e più chiaro, con sole 40 cellule (piramidali medie) di $20/15 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, di cui un quarto circa raggiunge i $35/20 \mu\text{m}$. Qua e là si osservano anche cellule piramidali voluminosissime, isolate, di oltre $50 \mu\text{m}$ di altezza. Il III strato è più spesso sul fondo del solco e disposto a larghe strie radiali.

Il IV strato ha uno spessore di oltre 0,25 mm, con più di 150 elementi di $5/5 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, formando una larga stria ricca di cellule stipate.

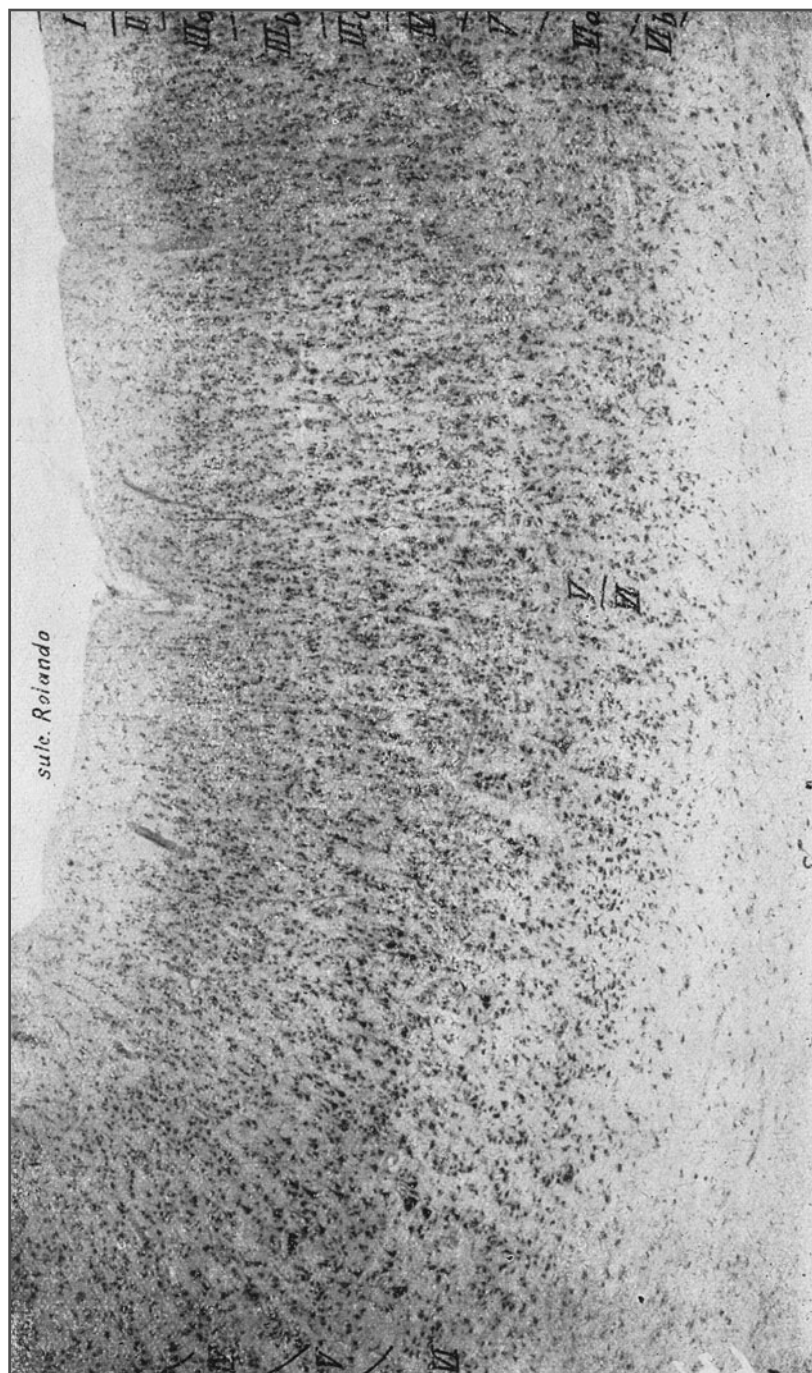


Fig. 5.1 PA₁, *area postcentralis oralis gigantopyramidalis*. Parete anteriore della circonvoluzione parietale ascendente nel fondo del solco di Rolando (44 ingrandimenti)

Il V strato raggiunge appena 0,15 mm di spessore e contrasta, per lo scarso contenuto in cellule, in media appena 33-40 per $(0,1 \text{ mm})^3$ di $15/10 \mu\text{m}$ di grandezza; si osservano però regolarmente anche delle cellule giganti di Betz, riconoscibili per il loro volume di $50/25 \mu\text{m}$, per i loro corpi tigroidi, le loro zolle di lipidi e pigmento, i loro prolungamenti nodosi, il nucleo bollosa a grosso nucleolo ecc. Queste cellule giganti sono però assai meno ben sviluppate di quelle della frontale ascendente e spesso appiattite, specie in fondo al solco.

Il VI strato si divide in uno strato secondario VIa e uno profondo VIb; solo quest'ultimo però contiene delle cellule fusate, più di 15 di $15/10 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$; lo strato sovrastante VIa, che ha l'aspetto di un denso nastro, contiene invece in prevalenza cellule triangolari e piramidali medie di $15/20 \mu\text{m}$ in numero di circa 50 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il limite verso la sostanza bianca è netto.

Questa formazione si modifica alquanto nel punto di passaggio sulla superficie del lobulo paracentrale, come del resto si osserva in ogni corteccia nel passaggio dalla parete laterale di un giro alla sua convessità. Essa si ispessisce raggiungendo i 2,8 mm e a questo ispessimento prendono parte tutti i suoi strati. Anche le singole cellule appaiono alquanto più voluminose, come del resto succede sempre sulle convessità. Sembra che anche le cellule di Betz prendano parte a questo ingrandimento, pur rimanendo più piccole, meno ben sviluppate e più rare che nella porzione anteriore del lobulo paracentrale coperto dall'area FA γ .

Per queste differenze architettoniche rispetto al quadro osservato nel fondo del solco di Rolando si può differenziare la corteccia del lobulo paracentrale da quella del fondo della rolandica distinguendo due aree, PA₂ e PA₁.

Come già detto, in prossimità del ramo verticale del sulcus callosomarginalis la corteccia contenente cellule giganti si porta dalla faccia interemisferica oltre l'angolo palaleale di nuovo sulla porzione posterodorsale della parietale ascendente e sul bordo anteriore del lobo parietale superiore, in modo che le altre formazioni (PB e PC) della parietale ascendente vengono a trovarsi da essa abbracciate a mo' di uncino (vedi Fig. 1.1).

Anche nelle altre aree della porzione dorsale della parietale ascendente si riscontrano cellule giganti sparse nel V strato, come pure in quelle aree che non contengono cellule giganti in alcun altro strato, in modo che la *corteccia gigantocellulare nel bordo palaleale* si porta dal piede della prima circonvoluzione frontale verso l'indietro fino alla porzione anteriore del gyrus arcuatus anterior del lobo parietale superiore.

5.3

PB – Area postcentralis oralis (granulosa)

Mentre la formazione PA occupa il fondo e il terzo inferiore della parete anteriore della parietale ascendente, i due terzi superiori di questa parete anteriore sono ricoperti dall'area PB costituita da una corteccia eterotipica assai caratteristica che si estende sulla parete della circonvoluzione parietale ascendente a mo' di nastro sopra e parallelamente all'area PA, dall'opercolo fino al lobulo paracentrale (vedi Fig. 1.1a). Quest'area si distingue dalla precedente per il fatto che in essa (Fig. 5.2) la maggior parte delle sue cellule impiccolisce riducendosi quasi alla grandezza di granuli, mentre gli strati dei granuli si

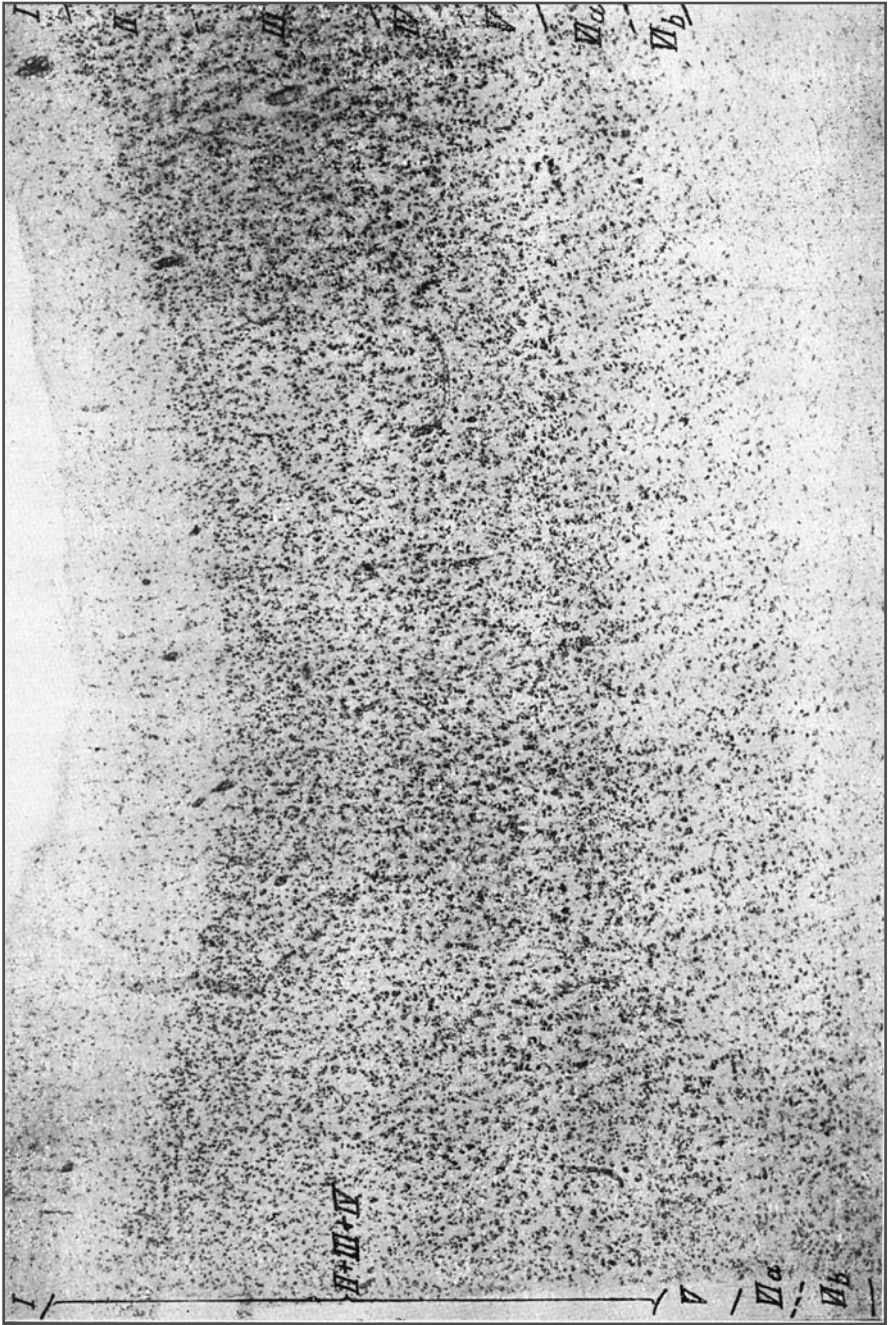


Fig. 5.2 PB_1 , area postcentralis oralis granulosa. Terzo medio della faccia anteriore della parietale ascendente nel solco di Rolando (44 ingrandimenti)

allargano, facendo assumere alla sezione della corteccia un aspetto *polveroso* con gli strati dal V al I che appaiono come un unico larghissimo strato granulare. Nella Figura 4.6 questo aspetto è evidentissimo (II, III, IV).

Quest'area è dunque coperta da una *coniocorteccia* eterotipica, dovuta alla granulazione delle cellule del III strato e all'aumento della sua ricchezza in elementi. Anche lo spessore complessivo in quest'area si riduce in alcune zone a un minimo che arriva fino a 1,8 mm. Il V strato tende a rischiararsi e in esso si può osservare con i preparati per le guaine mieliniche un feltro di telodendri. Non in tutte le parti dell'area PB il processo di granulizzazione è ugualmente intenso, ma lo è solo qua e là, formando delle zone insuli o nastriformi. I tratti più intensamente granulizzati di questa coniocorteccia potrebbero venir distinti con il nome di *area postcentralis oralis granulosa* e con la sigla PB₁, mentre quella contenente ancora elementi evidentemente piramidali per quanto piccoli potrebbe essere detta *area postcentralis oralis simplex* (PB₂).

Il I strato ha circa 25 mm di spessore ed è in genere povero di cellule.

Il II strato raggiunge uno spessore di 0,70 mm ed è ricchissimo di elementi contendo circa 200 cellule di 5/5 µm per (0,1 mm)³.

Il III strato ha in media uno spessore di 0,45 mm e contiene un numero di cellule eccezionale per questo strato: 100 per (0,1 mm)³, di cui la maggior parte ha una grandezza di solo 4/4 oppure 6/6 µm. Risulta pertanto difficile distinguere il III strato dal II e dal IV, e nella Figura 5.2 abbiamo indicato quest'area con II+III+IV. Nel III strato si osservano però disposte con una certa regolarità lunghe e snelle cellule piramidali di 30/15 µm che risaltano stranamente con il loro volume fra la massa dei piccoli elementi da cui sono circondate.

Il IV strato ha anch'esso circa 0,30 mm di spessore ed è assai ricco di elementi avendone circa 200 di 5/5 µm per (0,1 mm)³. Il limite superiore di questo strato e anche quello inferiore sono assai confusi, e spesso il II, III e IV strato sembrano formare un unico largo strato di granuli.

Il V strato, largo 0,20 mm, contrasta con i precedenti per la sua chiarezza, la sua sottigliezza e la scarsità in cellule. Esso contiene alcune cellule piramidali medie e molto piccole, delle dimensioni di 20-15/10-15 µm in numero di circa 50 per (0,1 mm)³. Non raramente si osservano in questo strato e specie nel fondo del solco di Rolando, in particolare vicino al bordo palleale, rare cellule giganti di Betz appiattite e relativamente piccole, che hanno deviato fino in questo territorio (non se ne vedono nella Figura 5.2).

Il VI strato ha qui un aspetto nastriforme ancora più evidente che non nella PA. Le sue cellule sono più piccole del solito e fra esse prevalgono invece delle cellule fusate quelle triangolari di 15-20/9-15 µm, nello strato VIa in numero di più di 60, e in quello VIb in numero di sole 16 per (0,1 mm)³. La sua ricchezza in elementi fa risaltare il VI strato dal V, più povero e più chiaro. Il limite midollare è netto.

Anche l'area PB_γ, parallelamente al ridursi della profondità del solco di Rolando vicino al bordo palleale, si porta in superficie occupando parte del lobulo paracentrale, ove copre un territorio di forma ovale (Fig. 1.1b) che si estende sul lobulo paracentrale posteriore entro il territorio compreso dalle aree PA₁ e PA₂.

Anche qui sulla superficie emisferica la coniocorteccia conserva la sua tipica architettura, però con le solite modificazioni che si osservano nel passaggio della corteccia dalla parete dei solchi alla convessità dei giri, cioè con un ispessimento di tutta la corteccia, un ingrandimento delle cellule e una lieve diminuzione del loro numero. All'estremo ventrale del solco di Rolando l'area PB non raggiunge la superficie dell'opercolo ma finisce ottusamente, già entro il solco, al suo estremo un po' allargato.

Funzione Come già sappiamo, la coniocorteccia è la *corteccia sensoriale*, cioè quel tratto corticale in cui si portano gli impulsi sensitivi provenienti dagli organi di senso e dal midollo spinale e trasformati nel mesencefalo per esservi assunti e percepiti. Nell'area *PB* è localizzato il *centro sensorio del tatto* per le varie sensazioni della superficie cutanea (tatto, termestesia ecc.) e forse anche delle altre sensazioni dello stesso ordine, quali il senso muscolare e articolare di tutto il corpo. Le sue porzioni opercolari presiedono alla sensibilità della bocca e anche ad alcune sensazioni gustative. L'intera superficie coniocorticale del centro tattile raggiunge sui due emisferi circa 35-40 cm². Anche lo studio del decorso delle vie ha dimostrato che le fibre provenienti dai nuclei mesencefalici si portano alla circonvoluzione parietale ascendente.

5.4

PC – Area postcentralis intermedia

Questa formazione si estende a tutta la convessità e spesso anche alle labbra della circonvoluzione parietale ascendente, in tutta la sua superficie dall'opercolo al lobulo paracentrale. Anch'essa ha dunque la forma di un largo nastro, posto però sulla superficie degli emisferi, che corre immediatamente parallelo all'area *PB* più sopra descritta (Fig. 1.1a).

La sua architettura presenta una notevolissima rassomiglianza con quella delle aree frontali (Fig. 5.3), in particolare con quella di *FB* ed *FC*, da cui si distingue solo per i suoi due evidenti strati granulari e per un maggior contenuto in elementi, mentre ha con esse in comune il notevole sviluppo degli strati III e V. Le belle e grandi cellule piramidali dello strato IIIc superano spesso per volume e bellezza di forme persino le cellule piramidali dei lobi frontali. Esse sono, come in quelle aree, ordinate in serie verticali secondo il loro volume, dando così un aspetto regolarmente raggiato alle sezioni di quest'area. Questa corteccia ha uno spessore variabile fra i 3 e i 3,3 mm.

Il I strato è largo in media 0,22 mm ed è come al solito microcellulare e povero di elementi contenendone circa 8 per (0,1 mm)³.

Il II strato è largo circa 0,23 mm e contiene circa 130 cellule per (0,1 mm)³, di forma granulare o piramidale e piccolissime, di 6/6 e 7/5 μ m.

Il III strato è largo 0,90 mm e raggiunge quindi quasi lo spessore (0,1 mm) del III strato delle aree frontali posteriori. In esso si distinguono chiaramente uno strato superiore, (IIIa) di piccole cellule piramidali, uno più chiaro (IIIb) di medie piramidi e uno profondo (IIIc) di grosse piramidi di circa 30/10 μ m, in numero di circa 30 per (0,1 mm)³. In questo strato IIIc si osservano però anche molte cellule piramidali di bella forma e di 38-60/25 μ m, cioè quasi giganti; di preferenza si trovano in corrispondenza del bordo anteriore del giro, cioè verso il confine con l'area *PB*. Esse danno un aspetto speciale a quest'area e la *caratterizzano rispetto a tutti gli altri campi corticali* dell'isocorteccia esastratificata.

Il IV strato è assai spesso, raggiungendo 0,35 mm di altezza, e contiene molti granuli – 130 per (0,1 mm)³ – di 6/6 μ m e oltre di grandezza.

Il sottostante V strato è assai bene sviluppato raggiungendo uno spessore di 0,40 mm e contiene circa 30 cellule piramidali per (0,1 mm)³; di queste la maggior parte è di grandezza media e una parte minore è invece voluminosissima raggiungendo dimensioni fino a 30/25 μ m. Rispetto allo strato IV stipato di cellule, il V appare leggermente chiaro; nel territorio del bordo palleale anche la *PC* contiene rare cellule giganti di Betz, che però non raggiungono i massimi volumi, e così pure quel tratto di quest'area che si estende sul lobulo paracentrale.

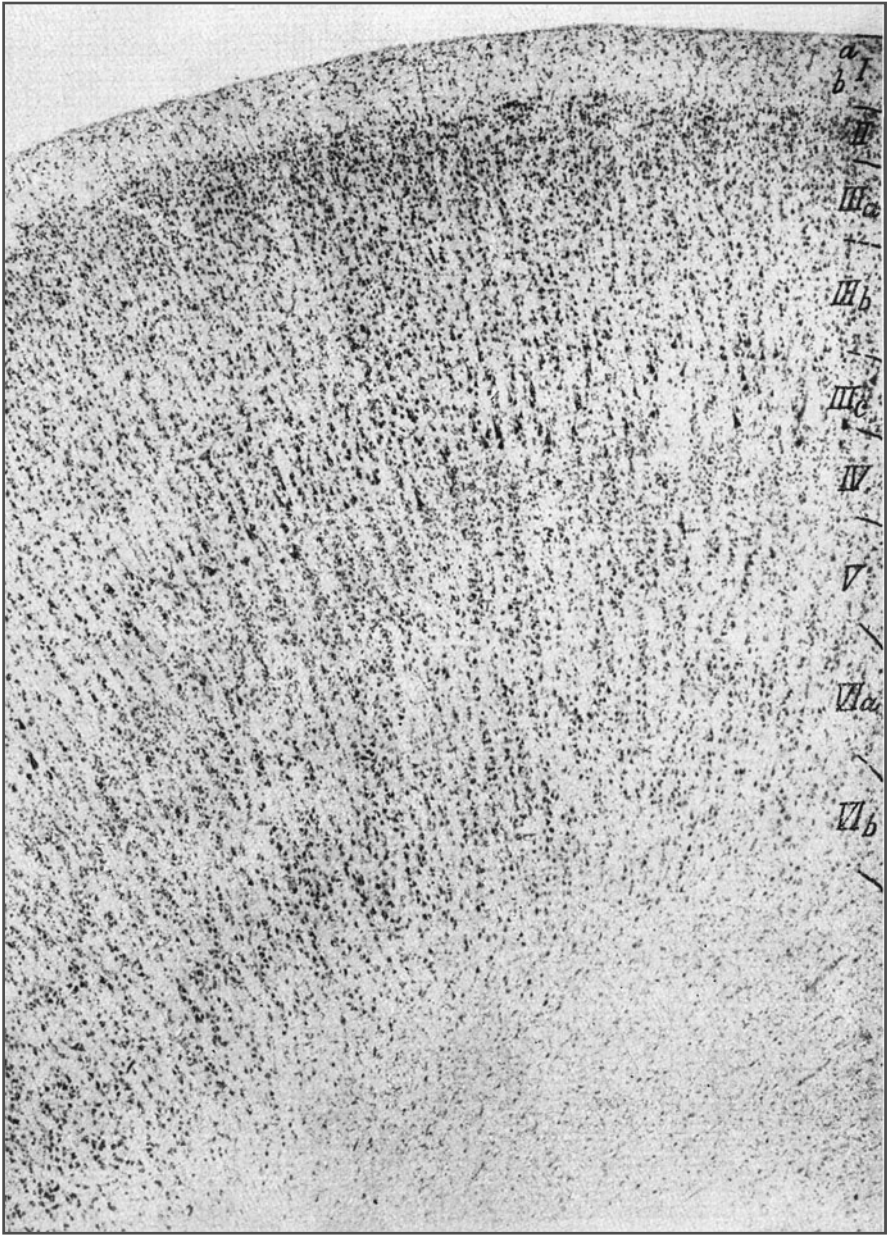


Fig.5.3 PC, *area postcentralis intermedia*. Sommità della parietale ascendente, angolo caudale della convessità della circonvoluzione (44 ingrandimenti)

Il VI strato contiene (a differenza delle ultime due aree già descritte *PA* e *PB*) di nuovo delle *cellule fusate* di bella forma e di 20/10 μm di grandezza che negli strati più profondi si riducono a 16/8 μm . Nei tratti superiori di questo strato (*VIa*) se ne contano 45 e in quelli profondi (*VIb*) solo 15/20 per (0,1 mm)³; il limite verso la sostanza midollare è discretamente netto.

Sull'opercolo l'area *PC* raggiunge l'area *FB* della frontale ascendente (vedi Fig. 1.1a), ma questo limite presenta delle variazioni individuali assai notevoli spostandosi dalla circonvoluzione centrale posteriore a quella anteriore.

Vicino al bordo palleale compaiono nel V strato delle cellule giganti di Betz, come già detto in precedenza. Dorsalmente, oltre il bordo palleale la *PC*, che qui contiene cellule giganti non solo nello strato *IIIc* ma anche nel V, si porta sulla faccia interemisferica sul lobulo paracentrale e si estende oltre l'estremo superiore dell'area *PB* nello spazio concavo che è lasciato libero dalle aree ripiegate a uncino *PA₁* e *PA₂* (vedi Fig. 1.1b). Distinguiamo quest'area con il nome di *area postcentralis intermedia gigantopyramidalis* e con la sigla *PC γ* .

Funzione Circa il significato fisiologico della *PC* si sa solo che la sua stimolazione elettrica può determinare due tipi di movimenti:

- 1) quelli che si estrinsecano perifericamente lungo vie dirette e che appartengono al tipo dei movimenti combinati di attesa;
- 2) quelli speciali per i movimenti isolati che si producono solo per il passaggio dello stimolo alla frontale ascendente.

Al suo limite verso la coniocorteccia *PB* le cellule del suo strato *IIIc* assumono notevole volume. Queste zone marginali macrocellulari si riscontrano quasi costantemente lungo il limite delle aree coniocorticali (cioè in vicinanza di tutte le porzioni sensitive della corteccia) e noi le indichiamo quindi con il nome di *zone parasensitive*. La corteccia dell'area *PC* appartiene evidentemente al tipo architetonico 2 e quindi ha carattere frontale.

5.5

PD – Area postcentralis caudalis

Sulla faccia posteriore della parietale ascendente la corteccia, larga sulla sua convessità, si assottiglia di nuovo in modo assai notevole, assai più di quanto avvenga normalmente nel passare dalla convessità di un giro alla sua parete laterale, tanto che anche in considerazione di alcune altre modificazioni della sua struttura possiamo distinguere su detta faccia posteriore della parietale ascendente un'altra area, anch'essa nastriforme detta *PD* (Fig. 5.4). Lo spessore di questa porzione di corteccia oscilla tra 1,8 e 2,0 mm e si distingue da quella che riveste la faccia laterale anteriore dello stesso giro per il maggior volume delle sue cellule e per la disposizione pluristratificata, densa e nastriforme, delle piramidi dello strato *IIIc*. Questo strato di grosse cellule distingue anche l'area *PD* da tutte le altre della porzione superiore del parietale, che del resto hanno architettura simile nella loro parete laterale.

Il I strato è piuttosto sottile e contiene un po' più di 9-10 elementi per (0,1 mm)³ di 7-8/6 μm .

Il II strato ha 0,20 mm di spessore ed è quindi assai più sottile dello strato omologo della faccia anteriore del giro, ma è pur sempre più largo che altrove. È ricco di elementi contenendo 120 granuli di 5/5 μm per (0,1 mm)³.

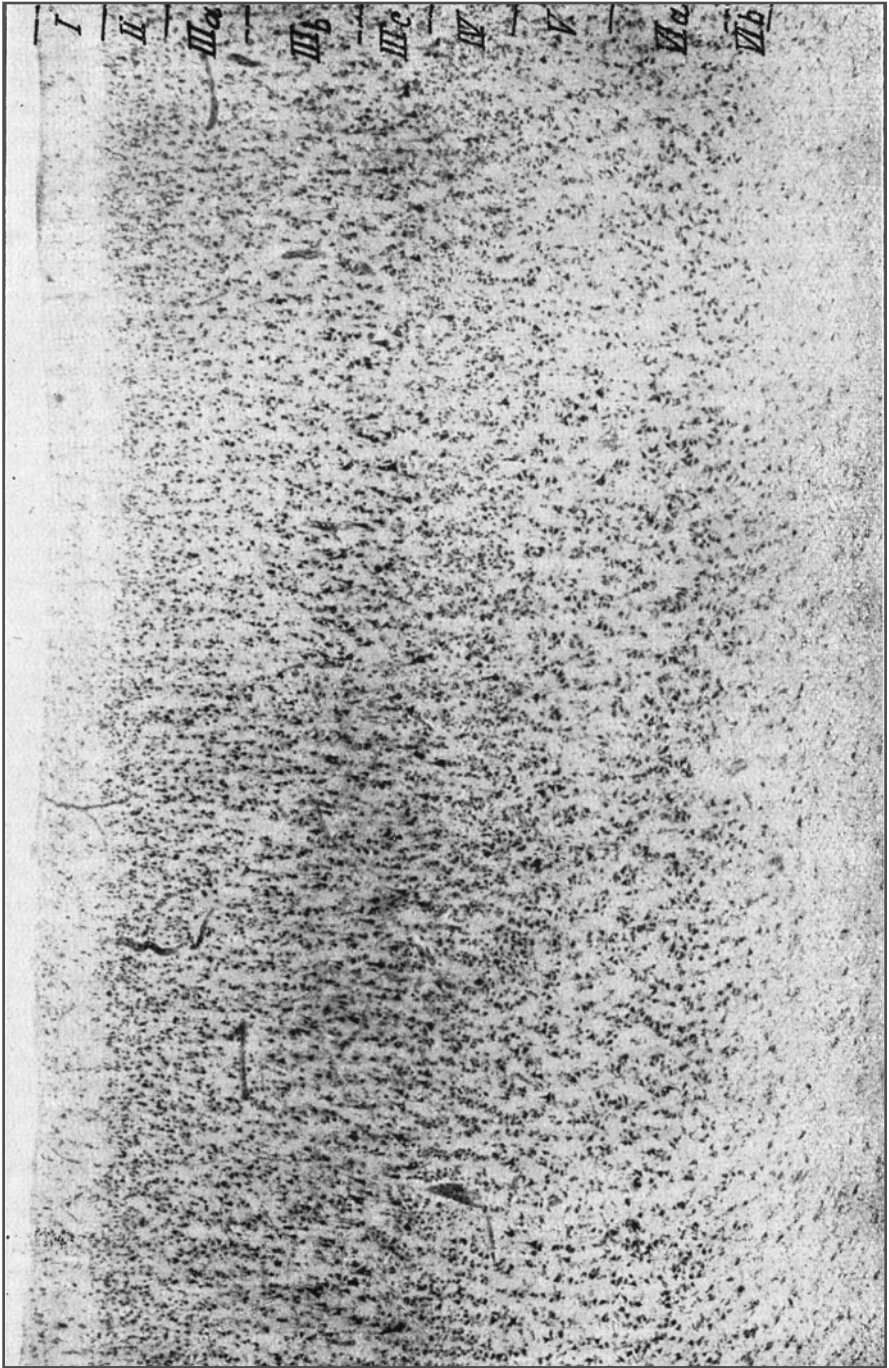


Fig. 5.4 PD, *area postcentralis caudalis*. Faccia posteriore della parietale ascendente (44 ingrandimenti)

Il III strato ha uno spessore rilevante per una formazione parietale di un giro, ed è assai ricco di elementi. Si suddivide in tre sottostrati, IIIa, b, c. L'ultimo contiene circa 40 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ di cui una metà circa ha 40-50/20-25 μm di volume. Sono disposte in più file sovrapposte e stipate e imprimono un aspetto caratteristico a tutta l'area.

Il IV strato, largo 0,20 mm, è assai ricco di cellule contenendone circa 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Sono in prevalenza piccoli granuli commisti a rare cellule triangolari di 5/5 μm .

Il V strato presenta un limite netto verso il IV e se ne distingue per il suo colore più chiaro. Contiene meno di 30 cellule di 15/10 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$. Qua e là si osservano anche vere piramidi più voluminose. Lo strato ha un'altezza di 0,30 mm

Il VI strato ha solo 0,40 mm di spessore ed è quindi piuttosto sottile. Solo la metà delle sue cellule sono fusate, mentre l'altra metà è costituita da piramidi di 10-15/10 μm , che fa distinguere l'area PD dalle altre. Nella porzione superiore (VIa) si contano circa 40 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$, in quella inferiore (VIb) circa la metà. Il limite verso la sostanza bianca è meno netto che nella parete anteriore del giro.

L'area PD non solo occupa l'intera faccia laterale della circonvoluzione parietale ascendente nel sulcus postcentralis, dal bordo palleale all'operculum, ma oltrepassando il fondo dello stesso sulcus postcentralis si estende anche alla sua parete opposta (del lobulo parietale e inferiore) e lungo il sulcus interparietalis formando una specie di lingua verso l'indietro che corre per un lungo tratto fra lobulo parietale superiore e inferiore. Questa zona non conserva però la sua tipica architettura, acquistando qualche caratteristica delle aree più prossime, tanto che la distinguiamo con la sigla PDE (vedi Fig. 1.1a). Dorsalmente l'area PD non arriva fino al bordo palleale, ma solo fino a dove giunge il sulcus postcentralis. Ventralmente però, alla fine del sulcus postcentralis, essa si porta sull'opercolo, rivestendone la porzione posterosuperiore con la sua area secondaria PDE, che presenta anche qualche somiglianza strutturale con l'area PF, venendo in questo caso distinta con la sigla PFD. Quest'area confina con l'area FB.

5.6

PE – Area parietalis superior

L'intero lobulo parietale superiore è rivestito da un'unica area (vedi Fig. 1.1) che dal sulcus subparietalis sulla faccia interemisferica raggiunge il sulcus interparietalis della convessità e, anteriormente, dal sulcus postcentralis e dal ramo verticale del sulcus callosomarginalis si spinge fino al sulcus parietoccipitalis sulla faccia interemisferica e al sulcus Brissaud sulla convessità.

Quest'area PE comprende dunque tutti e tre i giri arcuati che costituiscono il lobulo parietale superiore. La corteccia di quest'area si presenta un poco più sottile nella porzione anteriore e più spessa in quella media (gyrus arcuatus medius). Il suo spessore oscilla fra i 2,6 e 3 mm. Le porzioni anteriori della PE sono in genere macrocellulari, quelle più caudali parvocellulari (vedi Fig. 1.1a, PEm e PEp). La PE è anche caratterizzata dalla lunghezza dei suoi strati di granuli II e IV, che formano due strie scure, e dal V strato che già a occhio nudo appare come una *stria chiara*; molto evidente è anche la striatura raggiata (verticale) della PE (Fig. 5.5).

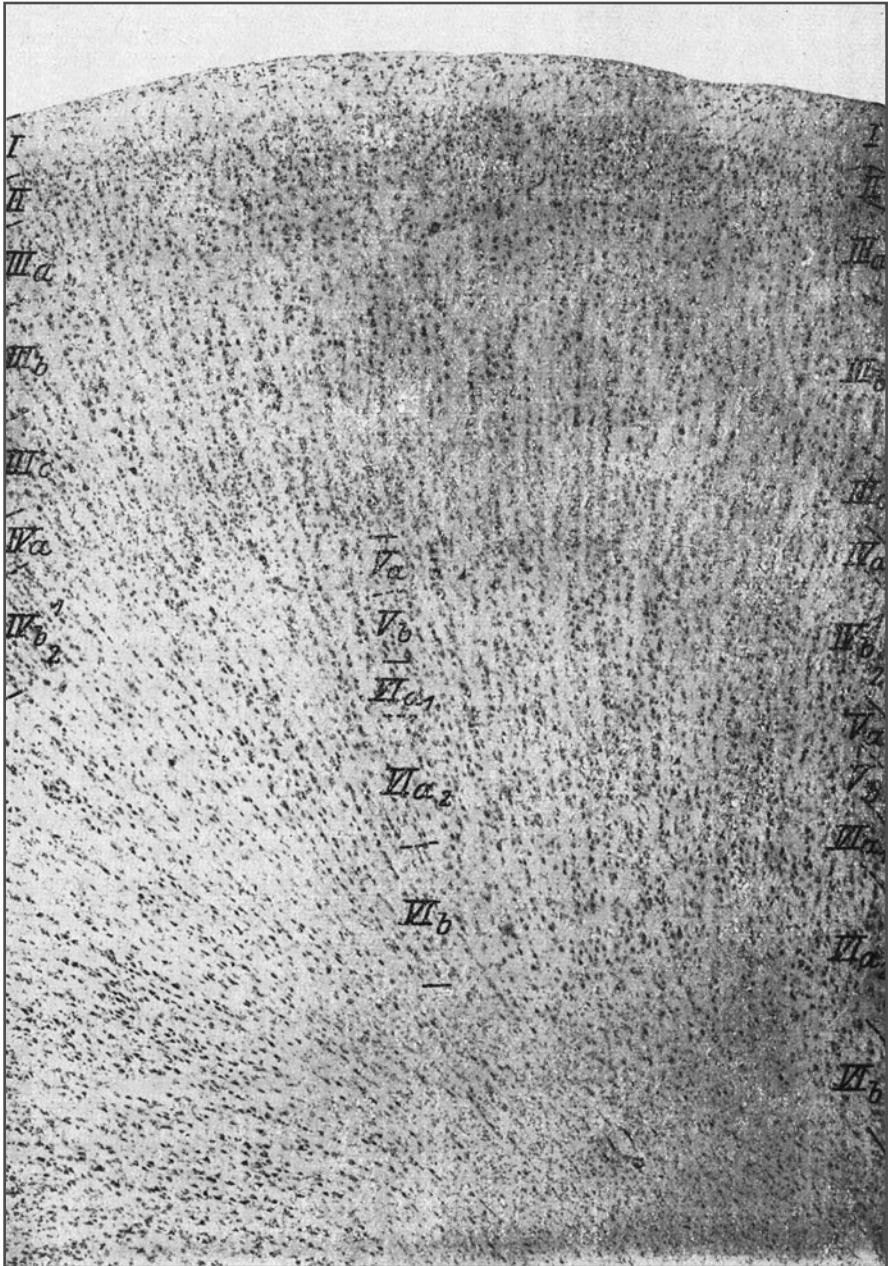


Fig. 5.5 PE, *area parietalis superior*. Sommità del tratto medio del lobulo parietale superiore (44 ingrandimenti)

Il I strato ha uno spessore di 0,18 mm ed è povero di cellule contenendone solo 5/5-5/8 μm per (0,1 mm)³.

Il II strato, largo 0,20 mm, si rende evidente per la stipatezza dei suoi elementi di cui se ne contano più di 100 per (0,1 mm)³. In genere sono veri granuli di 5-8/8 μm .

Il III strato, largo 0,70 mm, si divide nettamente in tre sottostrati, IIIa, b, c. L'ultimo contiene circa 25 cellule di 35/25 μm per (0,1 mm)³. Questi elementi non formano però un proprio strato cellulare stipato come nell'area PD. Nella Figura 5.5 si vede un accenno a un ordinamento delle cellule in *cordoni verticali*.

Il IV strato, che raggiunge anche i 0,40 mm di larghezza, si suddivide in un sottostrato superiore IVa povero di elementi, composto da granuli rotondi di 6/6 μm in numero di circa 65 per (0,1 mm)³, e in uno IVb, contenente in prevalenza cellule triangolari di 9/10 μm in numero di 80 per (0,1 mm)³, che poi si suddividono a loro volta in uno strato (terziario) superiore più ricco di elementi (IVb₁) e in uno più profondo (IVb₂) a elementi più rari.

Per la struttura più lassa e la conseguente chiarezza dello strato IVa, che separa il denso strato IIIc da quello altrettanto denso IVb, lo strato IIIc appare come sospeso su quest'ultimo, dando alle sezioni di quest'area un aspetto caratteristico evidente specialmente nei preparati un po' impalliditi.

Il V strato è largo circa 0,40 mm e si distingue in uno strato superiore Va, a elementi più grandi e numerosi, e in uno inferiore Vb, a elementi relativamente piccoli e scarsi, che appare a piccolo ingrandimento tipicamente come una stria chiara. Nel Va si contano circa 35 cellule di 25-35/15-20 μm per (0,1 mm)³, fra cui compaiono anche alcuni elementi maggiori. Nello strato Vb si contano solo circa 15 elementi di 12/12 μm per (0,1 mm)³. L'area del lobulo parietale superiore, prescindendo da quella della parietale ascendente, contiene nel suo V strato gli elementi cellulari più voluminosi che sia dato osservare nelle altre zone corticali retrorolandiche. L'area PE si differenzia bene per il volume degli elementi del suo V strato e per il suo colore più chiaro dalle altre aree del lobulo parietale e specialmente da quelle del lobulo parietale inferiore, che nel suo V strato contiene solo elementi piccoli.

Il V e VI strato hanno anche una struttura raggiata piuttosto grossolana.

Il VI strato, largo 0,90 mm, sulla convessità dei giri è assai evidente e si distingue in un sottostrato superiore VIa ricco di cellule, nastriforme, contenente grosse cellule fuse di 25/15 μm , e in uno strato secondario profondo VIb, che contiene solo cellule fuse più piccole di 12/10 μm . Lo strato superiore della porzione VIa è meno stipato di elementi di quello profondo e contiene anche dei grossi elementi triangolari, tanto che si può distinguere uno strato (terziario) VIa₁ da uno VIa₂, quest'ultimo più denso comparso sotto forma di un nastro scuro fra VIa₁ e VIb, più chiaro. L'area PE anche sulle pareti laterali dei giri si distingue dalle aree PD più sopra descritte per la forma nettamente fusata delle sue cellule.

Nella sua estensione sul lobulo parietale l'area PE presenta le variazioni di spessore e di grandezza delle cellule che abbiamo già descritto sopra. Nella parte caudale di quest'area verso il gyrus arcuatus posterior e in prossimità della corteccia occipitale, il suo V strato presenta anche delle cellule giganti minori, tanto che si può distinguere questa regione col nome di *area gigantopyramidalis* e con la sigla PE γ (vedi Fig. 1.1a).

Malgrado il lobulo parietale superiore presenti delle notevoli somiglianze con le formazioni del lobulo parietale inferiore, e malgrado lo sviluppo dei suoi due strati di granuli indichi la sua appartenenza alle formazioni retrorolandiche, purtuttavia l'architettura e la grandezza delle cellule dei suoi strati IIIc e V presentano delle somiglianze tali con le formazioni del tratto medio dei lobi frontali da renderlo molto più vicino a questo tipo di corteccia che non a quello che riveste i lobi parietali, temporali e occipitali. La sua corteccia appartiene al tipo architettonico piramido-granulare 2 (vedi Cap. 2).

Funzione La funzione fisiologica delle regioni rivestite dall'area PE ci è sconosciuta. Va però rilevato che la sua stimolazione elettrica suscita dei movimenti complessi delle due estremità controlaterali: questi impulsi percorrono delle vie proprie, dalla corona radiata verso il basso. Nell'area secondaria PE γ è forse localizzato uno dei centri dei movimenti oculari.

5.7

Considerazioni generali sulla corteccia di tipo architettonico 3, propria del lobus parietalis inferior et basalis

Nel lobulo parietale inferiore comprendiamo non solo il gyrus supramarginalis e il gyrus angularis con le sue due pliche di passaggio verso i lobi occipitali, ma anche tutta la zona intermedia temporo-occipitale fino alla base del cranio, considerandola come “regione basale” di questo lobo.

Tutta questa regione è rivestita da un tipo di corteccia caratterizzato oltre che dal suo spessore e dallo sviluppo notevole dei suoi strati dei granuli, anche dal grande sviluppo del suo III strato cui si contrappone lo scarso sviluppo del V e del VI. Inoltre le cellule del III strato sono in prevalenza di grandezza uniforme e non presentano quella così caratteristica suddivisione in strati secondari – distinti per la varia grandezza cellulare – che abbiamo già avuto modo di osservare nei lobi frontali e nei parietali superiori.

Le cellule del V e VI strato sono assai piccole e inoltre, procedendo verso il polo occipitale, *quelle del V strato si impiccoliscono più rapidamente* di quelle del VI, in modo da essere già nella regione occipitotemporale assai più piccole di quelle del VI strato, questo fenomeno quasi unico in tutta la corteccia cerebrale, si osserva ancor più accentuato nei lobi occipitali. La corteccia di questa porzione dei lobi parietali presenta inoltre in tutta la sua estensione una fine *striatura raggiata* (cioè verticale) che divide le cellule di tutti gli strati (eccetto il II), e più nettamente quelle dei superiori, in *cordoni cellulari*, sottili e verticali. Questa striatura assai caratteristica è tipica per questa regione e presenta delle variazioni di intensità locali. La corteccia di questa regione appartiene al tipo architettonico corticale 3 (tipo parietale) già descritto nel Capitolo 2. Anche il primo e quarto gyrus temporalis presentano una corteccia assai simile a quella parietale.

La distinzione in aree di questo esteso territorio è assai più difficile che non nei lobi frontali, presentando la corteccia solo differenziazioni lievi e numerose forme di passaggio e intermedie e mai territori così ben delimitati e distinti come nei lobi frontali. I limiti delle aree saranno quindi in questa regione un poco arbitrari e assai prossimi a quelli dell'anatomia normale macroscopica.

Noi distinguiamo innanzitutto tre aree principali (vedi Fig. 1.1):

1. PF – Area *supramarginalis*, nel giro omonimo;
2. PG – Area *angularis*, nel giro omonimo;
3. PH – Area *basalis*, che comprende la zona intermedia temporooccipitale.

5.8

PF – Area supramarginalis

Quest'area è quella che presenta più spiccate d'ogni altra le sopraddescritte caratteristiche proprie della corteccia parietale (Fig. 5.6). Il suo spessore complessivo oscilla tra 3 e 3,5 mm.

Il I strato di 0,25 mm è piuttosto ricco di elementi contenendo circa 10 cellule di 6/6-12/10 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$ e si distingue in uno strato superficiale (*Ia*) più ricco di nuclei e uno più profondo (*Ib*) più povero.

Il II strato di 0,32 mm appare di notevole spessore, distinguendosi difficilmente dal IIIa; è costituito da granuli piccolissimi di 4-6/4-6 μm , in genere veri granuli rotondi in numero di circa 120 per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato – di oltre 1 mm di spessore – è ricco di piccole cellule, costituite in genere da piramidi medie di 15/10-20/15 μm in numero di circa 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Esso non si può suddividere in strati secondari poiché le sue cellule sono disposte in modo uniforme in tutto il suo spessore. Nella porzione più profonda si osservano qua e là sporadiche cellule piramidali maggiori, la cui presenza ci permette di distinguere, però in modo vago, uno strato IIIa da uno IIIb. Le cellule sono disposte in cordoni sottili, verticali e paralleli e in modo più evidente che negli altri strati.

Il IV strato di 0,40 mm di larghezza è notevole per il suo spessore e la sua ricchezza in elementi. Esso contiene infatti circa 110 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, di 5-7/5-7 μm , che sono stipate al centro dello strato ove formano una specie di nastro più scuro (*IVb₁*) che si distingue dalle due zone più chiare (*IVa* e *IVb₂*). Anche in questo territorio, per quanto meno chiaramente che nella regione parietale superiore, si osserva che nelle porzioni esterne dello strato *IVa* prevalgono i veri granuli, mentre in quelle profonde (*IVb₁* e *b₂*) predominano le cellule triangolari. Le cellule del IV strato sono disposte in colonne verticali non molto evidenti.

Il V strato ha uno spessore di 0,45 mm, ed è quindi piuttosto sottile e poco differenziabile dal VI. Le sue piramidi, infatti, sono solo poco più grandi delle cellule fuse di quest'ultimo e hanno la stessa stipatezza. La maggior parte di esse misura 10/8-10 μm e una minima parte 15-25/10-15 μm ; se ne contano circa 35 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il V strato non può essere suddiviso in sottostrati né presenta un aspetto chiaro, come invece si può osservare nel parietale superiore e nella corteccia parietale ascendente. Il suo limite verso il VI strato si riconosce solo a forte ingrandimento per la differente forma delle sue cellule; ambedue presentano solo un accenno di struttura verticale.

Il VI strato – largo più di 1 mm – si distingue sulla convessità in uno strato superficiale *VIa*, contenente piccole e medie cellule fuse di 15-20/15 μm in numero di 30 per $(0,1 \text{ mm})^3$, e in uno *VIb*, più povero di elementi, con solo 15 cellule circa, assai simili alle precedenti, per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il suo limite verso il V strato è assai sfumato, mentre quello verso la sostanza bianca è nettissimo.

Lo spessore vario della corteccia, la varia evidenza della striatura verticale e il vario volume cellulare ci permettono di distinguere in quest'area differenti zone architettoniche (vedi Fig. 1.1). La corteccia è più sottile nella zona opercolare (*PFop*) e anche nelle piccole pliche secondarie (*PFt*, area supramarginalis tenuicorticalis) le cellule raggiungono il loro maggiore volume nella porzione posterodorsale del gyrus supramarginalis (*PEm*), e la striatura è più evidentemente colonnare in corrispondenza del passaggio nella prima circonvoluzione temporale (*PFc*, area supramarginalis columnata).

Nelle facce laterali dei solchi secondari al *sulcus intraparietalis*, le cui pareti, come già detto, comprendono l'area *PD*, si osservano molti particolari architettonici simili a quelli

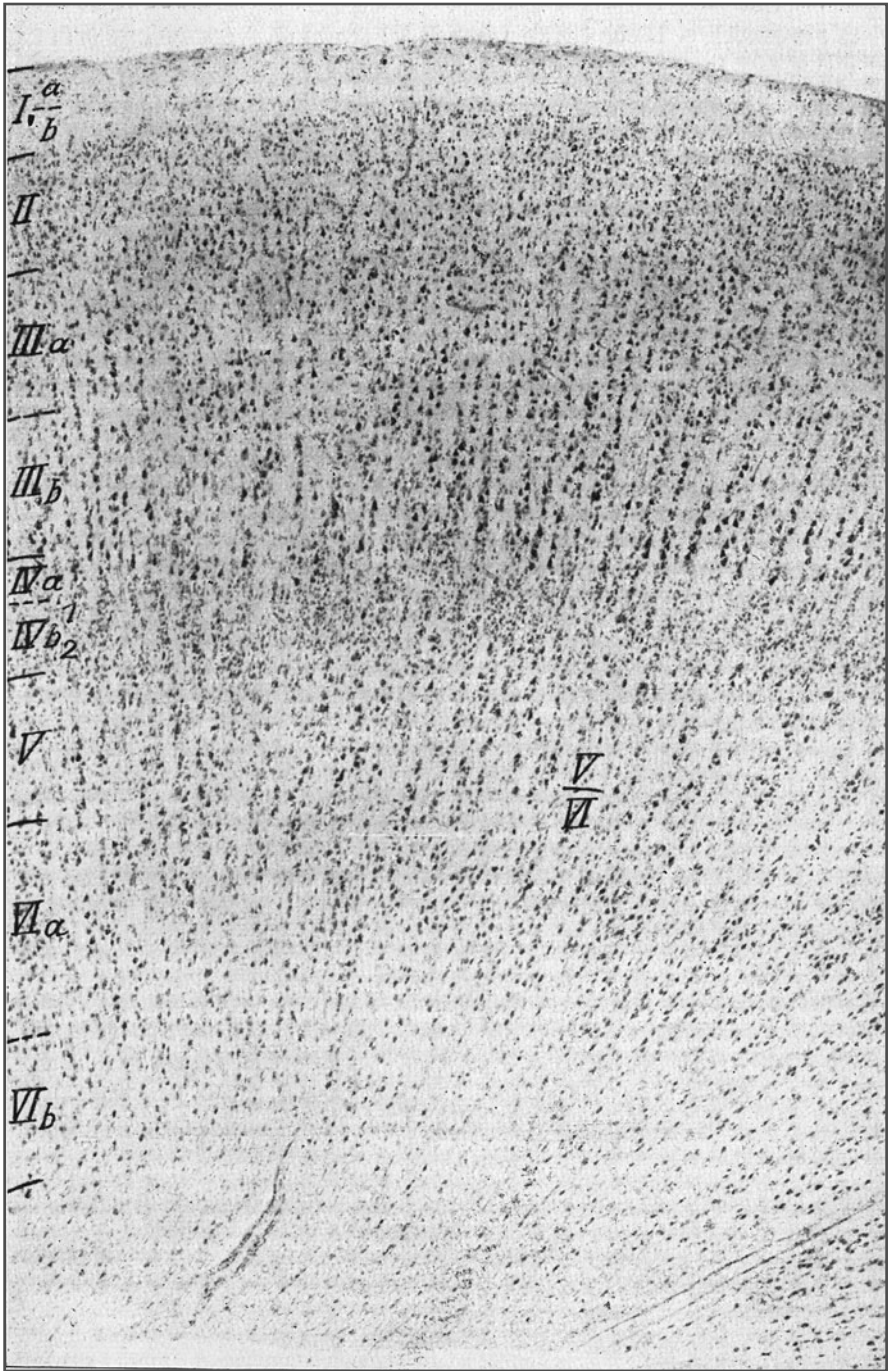


Fig. 5.6 PF, *area supramarginalis*. Sommità del gyrus supramarginalis nel parietale inferiore (44 ingrandimenti)

di quest'ultima area – tanto che si possono considerare come zone di passaggio (*PFD*). Si osserva un'altra di queste formazioni di passaggio nella zona interposta fra il gyrus supramarginalis e l'opercolo rolandico e che si estende fino all'area *FB*.

Funzione Nella porzione anteriore del gyrus supramarginalis si localizza il centro per il senso muscolare e la stereognosi, mentre lesioni della sua porzione inferoposteriore determinano disturbi aprassici e afasici.

5.9

PG – Area angularis

Nel territorio del gyrus angularis la corteccia si mantiene ancora di rilevante spessore, per quanto sia già leggermente più sottile che nel gyrus supramarginalis. Il suo diametro oscilla fra 2,9 e 3,3 mm.

La sua architettura è molto simile a quella dell'area *PE*: le cellule dei piani profondi del III strato (un po' più sottile) sono tuttavia più voluminose e si osserva un lieve rischiaramento del V strato. La striatura radiata è un poco più larga di quella della *PF* e quindi è più evidente la sua stratificazione orizzontale (Fig. 5.7).

Il I strato ha uno spessore di circa 0,22 mm e contiene in media 8 cellule di $6/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. La sua porzione superiore è più ricca di elementi.

Il II strato, largo solo 0,20 mm, è un po' più sottile e meno ricco in cellule che nell'area *PE*. Contiene 95 cellule (in prevalenza piramidi piccolissime) di $6/6-10/9 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato, largo 0,80 mm, presenta un'evidente struttura raggiata, e può essere distinto anch'esso in tre strati secondari, *IIIa*, *b*, *c*. Contiene in media 25 cellule medie per $(0,1 \text{ mm})^3$, che negli strati più profondi raggiungono le dimensioni massime di $30/20 \mu\text{m}$. Le cellule sono ordinate in cordoni piuttosto larghi.

Il IV strato, largo 0,38 mm, presenta come nell'area *PF* una stria mediana *IVb₁* più densa, con più di 100 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$. Lo strato secondario più superficiale *IVa* è formato da piccoli granuli, commisti però a numerose cellule triangolari che prevalgono negli strati secondari profondi. Lo strato *IVb₂* presenta una disposizione cellulare più lassa. Anche nel IV la striatura radiale è evidente, per quanto meno intensamente che negli altri strati.

Il V strato, largo 0,55 mm, per quanto non evidentissimo, lo è un po' di più che nell'area *PF* per una sua colorazione più chiara. È più povero di cellule che in quest'area, contenendo solo 18 elementi di $15-20/10 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Anche in quest'area gli strati V e VI partecipano in un certo qual modo alla striatura radiale della corteccia.

Per la somiglianza dei loro elementi riesce difficile distinguere il V strato dal VI e ciò principalmente lungo le pareti laterali dei solchi (Fig. 5.7, a destra, V+VI).

Il VI strato è più largo che nell'area *PF* raggiungendo 1,2 mm di spessore ed è – meno bene che in questa – delimitato verso la sostanza bianca. Contiene nella sua porzione superficiale circa 15 cellule fusate di $20/15 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre la sua porzione profonda si presenta più oligo- e parvicellulare.

A livello del passaggio del lobo parietale nell'occipitale si osservano costantemente nel V strato delle rare cellule di volume maggiore. A livello del passaggio del gyrus angularis nella seconda e terza circonvoluzione temporale si nota un ispessirsi della striatura radiata, mentre si rende meno evidente la sua stratificazione orizzontale.



Fig. 5.7 PG, *area angularis*. Sommità del gyrus angularis del parietale inferiore (44 ingrandimenti)

Funzione Le lesioni a livello del gyrus angularis determinano disturbi alessici, acalculici, aprattico ideatori e anche agrafici; quelle più profonde della sua porzione posteriore anche disturbi dello sguardo. Flechsig localizza nella porzione dei parietali il suo *grande centro associativo posteriore*.

5.10

PH – Area basalis

La zona intermedia occipitotemporale è anch'essa rivestita per tutta la sua estensione (vedi Cap. 5) da corteccia architettonica di tipo 3 che si porta fino alla base cerebrale e al tronco della calcarina. Tutta questa zona costituisce l'area PH (vedi Fig. 1.1).

Quest'area ha un'architettura assai simile a quella della PF, e cioè presenta una striatura orizzontale più evidente e una radiale meno chiara dell'area PG (Fig. 5.8). Gli strati II e IV sono un po' più sottili che nella PF e contengono un maggior numero di cellule triangolari. Il V e VI strato si distinguono ancora più difficilmente rispetto alla PF, e il loro limite reciproco è ancora più irregolare. Lo spessore corticale complessivo è minore che nelle PE e PG, oscillando fra 2,7 e 2,9 mm sulla convessità dei giri.

Il I strato, largo 0,20 mm, contiene circa 10 cellule di $7/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ e presenta anch'esso una porzione superficiale più ricca di nuclei.

Il II strato, largo 0,22 mm, contiene in media 110 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$. Nella sua porzione superiore si osservano piccoli granuli di $4/4-6/6 \mu\text{m}$, e in quella profonda cellule piramidali di $8/6 \mu\text{m}$.

Il III strato, largo in media 0,90 mm, si suddivide in tre strati secondari, meno bene rispetto a PG ma in modo più evidente rispetto a PF. Contiene mediamente 40 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, in genere solo di media grandezza, misurando quelle maggiori $35/20 \mu\text{m}$. La striatura verticale radiata è altrettanto evidente e sottile come nell'area PF (si confrontino le Figg. 6.1 e 6.3).

Il IV strato è largo 0,22 mm e contiene in genere 100 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, fra cui prevalgono quelle piramidali e triangolari di $6/6-8/5 \mu\text{m}$. La stratificazione secondaria è scomparsa; la striatura verticale è poco evidente.

Il V strato è relativamente assai largo, raggiungendo uno spessore di 0,65 mm, ma non è quasi più distinguibile dal VI strato poiché le cellule di questi due strati sono fra loro commiste ai rispettivi confini, che in alcuni punti appaiono ondulati (Fig. 6.3, V+VI). Le cellule di questo strato sono spesso più piccole di quelle del VI specialmente nelle porzioni caudali della zona intermedia. Si contano in media 40 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, grandi in genere $12-20/15 \mu\text{m}$, raramente di bella forma piramidale, e spesso disposte irregolarmente. La striatura verticale non è assai evidente negli strati V e VI, ma pur sempre visibile.

Lo strato VI ha uno spessore medio di 0,65 mm e contiene nella sua porzione più superficiale VIa circa 40 cellule di $15/12 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, di forma non troppo evidentemente fusata. Lo strato VIb è un po' più povero di cellule e ha un limite netto verso la sostanza bianca cerebrale. La fusione del V e VI strato sembra dunque rappresentare la caratteristica dell'area PH.

Verso il lobo occipitale le cellule del V strato si rimpiccioliscono e diradano, mentre compaiono grosse cellule isolate; così lo strato si rende più evidente. Il III strato si assottiglia anch'esso verso il lobo occipitale e contiene alcune cellule voluminose. Questa formazione di passaggio viene indicata con la sigla PHO. Verso il lobo temporale la striatura radiata si allarga e aumentano di volume le cellule degli strati III e V, che più frontalmente riprendono l'aspetto di belle cellule piramidali (forma di passaggio PHT).

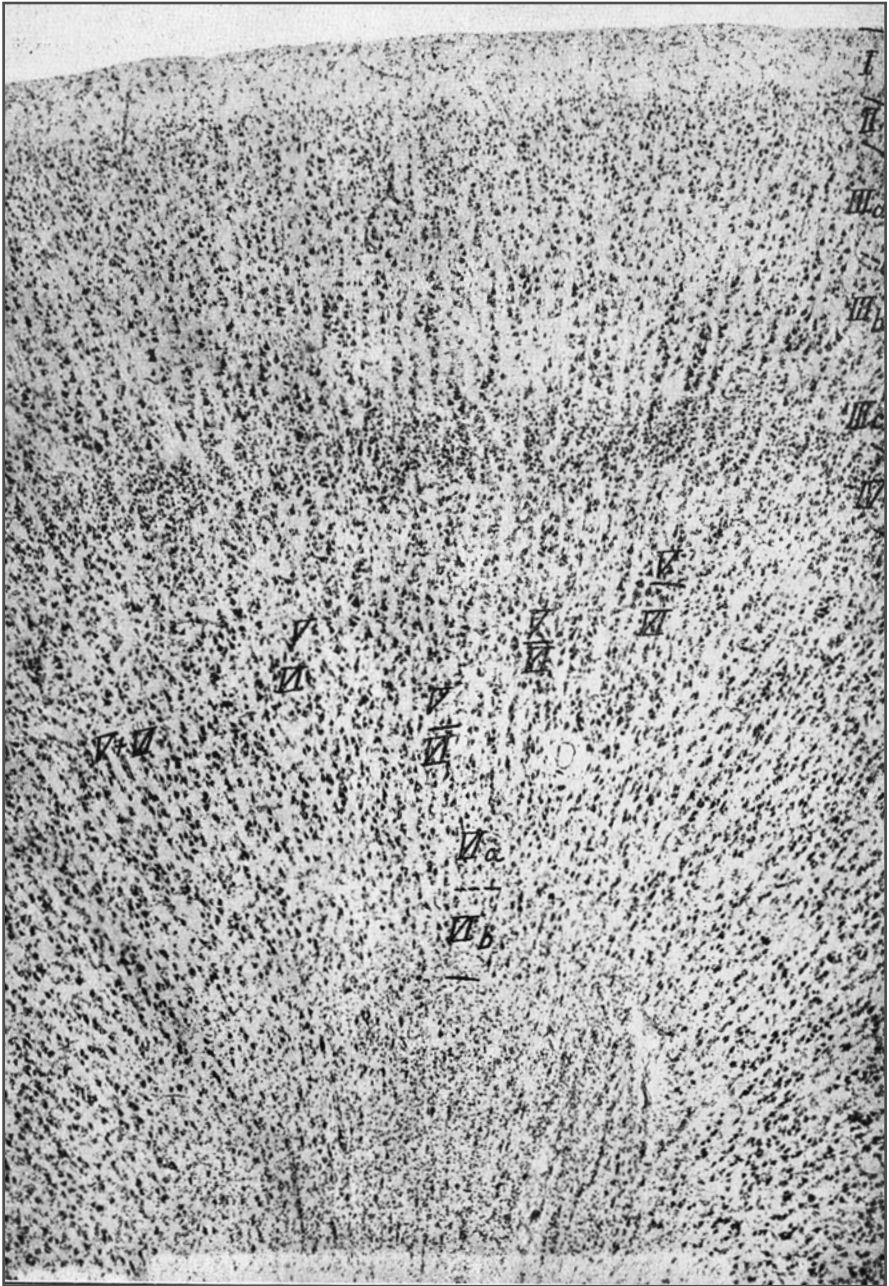


Fig. 5.8 PH, *area parietalis basalis*. Sommità di un giro della regione intermedia temporooccipitale (44 ingrandimenti)

Quest'area basale, come già si è detto, oltrepassa sulla faccia basale del cervello la fessura occipitotemporale, raggiungendo il tronco della calcarina, ove non si può più ben distinguere dall'area fusiforme del lobo temporale con cui si continua.

Funzione La patologia localizza nella zona intermedia temporooccipitale l'afasia amnestica (anomica) e alcuni disturbi discromatopsici e dell'orientamento. Bisogna anche tener presente che tutto il lobo parietale inferiore, e quindi anche la sezione temporooccipitale, è in gran parte rudimentale negli animali, anche nelle scimmie, e deve pertanto considerarsi come un nuovo acquisto del cervello umano.

6.1

Corteccia e suddivisioni dell'insula

Fra il lobo frontale e quello parietale giace, ricoperto dalle loro porzioni opercolari, il piccolo lobo dell'insula, con le sue circonvoluzioni poco profonde divergenti a ventaglio (vedi Fig. 1.1a). Il sulcus centralis insulae, più profondo, divide l'insula in una porzione frontale maggiore, l'*insula anterior*, e in una più piccola, costituita solo da uno o due giri, l'*insula posterior*.

Questo sulcus centralis insulae giace pressappoco sul prolungamento del grande *solco di Rolando*.

La porzione anteriore dell'insula presenta, con la grandezza degli elementi del suo strato delle piramidi e lo scarso sviluppo degli strati granulari, un'architettura di tipo frontale, mentre l'insula posterior ricorda più il tipo parietale microcellulare ricco di elementi, con gli strati dei granuli bene sviluppati.

Ambedue le metà dell'insula, ma di più quella anteriore, si distinguono per un V strato ricco di elementi e bene sviluppato che può raggiungere un grado di sviluppo tale da apparire nei preparati colorati già a occhio nudo come una cintura bleu scura.

L'insula è però caratterizzata in modo speciale dal claustrum, che giace a circa un centimetro dalla superficie in piena sostanza bianca e che è formato da una laminetta di sostanza grigia sottile simile a uno scudo, parallela alla superficie e le cui cellule appiattite, sottili e orizzontali, contraggono delle connessioni lasse con gli elementi del VI strato senza però continuarsi in alcun punto direttamente con essi. Il claustrum, anch'esso disposto a mo' di ventaglio fra la corteccia dell'insula e il corpo striato, si continua in avanti con le masse ganglionari della substantia perforata e indietro con le cellule ganglionari del *nucleus amigdalae*.

La superficie dell'insula giace quasi in un piano sagittale, ricoperta dall'opercolo frontale e parietale. Dal polo dell'insula divergono le circonvoluzioni insulari appiattite come le stecche di un ventaglio. Sull'estremo anteriore dell'insula, a livello della convessità della sua circonvoluzione anteriore del gyrus brevis primis, la sua superficie si ripiega quasi ad angolo retto in dentro tanto da formare anche una faccia frontale. Questa è piccola e corrisponde

al margine anteriore del sulcus circularis insulae che divide sulla faccia orbitale il gyrus transversus insulae (continuazione mediale del gyrus falciformis e del polo insulae) dalla terza circonvoluzione frontale pars orbitalis. In questo modo essa costituisce anche la faccia anteriore del gyrus transversus (assieme al quale è stata descritta nel Capitolo 4 sui lobi frontali), essendo rivestita dall'area FI che si estende a tutto il gyrus transversus.

Fra le altre aree dell'insula ricordiamo innanzitutto l'area *praecentralis insulae* (IA) posta anteriormente al sulcus centralis insulae, e l'area *postcentralis insulae* (IB) che occupa tutto il resto della superficie dell'insula. Il polo dell'isola infine è ricoperto da una piccola area *eterotipica* (IC) – *area orbitoinsularis* (vedi Fig. 1.1a) – che ricorda in parte l'area FI più sopra citata, anch'essa eterotipica, che occupa il gyrus transversus con cui ha rapporti, e che forma il punto di passaggio con la substantia perforata. L'area IC è separata infatti dalla sostanza perforata solo da un sottile orlo di corteccia che accompagna la radice olfattoria laterale (gyrus olfactorius lateralis) formando la cosiddetta *area piriformis insulae* ID, che presenta la stessa architettura del tratto anteriore del gyrus olfactorius lateralis FH (vedi Fig. 4.1).

6.2

IA – Area praecentralis insulae

Questa zona anteriore dell'isola è ricoperta da una corteccia di tipo architettonico 2 (tipo frontale), di spessore oscillante fra 3,0 e 3,5 mm (Fig. 6.1). La corteccia presenta sulla convessità una delicata struttura raggiata, che si fa più evidente e grossolana sulle facce laterali delle circonvoluzioni. Le cellule sono voluminose e ben ordinate come nei lobi frontali. Anche le cellule del V strato sono belle, e più voluminose di quelle del VI, presentando anch'esse il tipo frontale.

Il I strato è di notevole spessore (0,23 mm) e contiene circa 8 cellule di $5/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha meno di 0,10 mm di spessore, è cioè basso e contiene circa 90 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$. In prevalenza si tratta di piccole piramidi di $6-10/6 \mu\text{m}$.

Il III strato ha uno spessore di più di 0,70 mm e contiene, come nella corteccia frontale, belle cellule piramidali, ben ordinate su tre strati secondari. Lo strato IIIa contiene circa 35 cellule di $15-12 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, il IIIb circa 25 di $20/15 \mu\text{m}$ e il IIIc circa 30, parimenti di grandezza media, per $(0,1 \text{ mm})^3$. Fra queste ultime cellule si osservano però alcune rare grossissime piramidi assai snelle di $40-25 \mu\text{m}$.

Il VI strato è anch'esso, con $0,15 \text{ mm}$ di spessore, piuttosto sottile, e qua e là è anzi lacunare. È assai povero di elementi per uno strato di granuli – contenendo in media solo 70 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ in prevalenza di forma triangolare e di $6-10 \mu\text{m}$ di grandezza.

Queste particolarità architettoniche dimostrano il carattere frontale di quest'area. Nei tratti frontali dell'area IA i due strati di granuli sono meno distinti e si accentuano sempre più procedendo caudalmente al sulcus centralis.

Il V strato è caratteristico per l'area IA, ha più di $0,65 \text{ mm}$ di spessore. Si distingue in una porzione superiore (Va) assai densa di cellule voluminose, che costituisce il cosiddetto “cingolo dell'isola” (*Inselgürtel* degli Autori tedeschi), più di 50 cellule piramidali disposte a file ordinate di dimensioni che raggiungono i $25-40/20 \mu\text{m}$. La porzione sottostante (Vb) ha cellule di solo $12/7 \mu\text{m}$ meno strettamente stipate, in numero di metà del precedente e di conseguenza è più chiara.

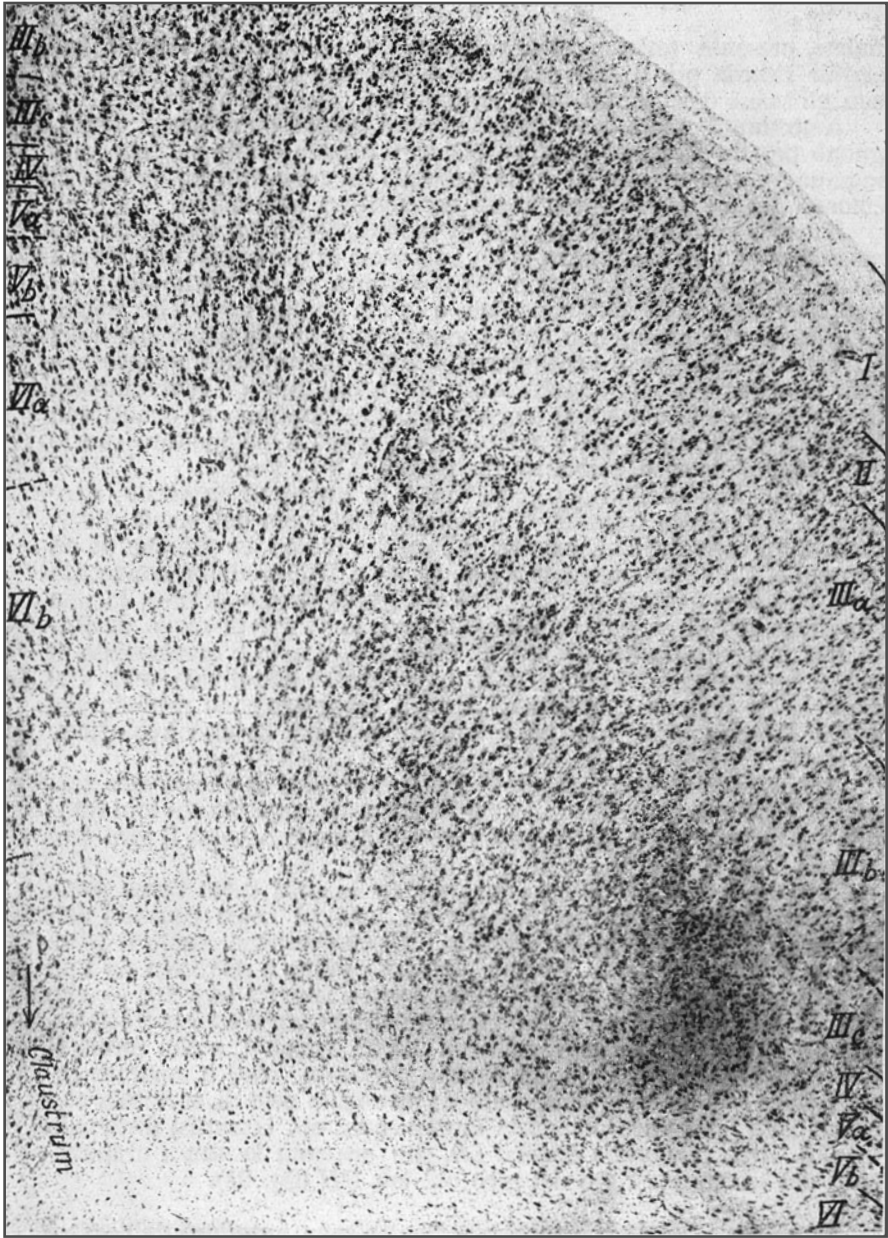


Fig. 6.1 1A, *area praecentralis insulae*. Insula anterior, sommità di un gyrus brevis (44 ingrandimenti)

Il VI strato è largo 1,20 mm. Riesce assai difficile determinarne lo spessore. Il suo passaggio alla sostanza bianca cerebrale avviene assai gradatamente, mentre le sue cellule si portano in basso in file lasse raggiungendo senza quasi interruzione il claustrum. Le cellule fusiformi del sottostrato superiore raggiungono i 20-15 μm , quelle dello strato profondo i 12-10 μm .

Nella Figura 6.4 non si vede il claustrum, ma tutta la sostanza bianca a esso sovrapposta appare cosparsa di cellule fusate.

La formazione *IA* riveste sia il *gyrus centralis* anteriore sia i due gyri breves dell'insula fino al *gyrus accessorius* che rappresenta già il passaggio al *gyrus transversus* a livello del quale confina con l'area agranulare *FI*.

La porzione *IA*₁ dorsale ha cellule più voluminose ed è più povera di granuli di quella ventrale *IA*₂. Caudalmente i suoi strati granulari si ispessiscono, e le sue cellule piramidali si impiccoliscono ed essa passa come sottoregione *IAB*, sul sulcus centralis insulae, nell'area postcentrale (*IB*) (vedi Fig. 1.1a).

6.3

IB – Area postcentralis insulae

Nell'area *IB* la corteccia si assottiglia riducendo il suo spessore a soli 2,8 mm (Fig. 6.2). Essa è di tipo architettonico corticale 3 e ha carattere parietotemporale. Presenta una leggera striatura raggiata, una evidente stratificazione orizzontale per la presenza dei densi strati dei granuli ed è in complesso più ricca di cellule e più microcellulare dell'area *IA*.

Il I strato, largo 0,30 mm, è un po' più largo che nell'area *IA* ed è povero di cellule contene-
ndone solo 4/5 μm per (0,1 mm)³.

Il II strato ha 0,20 mm di spessore ed è quindi evidentemente più largo di quello della *IA*, e contiene anche più cellule avendone più di 100 per (0,1 mm)³. In parte si tratta di granuli e in parte di piccole cellule poligonali e stellate di 6/6 μm . Alcuni esemplari stellati raggiungono però anche una grandezza di 12/13 μm .

Il III strato, largo 0,80 mm, è anch'esso più alto che nell'area precedente. Non si divide però nettamente in due sottostrati contenenti in media 32 cellule per (0,1 mm)³. Le cellule più voluminose della parte più profonda non superano in media i 25/15 μm e solo raramente si riscontrano elementi che oltrepassano questa misura. Il III strato presenta una fine striatura raggiata simile a quella del lobo parietale.

Il IV strato, largo 0,30 mm, è ricco di cellule stipate in numero di circa 130 per (0,1 mm)³. In esso prevalgono i veri granuli di 6/6 μm . Anche questo strato presenta una lieve striatura raggiata. Le cellule del V strato arrivano fino al suo limite e qua e là lo sorpassano.

Il V strato, largo 0,50 mm, presenta un sottostrato superiore ricco di cellule, contenente piramidi di 20/15 μm in numero di 40 per (0,1 mm)³ e che costituiscono la continuazione del cingolo dell'isola anteriore, senza però presentare tutti i caratteri distintivi di quest'ultima sul lato opposto del sulcus centralis insulae. Nella Figura 6.5 si vede solo dal lato sinistro un ispessimento dello strato *Va*, le cui cellule sono però già assai più piccole di quelle del V strato visibili nella Figura 6.4. Il V strato contiene solo 30 cellule di 10/7 μm per (0,1 mm)³. In genere le cellule di questo strato sono assai più piccole nell'area *IB* rispetto a quelle dell'area *IA*.

Il VI strato, largo circa 0,70 mm, è relativamente sottile, abbastanza ricco di cellule di 20/8 μm , che però sono più piccole delle cellule fusate dell'area *IA*. Lo strato profondo *Vib* è un po' meglio delimitato verso la sostanza bianca che non nell'isola anteriore. Ma anche qui le cellule stanno in rapporto lasso con quelle del claustrum (aspetto non visibile nella Figura 6.2). La sostanza bianca è infatti attraversata da cordoni di cellule che si portano al claustrum.

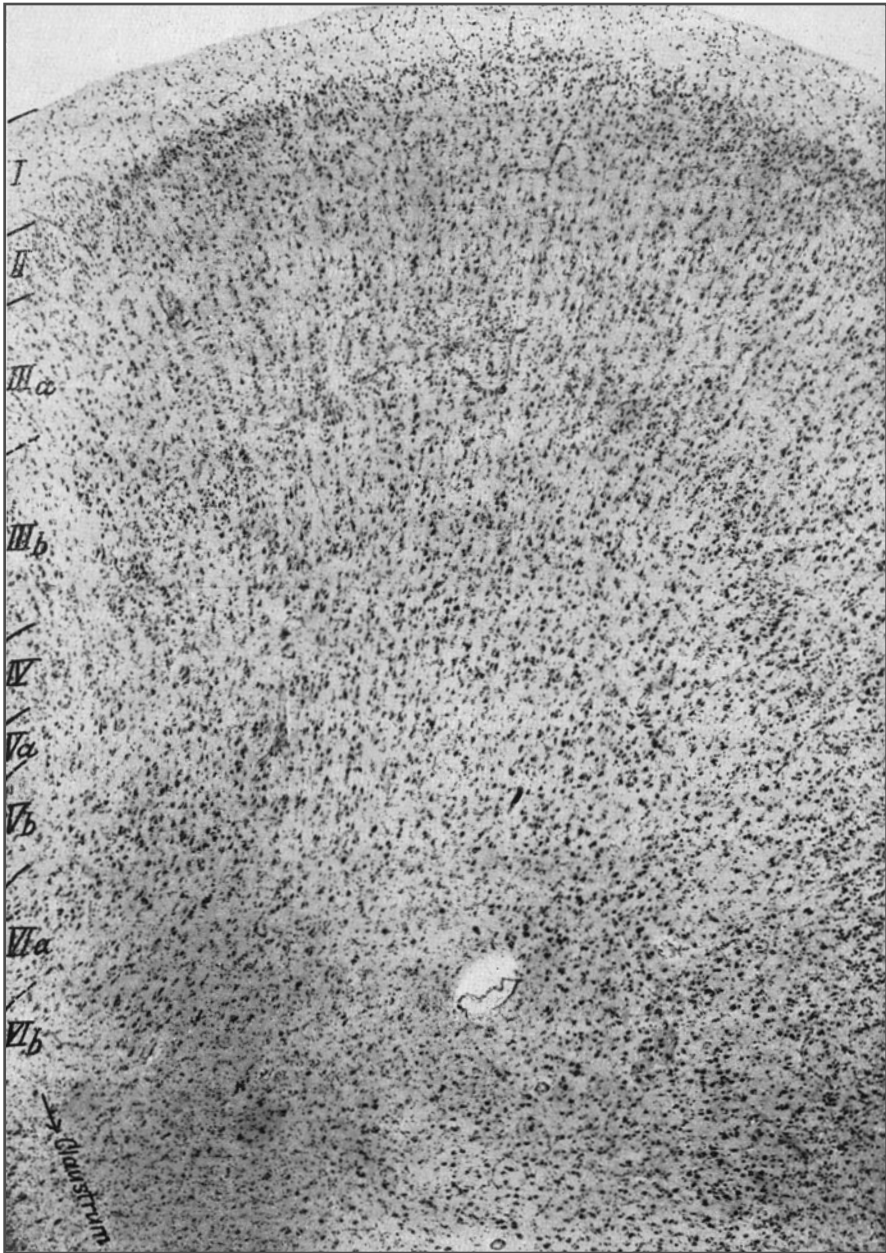


Fig. 6.2 IB, area postcentralis insulae. Insula posterior, convessità del gyrus postcentralis insulae (44 ingrandimenti)

Caudalmente sul *margo superior insulae* si osserva la formazione di passaggio *IBT* verso il lobo temporale, che fra l'altro presenta un'evidente striatura finemente colonnare.

Il *claustrum* forma in sezione una stria di cellule grigie, di 0,5-0,75 mm di spessore, in cui si osserva un rilevante numero di cellule a bastoncino disposte orizzontalmente. Questi elementi hanno un volume medio di $9/25 \mu\text{m}$ e sono accompagnate da numerose cellule satelliti. La faccia della massa grigia del *claustrum* volta verso il corpo striato è liscia; la sua faccia esterna invia invece verso la corteccia dell'isola dei prolungamenti corti festonati diretti in alto in modo da assumere un aspetto ondos.

6.4

IC – Area orbitoinsularis; ID – Area piriformis insulae

Sul polo dell'*insula* convergono le circonvoluzioni dell'*insula* anteriore e posteriore, e con loro anche le due aree già descritte *IA* e *IB*, che le rivestono, e che qui si continuano gradatamente con l'*area orbitoinsularis* (*IC*) polare dell'isola o del *gyrus polaris insulae* (vedi Fig. 1.1a). In questo territorio la corteccia ha uno spessore di 2,5 mm.

Sulla faccia basale medialmente gli fa seguito il *gyrus olfactorius lateralis* con la sua formazione *ID* (area piriformis insulae) che rappresenta il suo orlo corticale, cioè la zona terminale della corteccia verso la *substantia perforata* anteriore con la cui area *TK* confina (vedi Fig. 4.1). Verso quest'orlo corticale la corteccia delle aree *IC* e *ID* si assottiglia rapidamente per una riduzione di tutti i suoi strati, tranne quello mollecolare che invece tende a ispessirsi e si porta quindi anche sulla *substantia perforata*. Sotto al I strato si continua, come anche avviene nelle aree *FI* e *FK* (vedi Fig. 4.4), un sottile strato di cellule piccole stellate e a bacchetta, di $10/10 \mu\text{m}$, che al limite della *substantia perforata* formano un piccolo accumulo cellulare.

Nell'area *IC* il primo a scomparire è lo strato dei granuli interni (*IV*), e ciò già a livello del limite delle aree insulari proprie *IA* e *IB*, verso l'*IC*, tanto che quest'ultima area dev'essere considerata come *eterotipica agranulare*. Lo strato III nella *IC* presenta ancora cellule piramidali di $20/10 \mu\text{m}$ che però non conservano un orientamento verticale dei loro assi maggiori e intervalli regolari come altrove. Progredendo oltre, il III strato si riduce in spessore e numero di elementi per presentare quindi nel territorio del *gyrus olfactorius* (*ID*) numerose lacune cellulari, per poi finire del tutto.

Il V e VI strato si riducono anch'essi progressivamente; in questo territorio i rapporti fra le loro cellule si fanno sempre più lassi ed essi si arrestano a livello dei fasci midollari penetranti nella *substantia perforata*. Con i fasci midollari penetrano in profondità anche alcuni cordoni cellulari che si incontrano con altri cordoni cellulari e della *substantia perforata*.

Queste due aree *IC* e *ID* stanno in immediato rapporto la prima con *FI* e la seconda con l'orlo corticale *FK*.

Funzione Il significato fisiologico dell'*insula* ci è sconosciuto. Le sue porzioni basale e orbitale, che contraggono rapporti diretti con i giri olfattori laterali, potrebbero stare in rapporto con il tratto olfattorio e con la funzione olfattoria, mentre le altre porzioni dovrebbero essere, secondo noi, ascritte al rinencefalo *sensu latiore*, così come il *gyrus limbicus*. Infatti, gli stessi rapporti che questo contrae con la radice mediale dell'olfattorio, l'*insula* li contrae con la radice laterale, e molti fattori sembrano sostenere l'opinione che ritiene essere l'*insula* e il *gyrus limbicus* due rappresentanti corticali del *sistema autonomo e simpatico*.

7.1

Limiti citoarchitettonici dei lobi occipitali. Raggruppamento concentrico delle loro aree intorno alla fessura calcarina. Caratteristiche generali della corteccia occipitale

I lobi occipitali si estendono frontalmente fino ai lobi parietali da cui sono divisi sulla faccia interemisferica dal sulcus parietooccipitalis. I limiti anteriori citoarchitettonici dei lobi occipitali si svolgono sulla convessità alquanto più indietro rispetto a quelli descritti nell'anatomia macroscopica. Questo limite anteriore dei lobi occipitali corrisponde a quello posteriore dei lobi parietali, già descritto nel Capitolo 5. Il lobo occipitale, infatti, confina esclusivamente in quello parietale tranne che in un breve tratto a livello dell'estremo anteriore della calcarina ove contrae rapporti con il cingolo (vedi Fig. 1.1).

Sulla faccia interemisferica il lobo occipitale è diviso dalla fessura calcarina in due metà, cioè nel cuneo posto più dorsalmente e nel gyrus lingualis posto ventrobasalmente. L'estremo posteriore della calcarina si divide sul polo occipitale in due branche a T portandosi un poco sulla convessità: l'estremo anteriore forma con il sulcus parietooccipitalis il *truncus* che raggiunge il gyrus limbicus. Il fondo, le pareti e le labbra della fessura calcarina sono ricoperti da una corteccia granulosa eterotipica, cioè dalla coniocorteccia della cosiddetta *area striata* che costituisce la *corteccia sensoriale visiva*. Questa corteccia può essere riconosciuta già su una sezione macroscopica per la presenza della *bianca stria mielinica del Gennari* che attraversa la corteccia grigia.

La restante corteccia occipitale può essere suddivisa in due aree che giacciono concentricamente attorno all'area striata della calcarina. Di queste la più esterna, che somiglia in un certo qual modo alla corteccia parietale, raggiunge ovunque il limite posteriore delle aree parietali e noi la indichiamo con il nome di *area peristriata* e con la sigla OA; la più interna, concentrica alla precedente, circonda direttamente la corteccia visiva della calcarina e viene quindi chiamata *area parastriata* (OB) (vedi Fig. 1.1).

La corteccia occipitale è caratterizzata, oltre che dalla sua evidentissima striatura orizzontale, anche dalla sua sottigliezza, oscillando il suo spessore fra 2,5 e 2 mm, e

raggiungendo valori ancora più bassi nel fondo dei solchi che contengono la corteccia più sottile di tutto il cervello (1,2 mm).

Il lobo occipitale presenta anche, a differenza di quello parietale, uno spiccato rischiaramento del V strato e un notevole impicciolimento della massa delle sue cellule, che qui sono assai più piccole degli elementi del VI strato, anch'essi ridotti di volume. Qua e là però, e ciò è caratteristico anche per la corteccia occipitale, si osservano grosse cellule piramidali sporadiche, contenenti evidente sostanza tigroide.

Nei lobi occipitali si osservano sempre rare cellule grandi nei piani profondi del III strato.

Gli elementi di tutti gli strati, specialmente quelli del IV, sono disposti su colonne cellulari larghe, tipiche. I due strati dei granuli, proporzionatamente alla sottigliezza della corteccia occipitale, sono assai larghi e assai ricchi di cellule.

7.2

0A – Area peristriata

Questa formazione fa seguito immediatamente, tanto sulla convessità quanto sulla base e sulla faccia interemisferica, alla corteccia parietale. Sulla convessità ha uno spessore medio di 2,6 mm, che si riduce sulla faccia interemisferica a 2,3 mm. È assai ricca di elementi in prevalenza piccoli, frammezzati però da alcune sporadiche cellule grandi. È divisa in larghe strie disposte radialmente e ha un'evidentissima striatura orizzontale. La Figura 7.1 mostra chiaramente questa particolarità; la sottigliezza della corteccia OA diviene ancora più evidente confrontando questa figura con le Figure 3.1 e 5.6, e così pure la sua disposizione colonnare.

Il I strato è assai sottile avendo uno spessore di appena 0,18 mm; contiene circa 6 cellule di $8/5 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha uno spessore di 0,23 mm, è assai denso e contiene cellule piramidali prevalentemente piccole di volume, $10/6 \mu\text{m}$ in numero di circa 80 per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato ha uno spessore di 0,60 mm e non ha un limite netto verso il II strato poiché la densità è pressoché uguale in entrambi. Infatti, lo strato secondario IIIa è assai ricco di cellule, contenendone fino a 60 per $(0,1 \text{ mm})^3$ di $10/8 \mu\text{m}$, e nello strato secondario IIIb che segue le cellule piramidali raggiungono, in genere, una grandezza di $20/12 \mu\text{m}$ e un numero di 45 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Nei piani più profondi si osservano solo rari elementi più voluminosi e rare cellule grossissime. Queste cellule, per il loro scarso numero, non formano però un piano a parte e quindi in quest'area non si può distinguere un vero strato secondario IIIc. Tutto questo III strato ha i suoi elementi divisi in grossi cordoni verticali, che però non rappresentano ancora vere colonne cellulari. Queste cominciano dal IV strato e raggiungono lo strato IIIa, che però non presenta la striatura radiata.

Il IV strato ha uno spessore di 0,20 mm ed è per il numero delle sue cellule lo strato caratteristico di quest'area. Contiene in prevalenza granuli rotondi od ovali di $6\text{-}8/6\text{-}9 \mu\text{m}$ in numero di circa 150 per $(0,1 \text{ mm})^3$, e per la stipatezza dei suoi elementi è già visibile a occhio nudo nei preparati per le cellule sotto forma di una stria colorata in azzurro intenso. Anch'esso presenta un accenno di striatura verticale.

Il V strato è assai sottile avendo solo uno spessore di 0,35 mm. Le sue cellule sono piuttosto rare e piccole ($12/8\text{-}10 \mu\text{m}$), appena un po' più voluminose di quelle del IV strato. In genere si tratta di piccole cellule poligonali, triangolari e fusate, in numero di circa 40 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Si osservano anche costantemente, ma in numero minimo, cellule piramidali voluminose. Le cellule

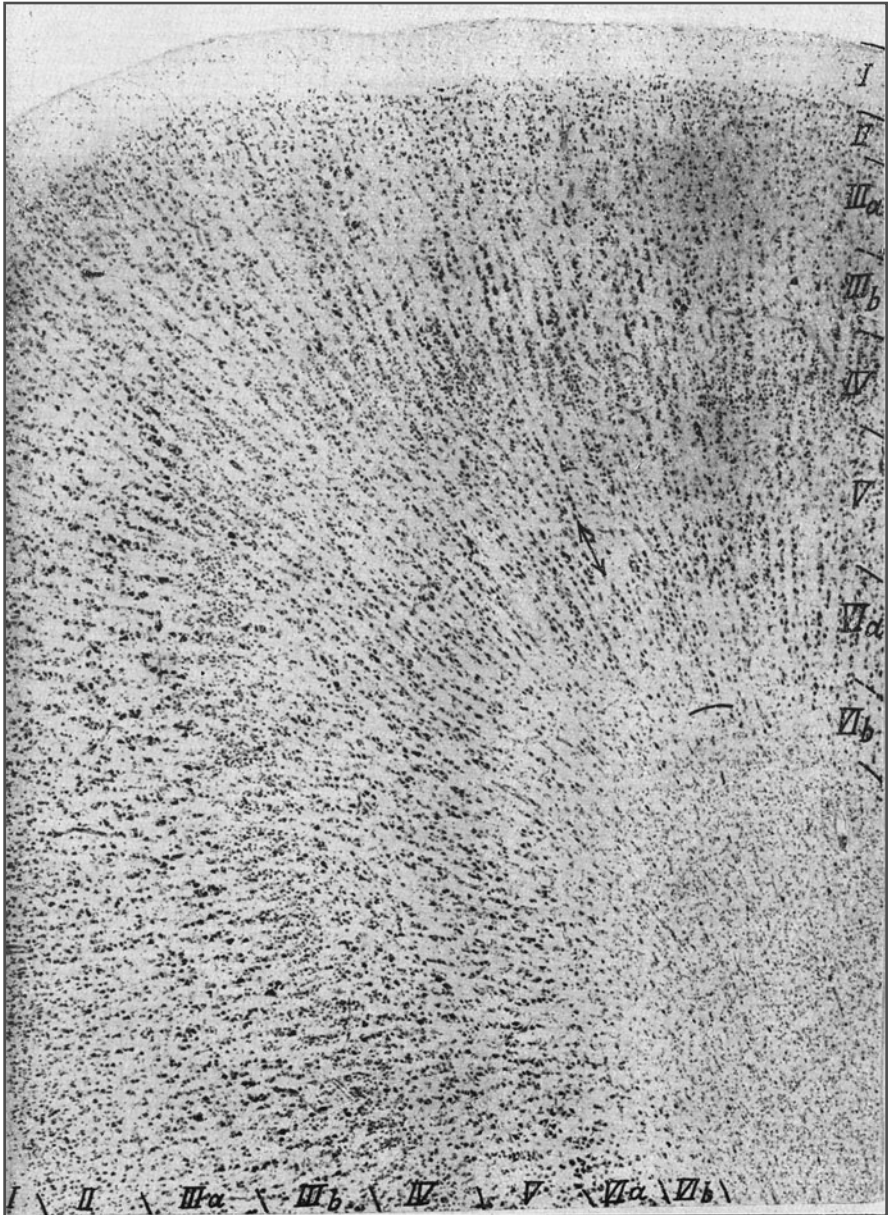


Fig. 7.1 OA, area peristriata. Convessità e parete laterale del gyrus sagittalis cunei superior (44 ingrandimenti)

del V strato, specie lungo la faccia laterale dei giri, sono raccolte a “pacchetti” o in colonne più o meno sottili che si prolungano da un lato nel III e IV strato e dall’altro nel VI strato (Fig. 7.1).

Abbiamo più volte fatto rilevare la diminuzione di volume delle cellule del V strato che si osserva nella porzione caudale dei lobi occipitali procedendo verso il loro polo. E già nelle porzioni posteriori delle zone basali dei parietali le cellule del V sono più piccole di quelle del VI. Nei lobi occipitali questo comportamento è ancora più accentuato, e può anzi servire a riconoscere sezioni di questa regione. Il forte rischiaramento del V strato fa distinguere i lobi occipitali dalle formazioni inferiori del parietale e offre anche un criterio per determinare il limite fra questi due lobi.

Il VI strato, largo 0,70 mm è di nuovo, a differenza del precedente, assai ricco di cellule. Specie il piano *VIa* contiene circa 55 elementi fusati di 25/10 μm per (0,1 mm)³, mentre il *VIb* è alquanto meno ricco di elementi e più stretto, ma il suo limite verso la sostanza bianca cerebrale è ancor più netto che non nei lobi parietali. Anche qui, e specie nella parete laterale dei giri, le cellule sono raccolte in grosse e corte colonnine, a volte disposte a scacchiera con quelle del V strato in modo da formare con esse delle caratteristiche figure ad S.

L’architettura dell’area *OA* non è identica in tutta la sua estensione: sulla convessità, in vicinanza dei lobi parietali e nel sulcus parietooccipitalis, osserviamo più spesso che altrove delle grosse cellule nel III strato, tanto che si potrebbe isolarne quasi uno strato *IIIc*. Indichiamo questa modificazione con le sigle *OAm* o *OA₂*. In queste zone, le aree a tipica struttura *OA₁* occupano la regione interna più vicina alla *OB* (vedi Fig. 1.1). In ogni modo si tenga presente che l’architettura della *OA* varia, specie per quanto riguarda il volume delle cellule, in modo irregolare da circonvoluzione a circonvoluzione e da persona a persona.

7.3

OB – Area parastriata

L’area *OB* è posta concentricamente all’area *OA* ed è ovunque circondata da questa (vedi Fig. 1.1). Sulla convessità forma solo una sottile striscia, nel fondo del cosiddetto *sulcus lunatus* che circonda esternamente il cosiddetto *gyrus descendens Ecker*.

Sulla faccia mediana ha un’estensione un po’ maggiore e raggiunge in dentro tutte e due le labbra della calcarina, nei punti non già occupati dall’area *OC*, come descriveremo esattamente più avanti.

Con il suo limite esterno raggiunge in senso dorsale quasi il *sulcus sagittalis inferior cunei*, e in senso ventrale il *sulcus lingualis*, presentando però alcune variazioni individuali.

La corteccia (Fig. 7.2) ha in quest’area uno spessore di soli 1,8-2 mm e può ridursi sulle facce laterali dei giri anche a soli 1-5 mm; è in complesso dunque assai sottile, anzi appartiene alle zone di minimo spessore corticale. È però assai ricca di cellule e presenta un rischiaramento del V strato ancora più accentuato dell’area *OA*.

I suoi limiti verso quest’ultima non sono però sempre chiaramente individuabili, mentre è nettissimo il suo confine verso la *corteccia calcarina* dell’area *OA*.

Il I strato è sottilissimo, ha uno spessore di soli 0,15 mm, e contiene da 3 a 4 cellule per (0,1 mm)³ piuttosto voluminose e snelle di 9/4 μm .

Il II strato, di soli 0,18 mm, è invece assai ricco di cellule e talmente intimamente connesso al piano superiore del III strato da rendere difficilissima la loro distinzione e da dare l’aspetto

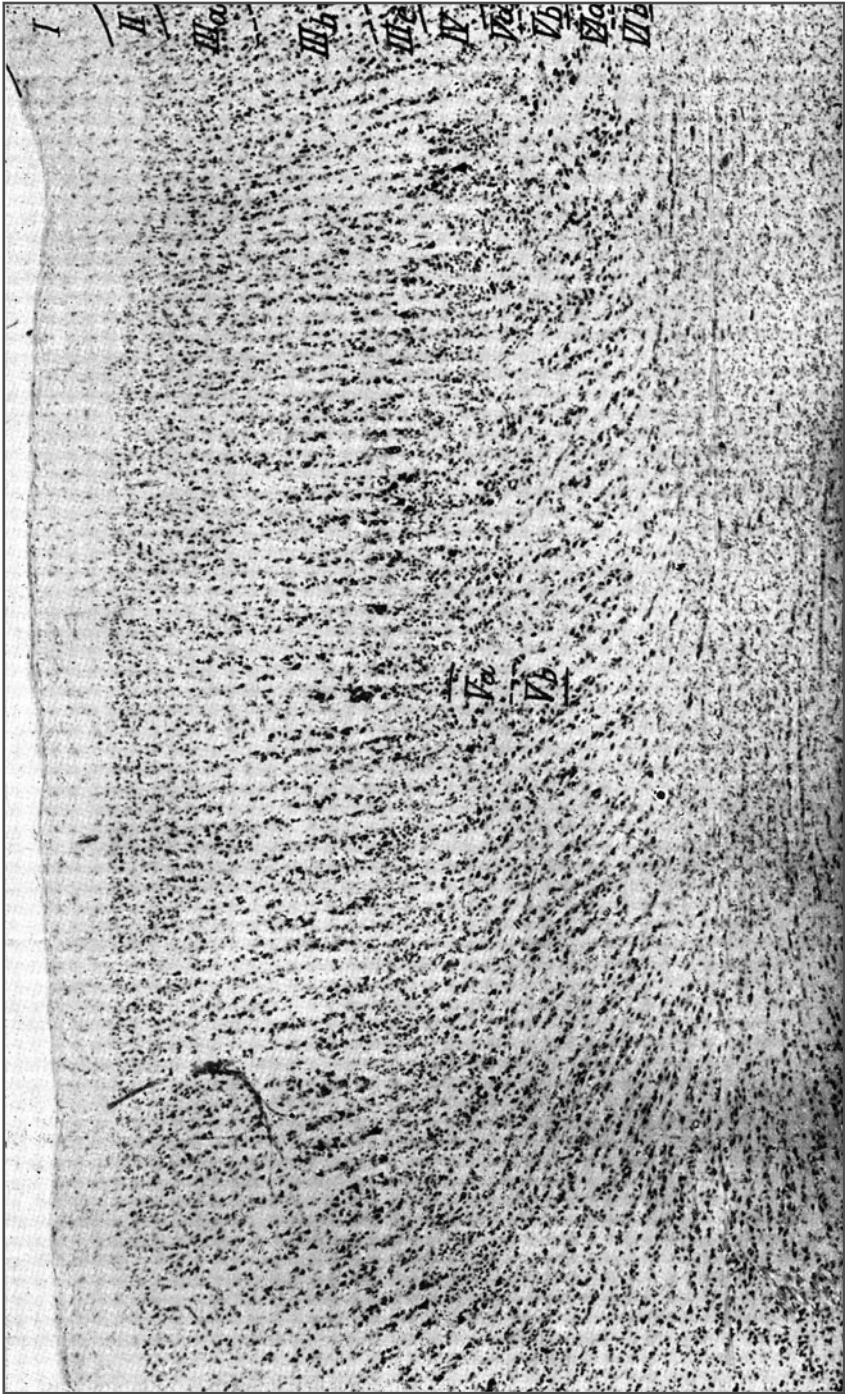


Fig. 7.2 OB, area parastriata. Parete laterale del gyrus sagittalis cunei inferior (44 ingrandimenti)

di un unico strato di granuli largo 0,40 mm. Il limite fra i due piani è però riconoscibile a forte ingrandimento. L'area *OB* si riconosce facilmente osservando questo largo accumulo di granuli degli strati II e IIIa che è disposto a mo' di architrave sulle colonne di cellule del resto del III strato. Il II strato contiene circa 150 cellule granulari e triangolari di 4-10/4-10 μm di grandezza per $(0,1 \text{ mm})^3$. Contiene anche molti grossi elementi quali si osservano altrove solo nel III strato.

Il III strato appare piuttosto sottile non avendo più di 0,45 mm di spessore, specie se lo si confronta con lo strato omologo, assai spesso, dei lobi parietali. In esso si possono distinguere tre strati secondari, IIIa, *b*, *c*. Non si riesce a distinguerlo se non con gran difficoltà dal II strato contenendo circa 85 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$ pressoché eguali in volume a quelli di quest'ultimo, ma di forma piramidale. Lo strato IIIb è poco più chiaro, contenendo circa solo 70 elementi di 12/10 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il IIIc contiene circa 60 elementi di media misura (20/15 μm) e rare cellule piramidali più voluminose e che possono anche raggiungere i 75/20 μm , come si può vedere al centro della Figura 7.2. Le cellule di questo strato sono disposte in prevalenza in colonne, la cui base è formata dalle grosse cellule piramidali del IIIc, i corpi da quelle medie del IIIb, mentre l'architrave è costituito dai piccoli elementi del III e II strato dando così un quadro veramente caratteristico.

Il IV strato, largo 0,18 mm, è assai ricco di cellule, anzi forse è lo strato più ricco di elementi di tutto il cervello, contenendone circa 240 di 6/6-6/8 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$. Si tratta in prevalenza di granuli rotondi od ovali, piuttosto grossi e che si colorano intensamente, tanto che nei preparati colorati per le cellule lo si vede nel suo percorso attraverso la corteccia sotto forma di un nastro scuro.

Il V strato è largo 0,22 mm e appare come un sottile nastro relativamente chiaro, con circa 70 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$, in genere più piccoli dei granuli del IV strato e certo più minuti degli elementi del VI strato. Qua e là si osservano grosse piramidi contenenti dei corpi tigroidi, di 45/25 μm , che in confronto con le cellule pigmee che le circondano appaiono quasi giganti.

Il VI strato, di 0,40 mm, contiene una formazione nastriforme scura costituita dal suo piano VIa, contenente circa 90 cellule di 20/10 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$. Si tratta in prevalenza di cellule triangolari commiste a pochi elementi fusiformi. Il VIb, più chiaro e povero di cellule, contiene di nuovo degli elementi fusati e presenta un limite netto verso la sostanza bianca cerebrale. Anche nell'area *OB* le cellule del V e VI strato sono spesso raccolte a pacchi, disposte a scacchiera o a zoccolo l'una sull'altra, come è ben visibile al margine inferiore della Figura 7.2.

Come già accennato all'inizio del capitolo, riesce spesso difficile delineare il confine fra le aree *OB* e *OA*, specie nei punti in cui anche in quest'ultima si osservano grosse cellule (*OAm*). Il confine interno verso l'area *OC* sulle labbra della calcarina rappresenta invece l'esempio classico di un confine netto lineare fra due aree (Fig. 7.3, in *).

Immediatamente avanti questa linea di confine, lungo tutta la sua estensione tanto sulla faccia interemisferica quanto sul polo occipitale, si osserva nello strato IIIc dell'area *OB* un accumulo lineare, largo 1-2 mm, di cellule piramidali giganti che possono raggiungere i 75/25 μm di volume (Fig. 7.3, al centro). Questo orlo intorno all'area striata viene indicato con la sigla *OB γ* e con il nome di *limes parastriatus gigantopyramidalis*.

Funzione Quando abbiamo descritto il centro del tatto nella parietale ascendente abbiamo già fatto notare come in vicinanza (cioè al confine) di ogni zona coniocorticale, ovvero di corteccia sensoriale, si riscontri una di queste zone di corteccia contenenti cellule voluminose, che abbiamo indicato con il nome di *zone parasensoriali*. Il significato di queste zone è ancora poco chiaro, per quanto si potrebbe ritenere avere esse importanza per un processo di sintonizzazione riflessa, eccitata dallo stimolo giungente al centro sensorio e agente sull'*attenzione*.

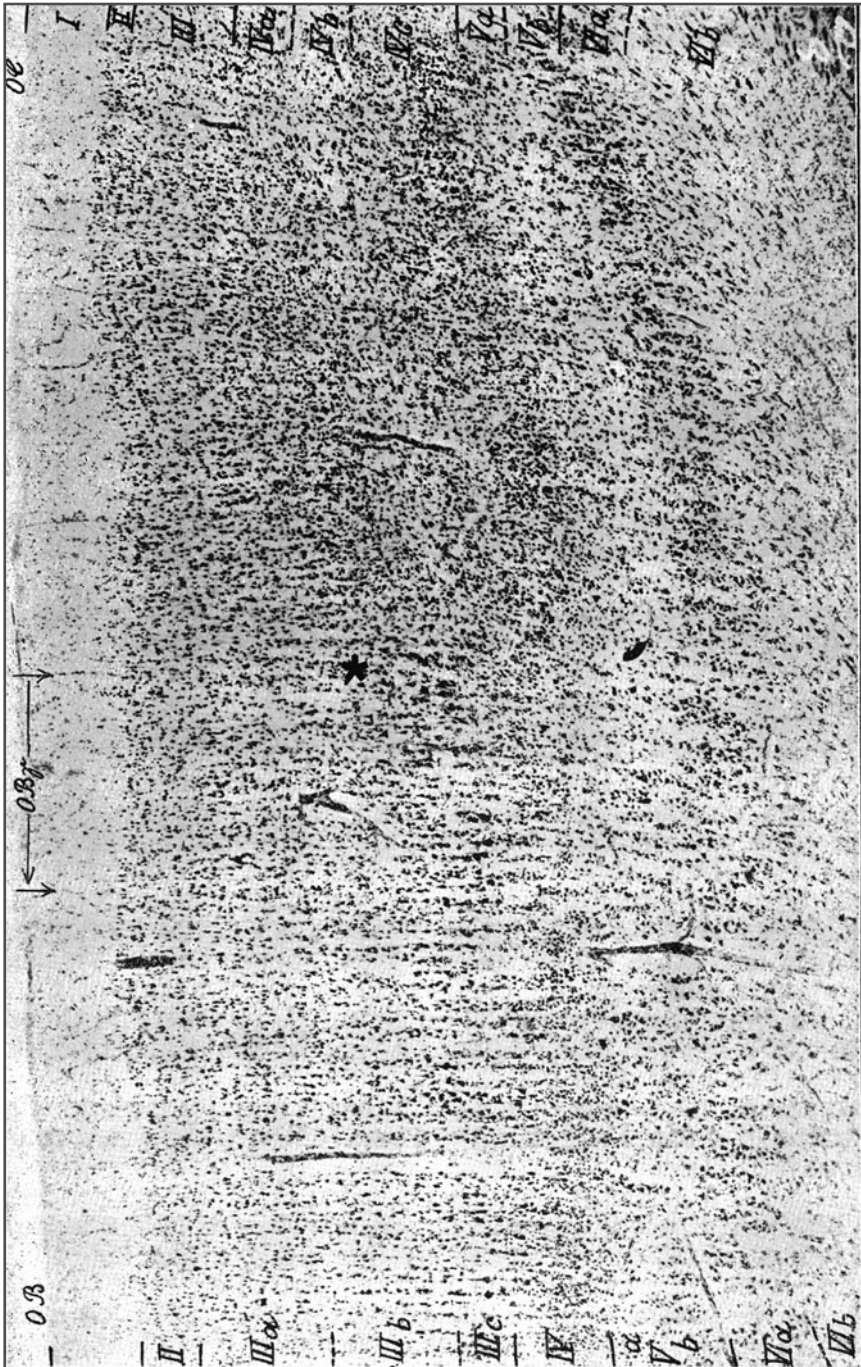


Fig. 7.3 OB, area parastriata – OB γ , *limes parastriatus gigantopyramidalis* – OC, area striata. In * avviene il passaggio dell'area parastriata all'area striata (44 ingrandimenti)

7.4

OC – Area striata

All'intorno di questa formazione dell'area *OB γ* si osserva (Fig. 7.3, al centro) un improvviso cambiamento dell'architettura corticale, consistente in un processo di *granulazione* della massima parte delle cellule. Infatti, nella Figura 7.3, mentre nella metà sinistra del quadro si vedono le larghe colonne cellulari e gli elementi bene sviluppati dell'area *OB*, e al centro persino le cellule piramidali giganti della *OB γ* , la sua metà destra è invece occupata da un gran numero di cellule piccolissime. Inoltre da questo lato si osservano anche una maggiore evidenza della stratificazione orizzontale e un apparente aumento del numero degli strati stessi: si vedono infatti comparire in quel punto, all'improvviso, quattro strati granulosi separati da altre zone più chiare.

Meynert ha descritto questa corteccia come una formazione *ottostratificata*, con quattro strati di granuli e quattro strati chiari, identificandola come di natura sensoriale.

Il II strato è evidente ma non ispessito; il IV invece presenta la particolarità di essere scisso in due da una zona midollare bianca, la *stria del Gennari*, che lo separa in due piani (Fig. 7.3, *, al centro della fotografia) e che, iniziandosi ove si osservano le cellule giganti dello strato IIIc, si porta obliquamente verso l'alto e a destra, con l'aspetto di una stria pallida, più povera di cellule.

La *stria del Gennari* divide il IV strato in un piano di granuli superiore (*IVa*), in un piano costituito dalla stria stessa (*IVb*) sotto forma di una stria più chiara, e in uno strato di granuli profondo e più scuro (*IVc*). Questa divisione sposta lo strato un po' più in superficie e il *IVc* un po' più profondamente.

Sotto a quest'ultimo compare il V strato, sotto forma di una stria più chiara, mentre il *VIa* è talmente assottigliato e ha elementi talmente piccoli e stipati che Meynert lo ritiene formare un quarto strato di granuli. Lo strato *VIb* sottostante è di nuovo più chiaro.

Anche il VI strato nel passare dalla *OB γ* nella *OC* forma una specie di gradino, aumenta la stipatezza dei suoi elementi e spicca meglio, a mo' di un nastro, sulle parti vicine. In questo punto si assottiglia spesso anche tutta la corteccia.

Tutte queste modificazioni avvengono bruscamente al bordo del *limes OB γ* e subito dopo le sue piramidi giganti. Le formazioni granulose rivestono ambedue le facce laterali e il fondo della calcarina in tutta la loro estensione e per un breve tratto anche la convessità del polo occipitale (vedi Fig. 1.1). Lo spessore corticale entro l'area striata oscilla fra 2,5 e 2 mm, e si riduce sulle facce laterali della calcarina a 1,5 mm. L'area *OC* è fra quelle a corteccia più sottile del cervello (vedi Fig. 1.6). La Figura 7.4, che riporta una sezione proveniente dal fondo della calcarina, mostra l'architettura dell'*OC*.

Il I strato, di 0,19 mm, è assai sottile, ma più largo che nella *OB*; contiene 8-10 cellule triangolari di $5/5 \mu\text{m}$ ($0,1 \text{ mm}$)³.

Il II strato è ben delimitato verso il III, è largo circa 0,12 mm ed è quindi piuttosto sottile e ricco di elementi. È costituito spesso solo da 2-3 fini file di piccole cellule piramidali di $6/6 \mu\text{m}$ per ($0,1 \text{ mm}$)³, tanto da apparire come uno strato di granuli non troppo stipati (vedi Fig. 7.3) e come una stria più chiara, contrastante con quelle più scure degli strati granulari II e *IVa*.

Il IV strato è largo 0,80 mm e raggiunge qui il massimo spessore di tutta la corteccia cerebrale. La sua porzione superficiale (*IVa*), detta lamina granularis interna superficialis, non

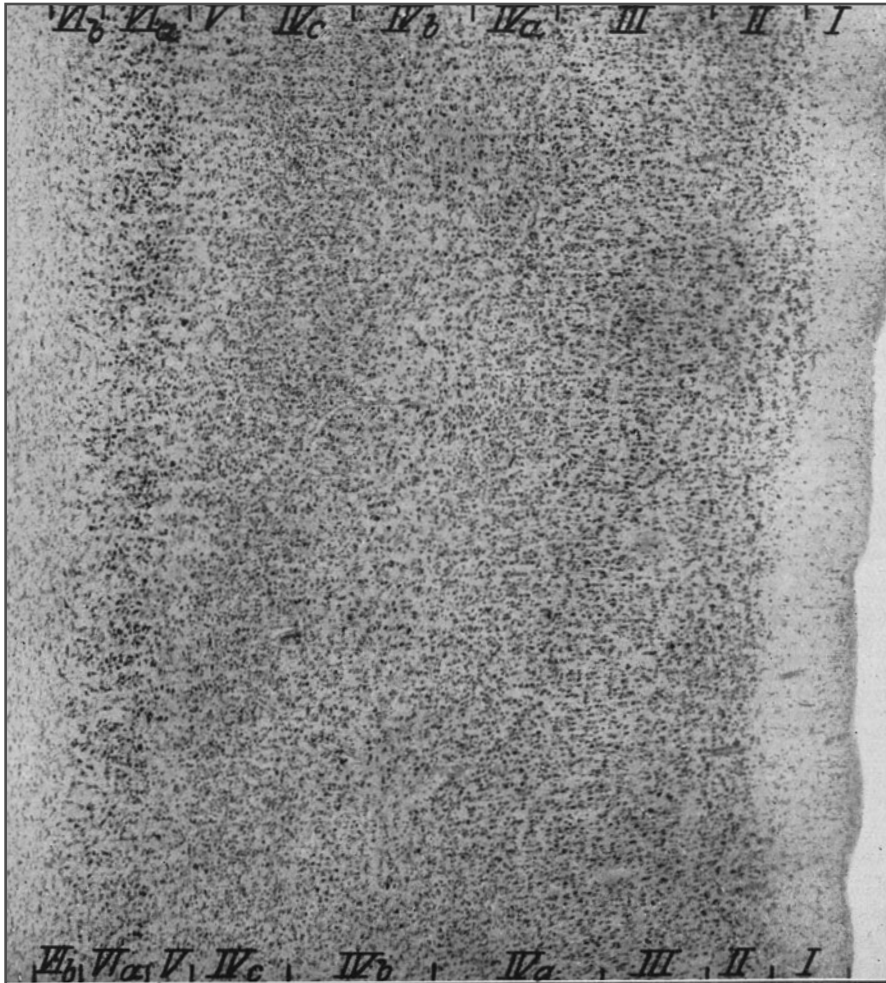


Fig. 7.4 OC, *area striata*. Parete della fessura calcarina (44 ingrandimenti)

ha un limite netto verso il III strato, e si distingue solo per la forma delle sue cellule costituite da piccolissimi granuli rotondi di circa $5/5 \mu\text{m}$ in numero di circa 150 per $(0,1 \text{ mm})^3$. La porzione sottostante *IVb* è detta lamina intermedia o stria del Gennari, ha uno spessore di circa $0,28 \text{ mm}$ e limiti netti verso l'alto e verso il basso, e contiene solo 60 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ che hanno volume pari agli elementi della porzione *IVa* e che, per la loro scarsità relativa, danno alla stria un aspetto più chiaro. Accanto a questi granuli si trovano vari elementi più grossi ma disposti regolarmente in senso orizzontale a ogni $100 \mu\text{m}$ circa, cioè le cellule stellate giganti del Meynert di $25/50 \mu\text{m}$ di volume, poste in un piano orizzontale, e che da Cajal vengono ritenute essere le vere cellule vive. In corrispondenza a esse hanno termine i telodendriti delle radiazioni visive, le cui fibre prima del loro sfioramento formano la stria del Gennari. Sulle sezioni queste cellule non si presentano di regola con aspetto stellato poiché vengono in genere colpite lungo il loro asse minore. L'attributo "giganti" lo meritano solo perché appaiono tali se confrontate con i granuli e le piccole cellule stellate dello stesso strato.

Nelle Figure 7.3 e 7.4 si riescono a distinguere solo come punti un po' più grandi e scuri fra gli altri elementi piccolissimi dello strato. Sotto allo strato IVb si osserva lo strato IVc, detto lamina granularis interna profunda, che è il tratto più ricco di elementi degli strati granulari dell'area striata e, dopo il IV strato della OB, secondo per ricchezza di cellule di tutta la corteccia, con circa 220 granuli rotondi di $8/8 \mu\text{m}$ e più per $(0,1 \text{ mm})^3$. Per un approfondimento sulla genesi dello strato IVa e il processo di granulazione dei piani profondi del III strato si rimanda a Economo e Koskinas, 1925 (pag. 627).

Il V strato, di soli 0,27 mm, è assai sottile rispetto al IV e si riconosce nei preparati colorati già a occhio nudo come una stria chiara. Mentre nei tagli a fresco di questa zona di corteccia la stria del Gennari (IVb) è ben visibile grazie al bianco rilucente delle sue fibre mieliche che risalta nella sostanza grigia che la circonda, nei preparati colorati è il V strato a risaltare come una stria chiara compresa fra degli strati orizzontali più scuri (Fig. 7.4). Infatti questo strato è assai povero di cellule se confrontato con gli strati stipati di elementi delle zone a esso più vicine, e anche più povero di elementi, e quindi anche più chiaro del IVb, contenendo nella sua porzione media non più di 45 piccolissime cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le sue porzioni superiore e inferiore, confinando con gli strati IVc e VIa ricchi di cellule, sono un po' meno poveri di elementi. Un'altra caratteristica di questo strato (V) è la presenza di grosse cellule piramidali provviste di corpi tigroidi di $60/30 \mu\text{m}$ che si osservano in modo regolare per quanto sporadico. Queste cellule, dette cellule giganti di Meynert, si trovano in tutta l'area striata, solitarie o a gruppi di 2-3, a 1-2 mm di distanza l'uno dall'altro, nella porzione mediana dello strato. Anch'esse solo eccezionalmente meritano per il loro volume la qualifica di "giganti"; nella Figura 7.4 si riconoscono come triangoletti scuri in mezzo alla massa di piccole cellule rotonde da cui sono circondate.

Il VI strato ha uno spessore medio di 0,45 mm. Il suo strato superiore forma un nastro di 0,25 mm costituito di cellule piramidali piccole, stipatissime, della misura di $6/15 \mu\text{m}$, in numero di circa 140 per $(0,1 \text{ mm})^3$. La piccolezza e la stipatezza di questi elementi potrebbe far pensare (come successe a Meynert) che si tratti di un quarto strato granulare. Si osservano in esso solo scarse cellule fusate. Lo strato VIb ha solo 0,20 mm di diametro ed è più povero di elementi contenendone solo 20 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Esso contiene cellule fusate medie e piccole, disposte in genere in senso orizzontale e che presentano un orientamento verticale, cioè radiale, solo sulle labbra della calcarina.

L'area striata che presenta questa architettura tanto insolita riveste il fondo e le due pareti della calcarina e, frontalmente, il suo territorio non incomincia sulla superficie cerebrale, bensì – con un suo *prolungamento appuntito* – assai avanti nel *fondo del truncus fissurae parietooccipitalis et calcarinae*, pressappoco dove questo restringe il gyrus limbicus facendogli formare l'istmo. Questo giro giace piuttosto verso la sua parete inferiore e non raggiunge l'estremo anteriore del tronco, ma solo un piano frontale passante a livello dello splenium corpori callosi. Da qui l'area striata si allarga procedendo caudalmente sempre più, prima sulla parete ventrale (linguale) poi anche su quella dorsale (cuneale) del *truncus* rivestendone una porzione sempre maggiore.

Al punto d'incontro della fessura calcarina con il sulcus parietooccipitalis, l'OC dapprima si estende al *labbro* ventrale della calcarina, e cioè sul bordo della convessità del gyrus lingualis, raggiungendo per breve tratto la superficie cerebrale, mentre invece sul labbro dorsale (cuneale) si porta in superficie solo più indietro (vedi Fig. 1.1b).

L'area si estende quindi verso l'indietro, dapprima sotto forma di uno stretto orlo che poi si allarga sempre più sulle convessità del gyrus lingualis e del gyrus cunei – sempre più sul primo che non sul secondo – per poi circondare a corona sul polo occipitale l'estremo a T della calcarina. Anche nell'uomo la formazione sale un poco sulla convessità cerebrale, cioè fino alla metà della convessità del gyrus descendens Ecker, ove incontra

la *OB* che la circonda. Nelle scimmie, invece, l'area striata si estende per un largo tratto sulla convessità, e cioè fino alla cosiddetta *Affenspalte* (sulcus parietooccipitalis lateralis), e quindi si può supporre che il *sulcus lunato* che circonda il gyrus Ecker sulla convessità sia l'omologo dell'*Affenspalte*.

Alcuni strati dell'area striata possono essere suddivisi in numerosi strati secondari ove si segua attentamente la disposizione stratificata delle loro varie forme di cellule: così negli strati secondari *IVb*, *IVc* e *VIa* si possono distinguere in ognuno altri tre *strati* terziari, e nello strato *V* altri due secondari, in modo che si può in questa zona parlare di una stratificazione in 16 piani.

Funzione La corteccia eterotipica granulosa dell'area striata *OC* rappresenta la coniocorteccia (cioè la corteccia sensoria) in cui gli stimoli che giungono sulla retina passano dai centri più bassi nel cervello: essa costituisce pertanto in modo assolutamente certo il *centro visivo corticale*. È anche dimostrato che i suoi tratti che rivestono la faccia laterale e la convessità del cuneo corrispondono al quadrante inferiore del campo visivo dell'occhio controlaterale, e quelli del gyrus linguialis al quadrante superiore del campo vicino del lato opposto.

Diversi Autori ritengono anche che le porzioni polari dell'area *OC* siano destinate alla visione maculare, e che le porzioni più anteriori corrispondano agli altri quadranti del campo visivo; altri ancora affermano che tutto il *fondo* della calcarina presiede alla visione maculare.

La *suddivisione dello strato interno dei granuli* dell'area striata in due strati secondari per opera della stria del Gennari viene ora posta in rapporto con la visione binoculare (Barany, 1925; Kleist, 1926). Infatti essa è presente oltre che nell'uomo anche negli animali a visione binoculare, mentre manca in genere negli animali con posizione laterale degli occhi, cioè a visione monoculare, ed è parzialmente presente (Volkman, 1926) in quelli in cui si ammette una visione binoculare parziale.

Da ciò si può supporre che i due strati granulari originatisi per scissione siano destinati ai due centri retinici omonimi del campo visivo controlaterale dei due occhi e che la loro sovrapposizione nella corteccia determini la sovrapposizione delle sensazioni retiniche dei due occhi in un'unico quadro, corrispondendo lo strato *IVc* – più largo e più ricco di elementi – all'occhio controlaterale e il *IVa* a quello omolaterale.

Si suppone anche che le percezioni cromatiche primarie avvengano anche nell'area striata (Lenz, 1921). Non si sa ancora se l'area *OC* sia la sola a elaborare gli stimoli visivi, poiché nell'area *OB* si trovano delle zone che, per contenuto e piccolezza delle cellule, ricordano assai quella della *coniocorteccia* (naturalmente pur mancando la scissione del *IV* strato). Queste aree saranno da noi indicate semplicemente con la sigla *OBΩ* al fine di non *creare* pregiudizi.

L'intera superficie della coniocorteccia del centro visivo in ambedue gli emisferi raggiunge pressappoco i 50 cm². Le cellule di ambedue le aree striate raggiungono complessivamente il numero di 1 400 000 000 circa, cioè un decimo circa del contenuto cellulare dell'intera corteccia. L'area striata contiene dunque nell'unità di superficie quattro volte più cellule di qualsiasi altra zona cerebrale (Economo, 1927).

Potrebbe anche darsi che l'area *OA* presieda alle funzioni visive *commemorative*, e che l'area *OB* e la sua zona macrocellulare *OBγ* esercitino invece da un lato le funzioni associative e dall'altro quelle riflesse motorie. Questo argomento è trattato estesamente in Economo e Kiskas, 1925 (pag. 63).

8.1

Confini citoarchitettonici dei lobi temporali. Caratteristiche generali citoarchitettoniche della corteccia di questo lobo. I cinque campi della prima circonvoluzione temporale

Solo lo studio citoarchitettonico della corteccia dei lobi temporali fornisce gli elementi necessari per delimitare esattamente le parti vicine. I limiti citoarchitettonici dei lobi temporali sono infatti alquanto più ristretti di quelli anatomici macroscopici poiché, come già dimostrato in uno dei capitoli precedenti, la sua porzione posteriore, sporgente dietro l'estremo caudale del sulcus Sylvii (regione intermedia temporooccipitale; vedi Cap. 5) appartiene citoarchitettonicamente già alla regione parietale essendo occupata da corteccia di questo tipo, precisamente proprio dall'area PH.

Questi lobi si estendono dal solco temporo-insulare: *margo insulae posterior* e dal fondo della fissura Sylvii, alla convessità ventrale del cervello e alla base degli emisferi fino al gyrus hippocampi o fino alla fissura occipitotemporalis (vedi Fig. 1.1).

In tutto questo territorio la corteccia è assai spessa, aumentando gradatamente di altezza verso il polo temporale (vedi Fig. 1.6). In essa si possono distinguere moltissime aree. Nel Capitolo 6 si è già accennato al fatto che i giri temporali primo e quarto (gyrus fusiformis) presentano un'architettura assai somigliante a quella del tipo 3 della regione parietale inferiore, come del resto appare evidente confrontando la Figura 8.2 con la Figura 5.6 raffigurante la corteccia parietale. Solo il gyrus temporalis secundus e il gyrus temporalis tertius presentano un'architettura nettamente *temporale*, come si vede chiaramente nella Figura 8.4.

Tuttavia anche l'architettura delle circonvoluzioni T₁ e T₄ presenta, e ancor più delle altre, delle caratteristiche che permettono di riconoscerne il tipo temporale malgrado le variazioni locali e la somiglianza con l'architettura parietale.

I particolari che permettono questa differenziazione sono i seguenti: il notevole spessore complessivo della corteccia, il notevole spessore del I strato, un progressivo assottigliamento dei due strati dei granuli verso il polo temporale (vedi Fig. 1.7), l'aspetto caratteristico sfrangiato e interrotto del II strato da cui sembra che ciuffi di cellule sporgano

nel I strato, e infine l'aspetto del IV strato che appare come suddiviso da fasci verticali di fibre midollari in colonne di cellule separate da tratti privi di questi; tali colonne di cellule appaiono isolate nelle sezioni inferiori a 25 mm, differenziandosi così dalla corteccia parietale in cui la striatura – per quanto accentuata – non è tale da determinare la formazione di queste colonne isolate.

Il III strato è in genere più macrocellulare, oligocellulare e sottile che non nei lobi parietali ed è caratterizzato dal fatto di essere più sottile in via assoluta e relativa nella convessità dei giri che non sulla parete dei solchi.

Il V e VI strato acquistano di nuovo molta di quella importanza che avevano perduta nei campi parietale e occipitale, in modo da superare di molto per spessore e ricchezza di cellule gli strati sovrastanti e rendersi assai evidente nelle sezioni, differenziandosi così anche in modo spiccato dalle formazioni dei lobi frontali.

La corteccia mostra infine una grossolana striatura radiata che dal VI strato giunge in genere fino al II.

O l'una o l'altra di queste caratteristiche dovrebbe essere sempre sufficiente per riconoscere un frammento di corteccia temporale.

Già nel gyrus temporalis primis (T_1) si possono distinguere almeno cinque differenti aree corticali: *TA*, *TB*, *TC*, *TD* e tratti della *TG*.

8.2

TA – Area temporalis superior

Quest'area comprende la porzione maggiore del gyrus temporalis primis, rivestendo tutta la sua convessità e la sua parete inferiore, e restando coperte dalle aree *TB*, *TC* e *TD* solo la sua faccia dorsale nella fessura Sylvii e la sua porzione polare da una parte della *TG*. La corteccia dell'area *TA* ha uno spessore medio di 3 mm, ed è molto simile a quella della regione parietale inferiore. La sua striatura radiale è più accentuata che, per esempio, nel campo *PF*, e dal VI strato raggiunge il II, suddividendo il IV strato in colonne verticali (tipo a canne d'organo) (Fig. 8.1). Tutta la corteccia, oltre a queste caratteristiche, ne presenta anche altre "temporali".

Il I strato ha uno spessore di 0,22 mm ed è quindi assai spesso; contiene 7 cellule di $8/7 \mu\text{m}$ di grandezza per $(0,1 \text{ mm})^3$. Gli elementi sono in genere orientati radialmente.

Il II strato ha circa 0,1 mm di spessore ed è quindi assai sottile e poco ricco di cellule. Ha un aspetto caratteristico *frangiato*, cioè presenta qua e là delle lacune, mentre altrove i suoi elementi raggruppati a ciuffi penetrano nel I strato: questi tratti più ricchi di elementi ne contengono fino a 85 per $(0,1 \text{ mm})^3$, di $6/6 \mu\text{m}$ di grandezza, a forma prevalentemente triangolare. Le lacune invece sono poverissime di cellule (Fig. 8.1, sotto il segno +).

Il III strato ha uno spessore di circa 0,95 mm: è dunque assai spesso e si distingue per l'altezza di tipo parietale che ha nella circonvoluzione T_1 dalla corteccia di T_2 e T_3 , in cui è più sottile e di tipo temporale. Il III strato di quest'area ha, come nei lobi parietali, cellule piramidali generalmente uniformi di aspetto e di media grandezza, in modo che non si può distinguere in essa lo strato secondario IIIc a grossi elementi. Solo nella metà destra della Figura 8.1, a livello della parete del sulcus temporalis superior, è visibile un accenno a questo strato IIIc. In media si contano 40 cellule di circa $15-25/8-15 \mu\text{m}$ di grandezza per

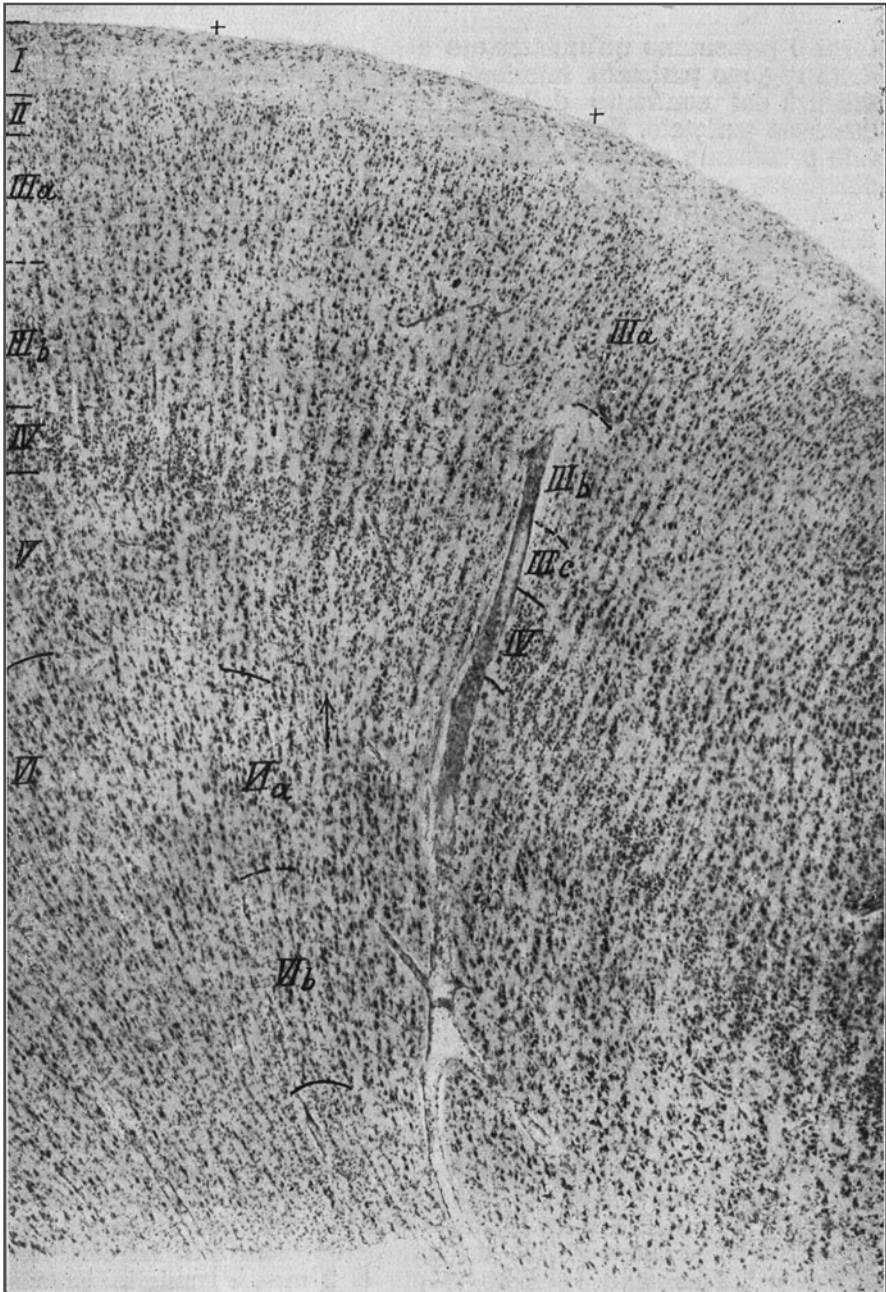


Fig. 8.1 TA, area temporalis superior. Angolo basale della convessità della porzione caudale della prima circonvoluzione temporale (44 ingrandimenti)

(0,1 mm)³; questi elementi sono disposti a fasci verticali un po' più larghi che non nei lobi parietali, e sembrano continuarsi spesso con le colonnette cellulari del IV strato, e ancora più in basso nel V e VI, in modo da dare un aspetto striato a quest'area. Alcune colonne cellulari attraversano apparentemente tutti gli strati corticali come si vede nella Figura 8.1 (→).

Il IV strato è piuttosto sottile avendo uno spessore di soli 0,18 mm. Contiene in alcuni punti fino a 100 cellule di 8/7 μ m per (0,1 mm)³. I suoi elementi hanno generalmente la forma di piccole piramidi, e sono disposti in genere in colonnette cellulari larghe circa 50 μ m e alte 170 μ m, divise da tratti privi completamente di cellule, ma un poco più sottili. Queste colonne di cellule spesso si prolungano fino alle porzioni profonde del III strato e a quelle superficiali del V.

Il V strato ha uno spessore di 0,50 mm e presenta un progressivo e costante aumento nella sua altezza e nelle dimensioni delle sue cellule procedendo dal suo limite parietocaudale verso il polo temporale. Contiene in media 40 cellule per (0,1 mm)³ e queste, a differenza della corteccia parietale, sono in genere *piramidi medie* di 20-30/10-20 μ m di grandezza, di bella forma piramidale. Questi elementi sono ordinati in colonna – per quanto in modo meno evidente degli elementi del III strato – da fasci di fibre mieliniche, esposte radialmente.

Nei tratti più caudali di quest'area TA, cioè nel campo TA₁, le cellule sono un po' piccole e di forma meno regolare, mentre invece più vicino al polo TA₂ prevalgono le cellule di forma piramidale regolare che superano di volume anche quelle del VI strato.

Il VI strato ha uno spessore di 0,90 mm e si suddivide in una porzione più superficiale (VIa) più ricca di elementi, contenente circa 30 cellule fusiformi di 25/10 μ m per (0,1 mm)³, e una porzione più profonda con sole 15 cellule di 17/9 μ m per (0,1 mm)³. Anche i gruppi cellulari del VI strato sono divisi in colonne da fasci di fibre mieliniche. Nella porzione più caudale si riconoscono ancora numerose cellule triangolari (TA₁), mentre in quella frontale (TA₂) si osserva un maggior numero di vere cellule fusiformi. La porzione frontale (TA₂) presenta una striatura verticale meno evidente che non quella caudale (TA₁). Questa differenziazione corrisponde al sulcus acusticus e cioè a livello della linea corrispondente allo sbocco della circonvoluzione di Heschl. I limiti verso la sostanza bianca sono piuttosto sfumati.

Indietro l'area TA, a livello della piega di passaggio che chiude la fessura Sylvii in direzione caudale, si porta sul gyrus supramarginalis e passa nell'area PF, alla quale del resto somiglia per architettura. Frontalmente essa (vedi Fig. 1.1a) tocca quasi il punto medio fra polo temporale e sulcus acusticus e si porta un po' sulla faccia dorsale della T₁, estendendosi nel sulcus temporalis superior a quasi tutta la parete ventrale della T₁ ove presenta anche una striatura più evidente e un maggior volume delle cellule del III strato.

Funzione La fisiopatologia localizza nell'area TA₁ di sinistra il centro della *comprensione delle fonemi delle parole* e nel suo tratto caudale di passaggio alla PF il centro della *comprensione del significato delle parole*; nell'area TA₂ e persino nel polo temporale (?) il *centro di comprensione musicale*.

8.3

TB – Area supratemporalis simplex

La faccia dorsale della prima circonvoluzione temporale, cioè il planum temporale, che giace nella fessura Sylvii, presenta in genere 1-2, e a volte 3, profonde circonvoluzioni trasversali, di cui la più rostrale è detta prima circonvoluzione di Heschl (H₁). La seconda viene spesso indicata con il nome di seconda circonvoluzione di Heschl (H₂); dietro a

questa si osservano infine o altre piccole circonvoluzioni o un piccolo piano, il planum temporale. La corteccia di tutta questa faccia superiore della T_1 può essere suddivisa in tre campi (*TB*, *TC*, *TD*) (vedi Fig. 1.1a). L'area *TB* occupa la maggior porzione di questa faccia, mentre l'area *TC* occupa una zona a volte posta sul territorio della *TB*, non più larga di una moneta da 20 centesimi (questa moneta del Regno d'Italia aveva un diametro di 21,3 mm, *ndr*), sulla prima e in parte sulla seconda circonvoluzione di Heschl; l'area *TD* infine giace tutta nella profondità della fessura Sylvii.

L'area *TB* che in basso si confonde a poco a poco con la *TA* presenta un'architettura simile, differenziandosene solo per il fatto che la disposizione a *canne d'organo* dovuta ai fasci di fibre mieliniche che la intersecano è in essa ancor più evidente (Fig. 8.2, in *). Essa è anche caratterizzata dalla comparsa di grosse cellule nel III strato che, circondate come sono da cellule di medio volume, potrebbero sembrare cellule giganti. Lo spessore totale della corteccia raggiunge in quest'area i 3 mm circa, cioè un valore piuttosto alto se si considera che si tratta della corteccia che riveste la faccia laterale della T_1 . Infatti quest'area è proprio caratterizzata dal fatto che la sua corteccia non ha che in grado minimo l'aspetto di quella che riveste le facce laterali delle circonvoluzioni.

Il I strato è assai largo avendo uno spessore di 0,23 mm; contiene 5 cellule di 7/6 m per (0,1 mm)³.

Il II strato, largo 0,20 mm, è costituito da piccole cellule piramidali di 7-15/7-10 μm , in numero di 80 per (0,1 mm)³. Esso ha l'aspetto tipico del II strato della corteccia temporale presentando delle lacune e delle sfrangiature dovute alla striatura della corteccia che si propaga anche a esso e che respinge i suoi elementi fino al I strato. Questo comportamento si osserva meglio nei tagli sottili che non in quelli spessi come quello della Figura 8.2. Anche i suoi limiti verso il III strato sono poco netti.

Il III strato, largo 0,90 mm, è costituito da colonne verticali di cellule, che possono essere seguite fin nel IV e perfino nel V e VI strato. Secondo il volume delle sue cellule può essere diviso in tre strati secondari, *IIIa*, *b* e *c*. Lo strato *IIIa* contiene cellule di 13/10 μm , il *IIIb* cellule di oltre 22/17 μm , mentre nel *IIIc*, più profondo, fra le altre piramidi grandi sono sparsi elementi grandissimi di 40-60/30 μm . In *IIIa* si contano circa 55 cellule, e in *IIIb* e *IIIc* circa 20 elementi per (0,1 mm)³.

Il IV strato è in proporzione assai largo per la regione temporale raggiungendo i 0,35 mm; è anche assai ricco di cellule contenendone circa 125 di 9/8 μm per (0,1 mm)³. Le cellule sono grossi granuli e fra essi si rilevano molte cellule triangolari. A volte si vedono anche delle cellule piramidali grandi provenienti da *IIIc*. Le cellule sono ordinate in colonnine verticali stipate che comprendono tutto lo spessore dello strato, e che continuano quelle del III strato e sono separate fra di loro da zone povere di cellule, estese a tutto lo spessore dello strato.

Il V strato è in proporzione piuttosto sottile raggiungendo solo 0,40 mm; il che corrisponde anche alla caratteristica generale delle formazioni delle facce laterali delle circonvoluzioni e spiega questo comportamento nell'area *TB* che – bisogna tener presente – si trova nella parete dorsale della prima circonvoluzione temporale. In questo strato si osservano piccole cellule di 15/10 μm , in numero di 50 per (0,1 mm)³, commiste però a rare cellule piramidali che possono raggiungere anche i 50/28 μm di volume. Anche in questo strato le cellule sono divise in colonne da zone oligocellulari radiali che, continuando le colonnine cellulari degli altri strati, danno a questa corteccia un caratteristico aspetto a canne d'organo.

Il VI strato ha uno spessore di circa 0,80 mm e contiene nella sua zona più superficiale (*VIa*) circa 40 cellule per (0,1 mm)³ di forma fusata e di volume pari a 25/15 μm . Lo strato profondo (*VIb*) contiene circa 20 cellule, di dimensioni minori per (0,1 mm)³. Anche le cellule fusiformi di questo strato presentano una disposizione colonnare. Il limite verso la sostanza bianca sottostante è netto.

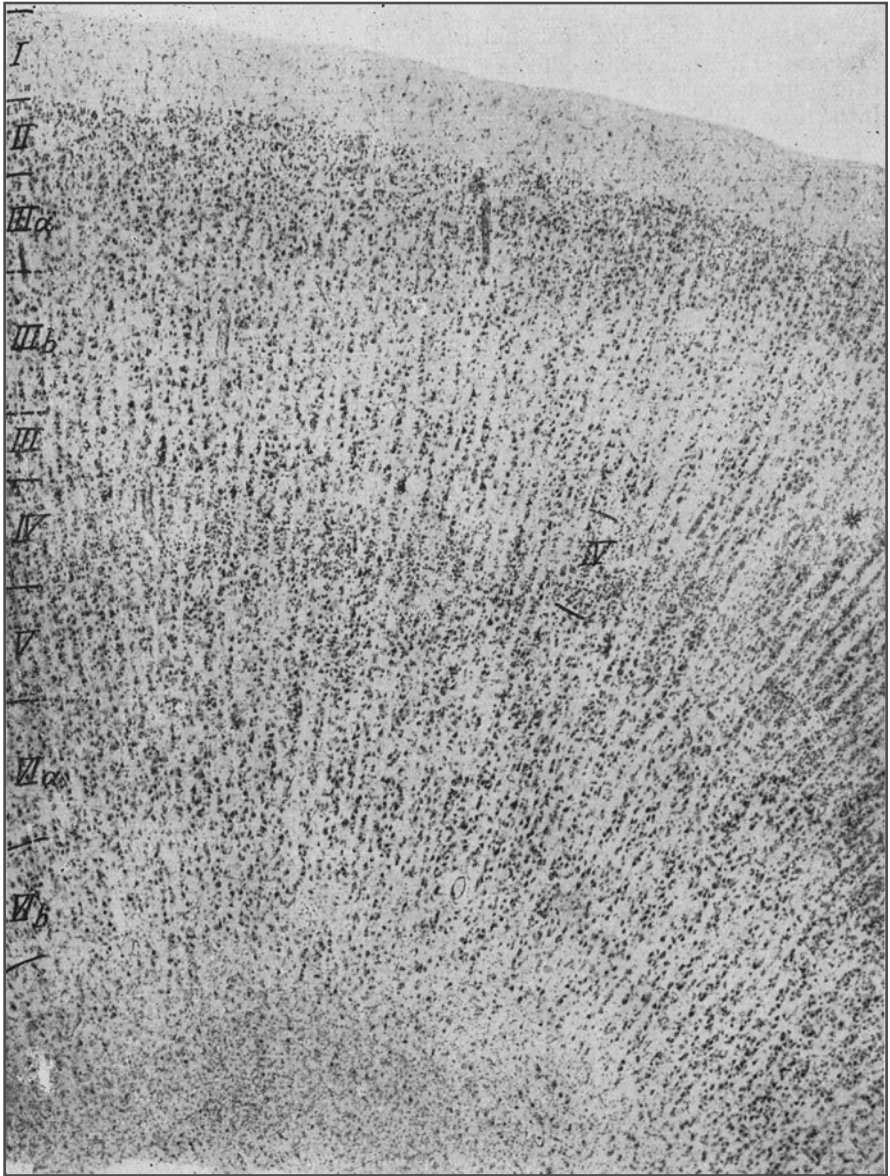


Fig. 8.2 TB, *area supratemporalis magnocellularis sive simplex*. Convessità del terzo gyrus supratemporalis transversus (Heschl III) (44 ingrandimenti)

Funzione Non conosciamo ancora il significato fisiologico dell'area TB. Essa contiene probabilmente nella sua porzione macrocellulare il *centro parasensoriale del centro uditivo primario TC* e almeno in parte presiederebbe ai movimenti riflessi di sintonizzazione agli stimoli (riflesso dell'attenzione).

8.4 TC – Area supratemporalis granulosa

L'area TB confina direttamente con l'area TC. Confrontando le Figure 8.2 e 8.3 risulta ben evidente la grandissima differenza di struttura che esiste fra la corteccia di queste due aree vicine.

L'area TC presenta un'*architettura eterotipica*. La corteccia di quest'area è *granulosa* e quindi *sensoria* e occupa una superficie grande quanto una moneta da 20 centesimi (21,3 mm di diametro) sulla prima e in parte sulla seconda circonvoluzione di Heschl (vedi Fig. 1.1a), restando circondata ovunque dalla corteccia dell'area TB, tranne che verso il fondo della fessura Sylvii ove si continua con la corteccia simile, ma meno nettamente granulosa, dell'area TD.

Essa è caratterizzata dalla piccolezza della maggior parte dei suoi elementi, cioè dalla loro *granulizzazione*, dalla ricchezza in cellule, dallo spessore dei suoi strati granulari e infine dalla disposizione delle sue cellule granuliformi in matassine fini e sottili che ci hanno fatto definire quest'area con il nome di “formazione a tipo di acquazzone“ (Fig. 8.3). La corteccia di quest'area ha uno spessore complessivo di circa 3 mm, piuttosto alto per una *coniocorteccia*. Essa presenta però le altre caratteristiche tipiche per questo genere di corteccia, quali per esempio la granulizzazione e il rischiaramento del V strato.

Il I strato ha un forte spessore di 0,26 mm ed è in proporzione ricco di cellule contenendone circa 15 di $7/7 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato, che raggiunge uno spessore di 0,30 mm e contiene circa 120 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, è caratterizzato dai molti granuli e dalle numerose piccolissime piramidi che lo compongono. Hanno un volume di $5/5\text{-}8/8 \mu\text{m}$ e penetrano in gruppi serrati e a mo' di cumuli nel III strato verso cui i limiti sono poco netti.

Il III strato ha una larghezza di 0,70 mm ed è quindi più sottile che nella TB. È assai ricco di cellule, contenendone circa 70 per $(0,1 \text{ mm})^3$, in prevalenza granuli e piccole piramidi di $8/10\text{-}8/10 \mu\text{m}$. I suoi limiti tanto verso il II quanto verso il IV strato sono completamente cancellati avendo tutti e tre gli strati cellule di quasi le stesse dimensioni e forma, e penetrando gli elementi di uno strato in quelli vicini. Sembra solo a volte che il III strato contenga un po' meno di cellule degli altri due. Oltre a ciò, nelle porzioni più profonde del III strato si trovano rare e sporadiche cellule piramidali grandi, che in mezzo agli elementi piccoli che le circondano appaiono ancora maggiori, senza però superare di molto la media di $40/25 \mu\text{m}$.

Il IV strato tocca, e a volte supera, lo spessore di 0,55 mm, raggiungendo dimensioni simili, per quanto minori, di quelle che ha nell'area striata OC. È abbastanza ricco di elementi contenendo circa 150 cellule granulari e piramidali piccolissime di $4/7\text{-}4/7 \mu\text{m}$ $(0,1 \text{ mm})^3$.

Anche il V strato si presenta sotto l'aspetto di uno strato granulare, contenendo circa 40 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ della grandezza appena di granuli ($9/8 \mu\text{m}$). Esso però è molto meno denso di elementi e appare in sezione (Fig. 8.3) come un largo nastro chiaro. Poiché anche in questo strato gli elementi cellulari sono piccolissimi, tutta la corteccia, perifericamente a esso, ha l'aspetto di un solo largo strato granulare, in cui le cellule sono allineate come in tante file di perle o di gocciole disposte verticalmente.

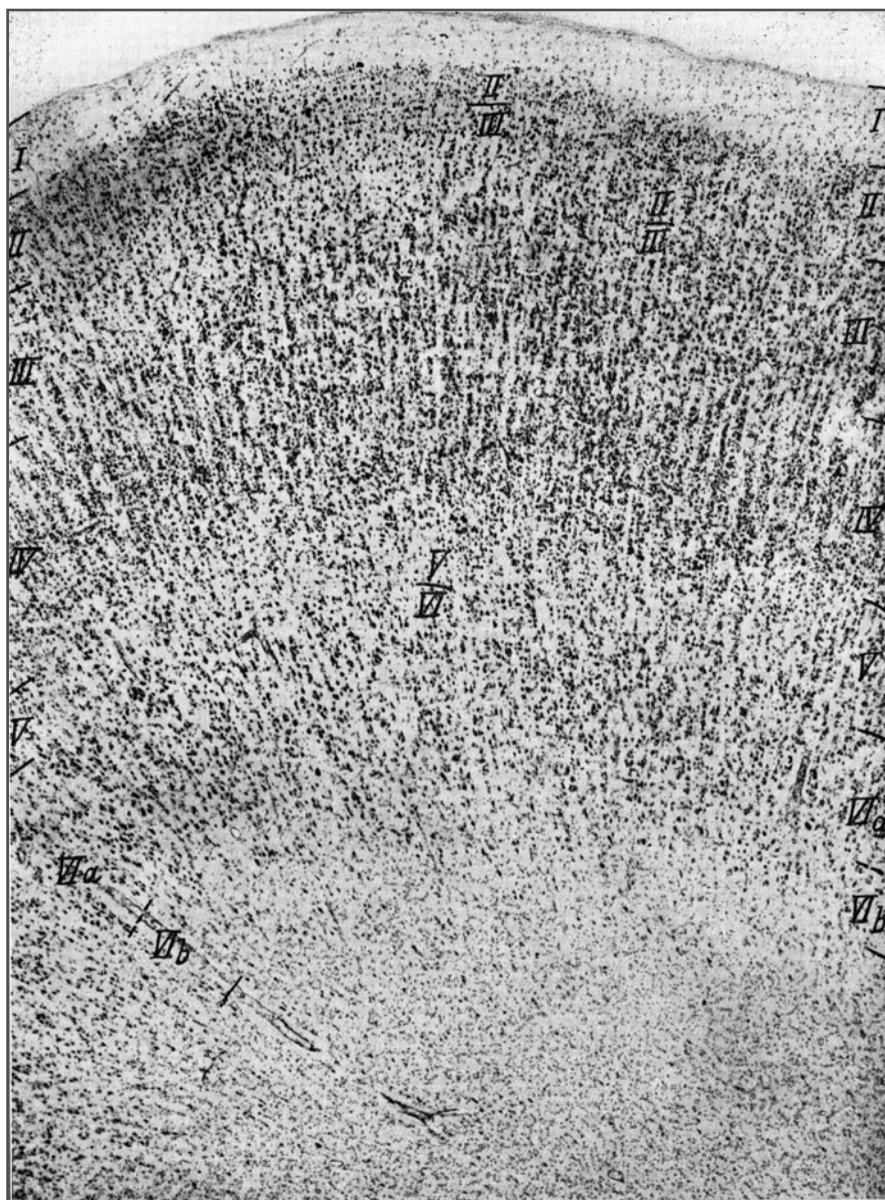


Fig. 8.3 TC, *area supratemporalis granulosa*. Convessità del tratto medio della prima circonvoluzione di Heschl (44 ingrandimenti)

Il VI strato, largo 0,30 mm, è costituito da cellule fusiformi e da piccole piramidi di $20/9 \mu\text{m}$ in numero di circa 40 per $(0,1 \text{ mm})^3$ nello strato secondario *VIa*, che quindi appare sotto forma di un nastro scuro, mentre invece il *VIb* contiene solo 15 elementi di $12/8 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ ed è quindi chiaro. Il limite verso la sostanza bianca è anche qui assai netto.

Funzione L'area TC appartiene alla coniocorteccia, cioè fa parte delle *aree sensoriali* e rappresenta probabilmente il *centro acustico primario*, in cui si irradiano e terminano le fibre uditive provenienti dal *corpo genicolato mediale* (radiazione uditiva; Pfeifer, 1920). È strano però che l'area TC non rappresenti un territorio *ben limitato* così come, per esempio, l'area striata, ma sia invece caratterizzata (vedi Fig. 1.1a) da numerose *strie* e *isole* che hanno in parte struttura simile a quella dell'area *TB* o mostrano tutti i gradi di passaggio fra questa isocorteccia omotipica granulata e quella eterotipica granulosa. È anche notevole che questa *corteccia sensoria* occupi un territorio così piccolo sulle circonvoluzioni di Heschl (in ambedue gli emisferi complessivamente non più di 8 cm^2). E se anche l'area *TD*, che sarà descritta più oltre, dovesse appartenere al centro uditivo pur non essendo così tipicamente granulosa, in questo modo l'area uditiva non risulterebbe di molto ingrandita. Tuttavia anche il metodo di Flechsig (1898, 1903, 1920) per l'individuazione delle fibre midollari indica come centro uditivo un territorio assai piccolo della H_1 , che corrisponde all'incirca a quello individuato con i metodi citoarchitetonici (TC).

La percezione dei toni alti avverrebbe nella porzione di quest'area posta verso il fondo della fessura *Sylvii*, e quella dei toni più profondi invece più verso l'esterno (per approfondimenti vedi Economo e Koskinas 1925, pag. 701).

8.5

TD – Area supratemporalis intercalata

Questo campo si trova nel fondo della *fessura Sylvii*, medialmente a *TC* e *TB* (vedi Fig. 1.1a). La corteccia di quest'area ha uno spessore medio di 2,8 mm ed è priva della striatura radiale che si osserva nei due campi precedenti.

Le cellule sono disposte in modo assai disordinato – similmente a quanto si osserva in altre aree *opercolari* – e a tal punto che è pressoché scomparsa anche la stratificazione orizzontale. In complesso quest'area ha un aspetto microcellulare e le sue cellule medie sono assai scarse. Potrebbe essere considerata come una corteccia granulosa non ben differenziata o come una porzione di corteccia il cui lo sviluppo non si sia completato. Non riteniamo necessaria una fotografia di questo tipo di corteccia e ci limiteremo solo a una breve descrizione.

Il I strato ha uno spessore di 0,20 mm e vi si contano in media 4 cellule di $8/7 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha uno spessore di 0,22 mm, è assai ricco di cellule, contenendo fino a 120 piccoli granuli di $4\text{-}5/5 \mu\text{m}$ e piccolissime piramidi per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato è largo 0,50 mm ed è assai povero di elementi contenendone solo 35 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule sono piuttosto piccole oscillando intorno ai $9\text{-}12/7\text{-}10 \mu\text{m}$. E poiché solo pochissimi elementi superano i $20 \mu\text{m}$ in altezza si può ritenere che questo strato mostri una tendenza alla *granulizzazione* senza però presentare anche il solito aumento di cellule della coniocorteccia. Le cellule sono orientate e distribuite in modo assai vario senza che però si rilevi alcuna loro disposizione colonnare. Nel complesso questo strato è assai disordinato.

Il IV strato è assai spesso, raggiungendo 0,35 mm. Malgrado i suoi elementi siano stipati – ne contiene circa 190 per $(0,1 \text{ mm})^3$ – pure sono disposti tanto irregolarmente da formare numerose lacune. Prevalgono i granuli di 5-7/6-7 μm .

Il V strato ha 0,50 mm di larghezza ed è più ricco di elementi dell'area TC, contenendone circa 60 per $(0,1 \text{ mm})^3$, che però non superano in genere la grandezza dei granuli (7/7 μm).

Il VI strato, di 0,75 mm, si può distinguere in uno strato secondario VIa con circa 40 cellule piramidali e fusate, di 20/15 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$, e in uno VIb con circa 20 elementi di quasi lo stesso volume. Il limite verso la sostanza bianca è assai netto.

La corteccia del tipo TD spesso si porta dal fondo della fissura Sylvii fin nel territorio della coniocorteccia tipo TC, e più specialmente in senso frontale in avanti di quest'ultima, e fra essa e l'area insulare IBT (vedi Fig. 1.1a).

L'area TC *certamente*, e forse anche l'area TD, sono costituite dalla coniocorteccia del centro uditivo primario in cui penetrano le radiazioni uditive provenienti dal corpo genicolato mediale, mentre l'area TB, con le sue grosse piramidi, corrisponde alle aree macrocellulari (per esempio, PC e OB) che sempre si trovano in vicinanza di una coniocorteccia.

Funzione Nei punti più profondi della fissura Sylvii sarebbe localizzata la *percezione dei rumori* e questo territorio potrebbe forse corrispondere alla nostra area TD.

8.6

TE (TE_1 e TE_2) – Area temporalis propria (media et inferior)

Le circonvoluzioni temporali seconda e terza (T_2 e T_3) sono rivestite da una formazione corticale che presenta tutte le caratteristiche tipiche della corteccia temporale (vedi Fig. 1.1). La corteccia ha un notevole spessore raggiungendo i 3,5 mm, che è anche uno dei massimi spessori del cervello umano (vedi Fig. 1.6). La Figura 8.4 offre un buon esempio della citoarchitettonica caratteristica della corteccia dei lobi temporali: il II strato appare sfrangiato, il III è macrocellulare ma sottile e relativamente povero di elementi, il IV presenta le tipiche colonnine cellulari verticali, il V e il VI hanno spessori enormi e uno sviluppo delle loro cellule quale si incontra nei lobi frontali e che ci deve far considerare la corteccia dell'area TE come appartenente al tipo architettonico corticale 2 (vedi Fig. 2.2a). L'architettura corticale della prima e quarta circonvoluzione temporale (T_1 , T_4) si avvicina invece più a quella delle formazioni parietali presentando un minor sviluppo degli strati V e VI e deve quindi essere classificata fra quelle di tipo architettonico corticale 3. Anche nella TE le cellule sono disposte in colonnine che attraversano tutto lo spessore corticale. Questa disposizione e il prevalere degli strati profondi differenziano quest'area TE da quelle frontali.

Il I strato ha uno spessore di 0,25 mm e si distingue in una porzione periferica più ricca di cellule, con circa 10 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$, e una porzione più profonda con sole 5 cellule nello stesso volume di sostanza. Il volume delle piccole piramidi triangolari è di 6/6-10/8 μm .

Il II strato ha uno spessore di 0,15 mm ed è quindi relativamente poco spesso. Le sue cellule sono disposte assai poco regolarmente e sporgono in ciuffi nel I strato (Fig. 8.4, frecce); anche il limite verso il III strato è piuttosto sfumato. In corrispondenza dei ciuffi cellulari contiene circa 85 elementi di 6/7-10/12 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il III strato ha uno spessore di circa 0,75 mm. Le sue cellule sono disposte disordinatamente, in colonne poco belle, mentre si notano qua e là delle lacune. Si possono distinguere in ogni modo tre strati secondari e cioè: uno strato IIIa con circa 35 elementi di $15/12 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, uno strato IIIb con circa 25 cellule di $18/15 \mu\text{m}$, e uno strato IIIc con circa 30 cellule di $30/18 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. In quest'ultimo strato si osservano anche rare cellule voluminose che possono raggiungere i $50/30 \mu\text{m}$. È caratteristico dell'area TE che questo III strato sia più largo, in modo assoluto e relativo, lungo le pareti dei solchi che non nella convessità delle circonvoluzioni e presenti dunque un comportamento opposto a quello solito (vedi Fig. 2.3).

Il IV strato è largo 0,24 mm, con 90 cellule di $6/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, e segue il tipico comportamento della corteccia temporale dividendosi in colonnine verticali divise da tratti oligodacellari (Fig. 8.4, sopra a +). I suoi elementi in parte granulari e in parte piramidali penetrano in alto e in basso fra quelli degli strati vicini, e si frammischiano così con gli strati a cellule piramidali confinanti.

Il V strato è largo 0,80 mm ed è ricco di voluminosi elementi contenendone circa 50 per $(0,1 \text{ mm})^3$, di cui una metà raggiunge i $20\text{-}40/10\text{-}20 \mu\text{m}$ e l'altra i $10\text{-}20/8/15 \mu\text{m}$. Tutte le cellule sono disposte in belle colonne radiate. Assai caratteristiche sono le belle piramidi di questo V strato della TE se confrontate con i miseri elementi omologhi delle formazioni parietali confinanti (PH). Questo comportamento delle cellule ci offre un criterio per distinguere la regione intermedia occipitotemporale rivestita da corteccia di tipo parietale dal vero territorio temporale.

Il VI strato, largo 1,40 mm, è per lo spessore, il numero e il volume dei suoi elementi e la chiarezza della sua striatura radiata tipico della TE. Il suo sottostrato VIa contiene circa 40 belle cellule fusate di $30\text{-}40/15\text{-}20 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$, mentre quello più profondo VIb ne ha solo 20, di cui alcune raggiungono anche il volume di $30/10 \mu\text{m}$. Il limite di questo strato verso la sostanza bianca è assai sfumato e graduale come abbiamo già visto nel tipo architettonico corticale 2, per esempio anche nell'area *frontale FC*.

Il prevalere degli strati V e VI (già osservato anche nella TA; Fig. 8.1), il III strato più stretto e povero di elementi e lo scarso sviluppo degli strati II e IV sono tipici di questa corteccia temporale. Va notato inoltre che la seconda circonvoluzione temporale ha nello strato III cellule più voluminose che non la terza e quindi l'area può essere suddivisa in una metà superiore (TE_1) corrispondente alla T_2 e una metà inferiore (TE_2) sulla T_3 .

Questa corteccia delle porzioni medie della T_2 e T_3 , che presenta alcune caratteristiche del tipo architettonico corticale 2, si continua caudalmente lungo la T_2 e T_3 fino nel gyrus angularis, cioè fino nei territori del tipo architettonico corticale 3, in modo che nelle porzioni inferiori del gyrus angularis possiamo anche osservare un mescolarsi dei due tipi.

Il limite verso la zona intermedia temporooccipitale del lobo parietale corrisponde circa a una linea condotta obliquamente in basso e indietro dall'estremo posteriore della fissura Sylvii (vedi Fig. 1.1a). Nel fondo del sulcus temporalis superior e più spesso nella sua parete superiore decorre il limite fra le aree TE e TA. Rostralmente l'area TE, perdendo i suoi strati dei granuli si trasforma gradatamente nell'area TG del polo temporale. Nel fondo del sulcus temporalis inferior l'area TE confina con la TF che segue.

L'origine del fascio delle fibre temporooccipitali viene localizzata nella TE e potrebbe essere in rapporto con questo fatto il forte sviluppo dei suoi *strati efferenti* V e VI.

Funzione La patologia riporta in seguito a lesioni di questa regione casi di atassia statica e alcuni disturbi dei movimenti oculari, mentre nei casi di lesione dei suoi tratti più caudali presso la zona intermedia temporooccipitale sono stati osservati disturbi simili all'afasia amnestica (anomica).

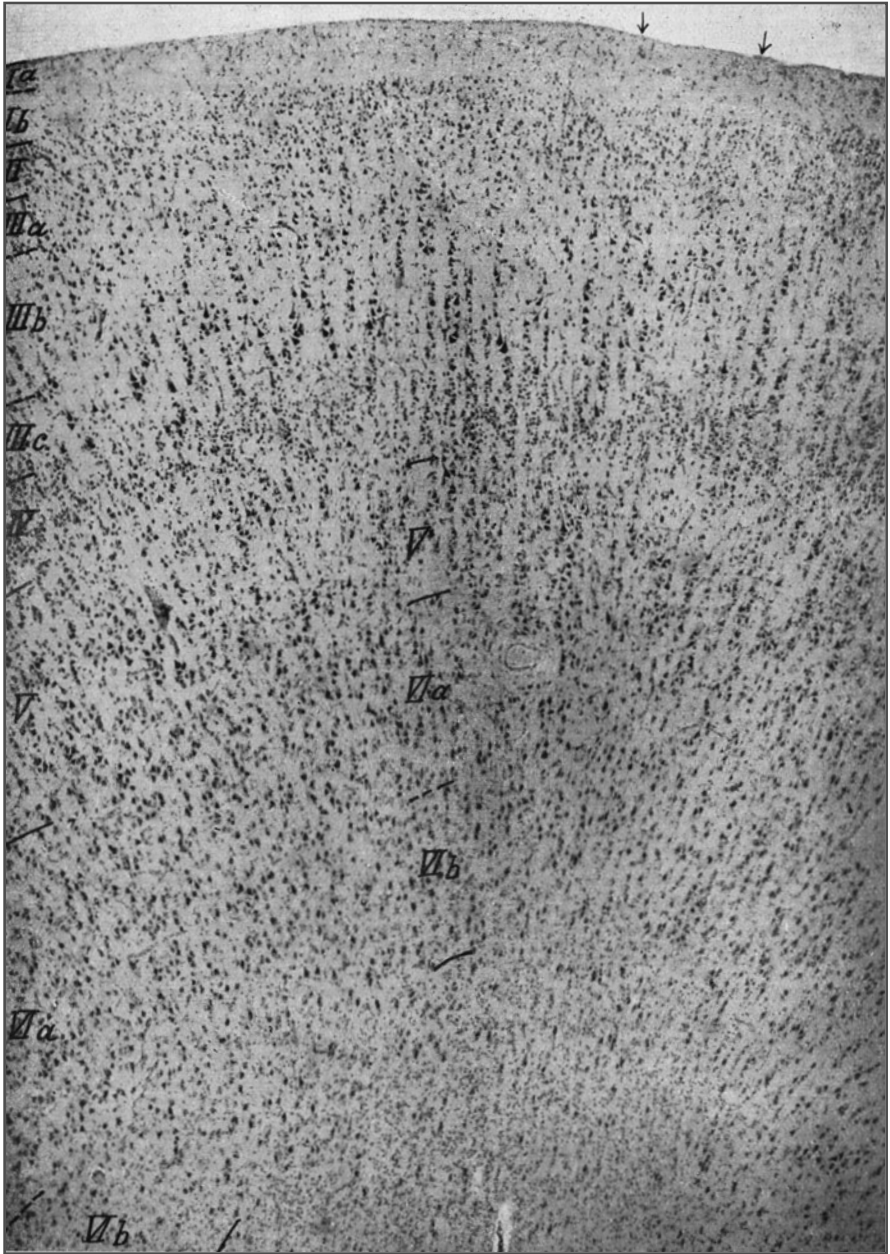


Fig. 8.4 TE, *area temporalis (media aut inferior) propria*. Convessità della seconda circonvoluzione temporale (44 ingrandimenti)

8.7

TF – Area fusiformis

Il *gyrus fusiformis* (T_4), come già detto, è rivestito da una formazione corticale che, pur presentando alcune delle caratteristiche di quelle temporali (Fig. 8.5) come quella della prima circonvoluzione temporale, ricorda grosso modo ancora una volta il tipo architettonico corticale parietale 3, con cui del resto sta in rapporto in senso caudale, confinando con l'area parietalis basalis (*PH*) che rappresenta il tipo architettonico corticale 3, parietale, sulla base del cervello (vedi Fig. 2.2). L'area *TF* è rivestita da una corteccia piuttosto spessa che, per quanto più sottile di quella del resto dei lobi temporali, raggiunge i 3 mm (vedi Fig. 1.6b). I suoi due strati dei granuli sono un po' più distinti che non nelle due circonvoluzioni temporali medie (*TE*) ed essa appare quindi più nettamente stratificata in senso orizzontale. La striatura verticale è di nuovo più delicata, simile a quella della prima circonvoluzione temporale e della corteccia parietale con cui confina verso l'indietro. Da quest'ultima si differenzia per il miglior sviluppo del V strato che, a differenza degli intristiti elementi della corteccia parietobasale, possiede belle cellule piramidali.

La *TF* è anche caratterizzata per il suo limite netto verso la sostanza cerebrale bianca.

Il I strato ha uno spessore di 0,25 mm, con circa 8 elementi abbastanza voluminosi, di $9/9 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$.

Il II strato ha uno spessore di 0,20 mm ed è piuttosto povero di cellule per quanto più ricco che non nelle aree T_2 e T_3 . Esso ha circa 100 cellule, prevalentemente granulari, di $6/6 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ fra cui però si osservano anche qua e là piramidi più grosse di $12/10 \mu\text{m}$. La distribuzione delle cellule è piuttosto irregolare e, come è solito osservare nella corteccia temporale, presenta un *limite sfrangiato* vero il I strato.

Il III strato con il suo spessore di 1 mm appare piuttosto alto ed è anche relativamente ricco di cellule, contenendone circa 45 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Si tratta in genere di cellule piramidali medie di $15/12 \mu\text{m}$ che non appaiono disposte in strati regolari. Si osservano solo rarissime cellule più voluminose. Le cellule medie che prevalgono sono disposte in strie verticali e sottili; la striatura non è però assai evidente (tipo architettonico parietale).

Il IV strato ha uno spessore di 0,20 mm ed è piuttosto denso contenendo circa 100 elementi per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule sono in massima parte granuli di $6/6 \mu\text{m}$ e sono disposte in colonnine in modo che zone policellulari e oligocellulari si alternano (tipo architettonico temporale). I suoi limiti, sia verso l'alto che verso il basso, sono assai indecisi.

Il V strato ha uno spessore di circa 0,80 mm e si può suddividere in uno strato secondario superficiale (*Va*) sottile che, posto immediatamente sotto il IV, è formato da cellule triangolari, piccole, di $10/10/12/12 \mu\text{m}$, stipate in numero di circa 50 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Lo strato *Vb* sottostante contiene grosse cellule che raggiungono le dimensioni di $30/20 \mu\text{m}$ e sono meno addensate, in modo da farlo apparire più chiaro. L'area *TF* è caratterizzata da questa stria più chiara che la differenzia dalle altre aree temporali. Il volume delle cellule del V strato lo distingue poi dalle formazioni parallele della zona intermedia (*PH*) con cui confina sul tratto più caudale del *gyrus fusiformis*. A volte anche la porzione più superficiale di *Va* appare più chiara, con una porzione scura che sembra limitata da due strisce più chiare, somigliando in tal modo all'*uncus*, una formazione che descriveremo più avanti.

Il VI strato, di soli 0,75 mm, è piuttosto esile e si divide in uno strato secondario *Vla* più ricco di elementi – ne contiene circa 28 di $30/20 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ – che hanno in genere l'aspetto di *grosse cellule fusate triangolari*. Il sottostrato *Vlb* ha circa 15 elementi di $12/10 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$ di forma nettamente fusata. Esso è più sottile rispetto al solito e

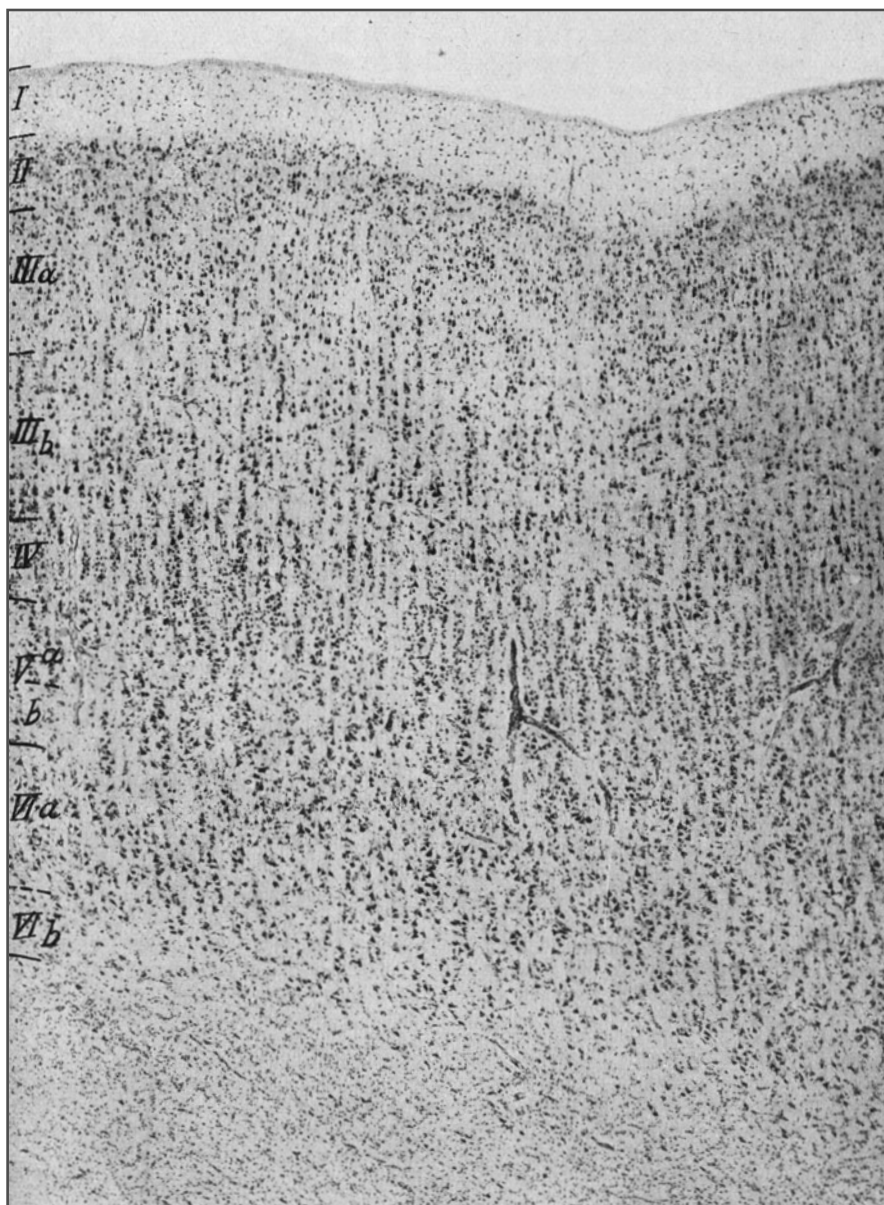


Fig. 8.5 TF, *area fusiformis*. Convessità del gyrus fusiformis (44 ingrandimenti)

il suo limite verso la sostanza bianca è assai più netto che non nelle altre formazioni temporali. L'area TF si estende a tutto il gyrus fusiformis e alla sua parete interna posta nella fessura collaterale.

Funzione Sembra che lesioni di questo giro producano *disturbi ottici dell'orientamento*.

8.8

TH – Area temporohippocampica

La porzione inferiore della faccia del *gyrus fusiformis* verso la *fissura collateralis* e la parete opposta di questa fessura, che rappresenta la faccia inferiore del *gyrus hippocampi*, sono occupate dall'esile area TH assai simile alla TF. Quest'area decorre come un nastro dall'avanti all'indietro e delimita nel terzo medio di questo solco (vedi Fig. 1.1b) l'isocortecchia esastratificata dall'allocortecchia del *gyrus hippocampi* che fa parte del rinencefalo. In qualche punto l'area TH oltrepassa il bordo inferiore dell'ippocampo passando anche, però solo per qualche millimetro, sulla convessità di detto giro. In tutto l'ambito qui descritto la corteccia della TH mostra qualche somiglianza tanto con l'area TF, già descritta, quanto con l'area polare, TG (vedi oltre) con cui si continua in direzione frontale.

Questo territorio così limitato non viene qui descritto in dettaglio, ma si rimanda alla Figura 10.2 che offre un quadro d'insieme e nel quale è facile osservarne l'architettura e i limiti.

In questo campo la corteccia ha uno spessore di circa 2,7 mm e, a differenza di quanto si osserva in tutte le altre aree temporali, presenta una evidente stratificazione *orizzontale*, mentre è del tutto o quasi scomparsa quella *verticale*. Il II e III strato sono solo poco sviluppati e poveri di cellule, mentre il V e VI sono assai densi.

Nel V strato si osserva un *nastro cellulare orizzontale* ben sviluppato formato da più file di cellule piramidali strettamente stipate. Questo aspetto è tipico per tutte le formazioni vicine al rinencefalo ed è stato già descritto a proposito delle varianti delle aree frontali e anche altrove, per esempio nelle aree FCL, FDL, FEL, FH, FGL, FI, LA, IB ecc. A volte il V strato è accompagnato da una striscia più chiara.

Anche il VI strato è ricco di cellule ed è meglio limitato verso la sostanza bianca cerebrale che non nell'area TF e nelle altre formazioni temporali. Gli strati II e IV nel territorio della TH presentano le caratteristiche primitive della corteccia temporale, cioè lo sfrangiamento e la disposizione colonnare; tuttavia verso il *gyrus hippocampi* si impoveriscono in cellule e verso il rinencefalo (lungo questo giro) sono quasi agranulari al punto che questo bordo interno potrebbe essere considerato a parte, attribuendogli il nome di *area temporohippocampica agranularis* e la sigla THa (vedi Figg. 1.1b e 10.2).

8.9

TG – Area temporopolaris

Tutte le aree temporali fin qui descritte hanno in genere un decorso frontocaudale lungo le varie circonvoluzioni temporali e si portano lungo queste fin quasi al polo temporale. Quest'ultimo però è rivestito da una speciale formazione (TG), che lo incappuccia e che ricopre anche l'estremo anteriore della faccia dorsale silviana della prima circonvoluzione temporale con i piccoli giri trasversali anteriori dello Schwalbe (vedi Fig. 1.1), e si estende anche agli estremi anteriori della prima, seconda, terza e quarta circonvoluzione temporale.

Il passaggio dell'area *TG* a quelle confinanti poste sulle circonvoluzioni temporali non è mai netto, bensì graduale, mentre tra *TG* e allocortecia dell'uncus nella fessura rhinica esiste un limite netto.

La corteccia temporopolare è fra le più grosse che si conoscano (vedi Fig. 1.6), oscillando il suo spessore fra 3 e 4 mm. Ha una struttura piuttosto macrocellulare (Fig. 8.6) e presenta elementi di forma insolita in quanto sono meno ricchi di prolungamenti e assumono quindi forma piuttosto guttata. La striatura verticale manca su quest'area. I granuli sono scarsi e anzi a volte del tutto assenti.

Il I strato è largo 0,30 mm e già da solo è di notevole spessore. Contiene granuli e cellule di forma triangolare o fusata che misurano 10/7 μm per (0,1 mm)³.

Il II strato, largo solo 0,08 mm, è assai sottile e formato da una o due file irregolari di cellule piramidali di vario volume, oscillando esse fra i 7/7 e i 15-20/10 μm . Si rilevano molte lacune e a volte anche cumuli di piccole cellule. In ogni modo, però, causa l'intensa colorazione delle sue cellule, il II strato compare sotto forma di un sottile nastro scuro, posto sotto il I strato.

Il III strato è assai largo raggiungendo 1,2 mm di spessore. È poco ricco di elementi e contiene circa 25 cellule medie di *forma ovale appuntita, guttata*, di 15-20/12-20 μm per (0,1 mm)³. Le lacune cellulari sono frequenti in questo strato.

Il IV strato è assai sottile avendo uno spessore di 0,15 mm ed è anch'esso frammentato. Contiene prevalentemente piccole cellule piramidali, anch'esse ovalari appuntite, di 10/8 μm , in numero di circa 50 per (0,1 mm)³. Né in questo strato né nel III si osservano cellule disposte a colonne. In alcuni punti, e in particolare nelle porzioni dorsali della *TG*, il IV strato presenta accenni a una stria più chiara che ricorda la lamina midollare acellulare dell'allocortecia confinante del gyrus hippocampi e dell'uncus. Nella Figura 8.6 questa stria più chiara è ben visibile: utile il confronto con la Figura 10.6 (lo stesso dicasi per le aree *TH* e *THa*).

Il V strato ha spessore vario che raggiunge gli 0,80 mm ed è formato da belle e snelle cellule piramidali di 25-30/12-18 μm , in numero di 35 per (0,1 mm)³. Le porzioni più profonde di questo strato sono più ricche di cellule più voluminose e quindi appaiono più scure nei preparati. Spesso è separato dallo strato *Via* sottostante da una stria più chiara assai sottile, in modo da apparire come compreso fra due strie ricche più chiare, similmente a quanto si osserva nell'*area parauncinata* dell'uncus.

Il VI strato ha uno spessore di oltre 1,50 mm e si suddivide in uno strato secondario superiore *Va* più ricco di elementi, contenendone fino a 40 per (0,1 mm)³, in prevalenza di 30/20 μm . Questo strato è dunque il più ricco di cellule ed è quello più intensamente colorato nei preparati; l'intensificarsi della colorazione passando dagli strati superficiali a quelli profondi è caratteristico per questo tipo di corteccia. Il sottostante strato *Vib* è di nuovo assai più chiaro contenendo solo 12 elementi di 20/10 μm per (0,1 mm)³. In ambedue gli strati (*Via* e *Vib*) le cellule piramidali prevalgono su quelle fusate.

La corteccia temporopolare, sia nel suo confine verso l'uncus sia in prossimità della sostanza perforata, perde i suoi strati *granulari* tanto che potrebbe essere definita agranulare nella sua porzione dorsale ed essere indicata con la sigla *TGa* (vedi Fig. 1.1). Questa corteccia che si assottiglia procedendo verso la sostanza perforata è da questa separata solo da un bordo corticale sottile, che è formato qui dal crus posterius del gyrus olfactorius lateralis. Verso il confine dell'uncus e il gyrus olfactorius aumenta la tendenza delle cellule del II strato a prendere forma stellata e a raccogliersi in gruppi.

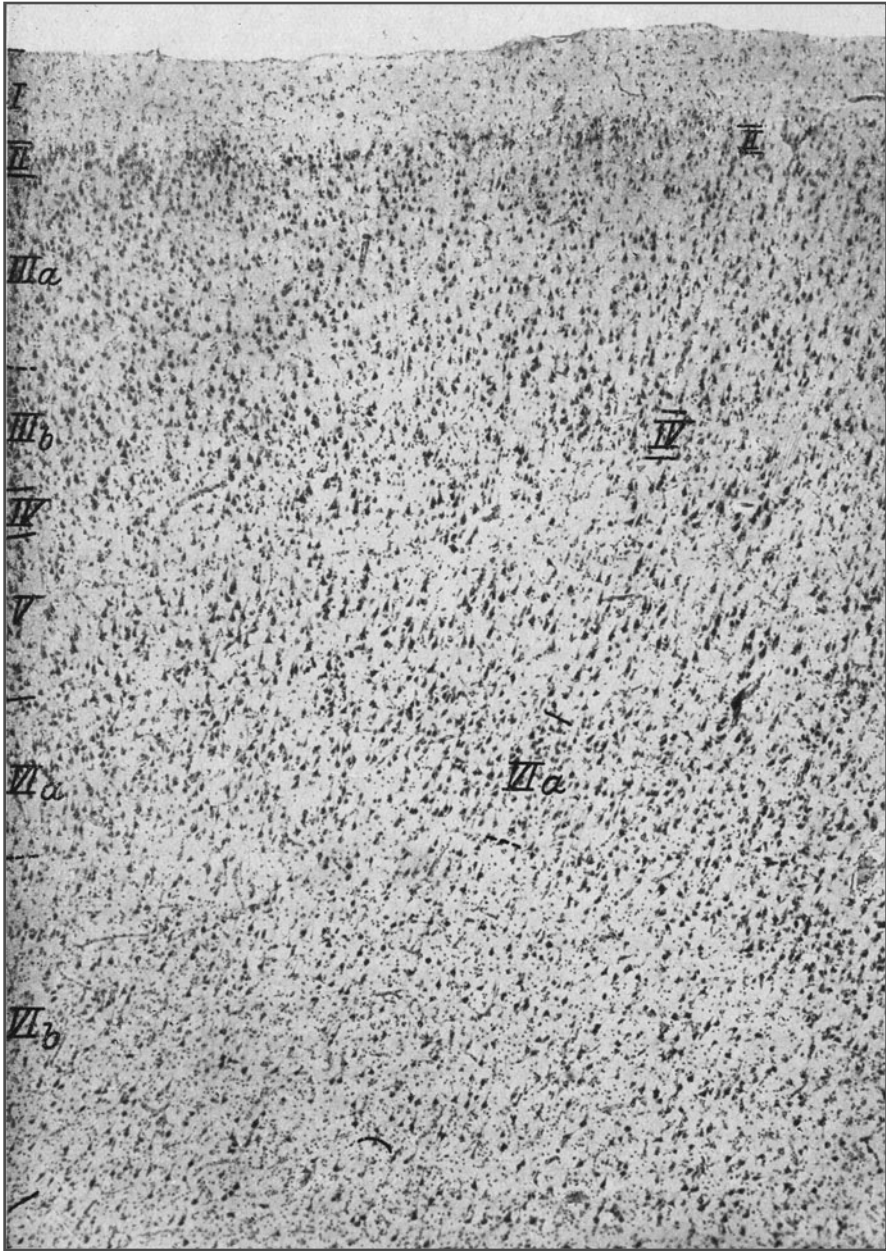


Fig. 8.6 TG, *area temporopolaris*. Convessità del gyrus fusiformis (44 ingrandimenti)

8.10

TI – Area piriformis temporalis

Questo sottile bordo corticale che forma il limite caudale della sostanza perforata è costituito da una stretta lamella di sostanza grigia corticale, di architettura allocorticale, che accompagna la radice laterale dell'olfattorio (vedi Fig. 4.1) dal suo inizio nel tratto o trigono olfattorio lungo il gyrus transversus frontalis insulae, e poi lungo il gyrus polaris insulae per poi ripiegarsi ad angolo acuto lungo il gyrus falciformis insulae, e portarsi mediamente verso il margine del polo temporale, per terminare sul gyrus semilunaris dell'uncus.

L'area TI che comprende questo bordo corticale è costituita di una corteccia incompleta simile a quella dell'area piriforme FK e ID, che essa continua, e alle cui figure rimandiamo il lettore (vedi Fig. 4.4).

Il I strato è assai largo e ricco di fibre midollari nella sua porzione più superficiale.

Le cellule del II strato tendono ad aumentare di volume e a raggrupparsi in piccoli cumuli.

Il III strato si assottiglia e impoverisce rapidamente verso la sostanza perforata e presenta lacune tali che a un certo punto solo i prolungamenti del V e VI strato raggiungono il I per poi terminare ottusamente. In profondità questi fasci di cellule stanno in rapporto con quelli profondi della sostanza perforata e del claustrum.

8.11

TK – Formazione lateroanteriore della substantia perforata: area substantiae perforatae

Al di là di questo bordo corticale solo il I strato si porta sulla sostanza perforata. Questo tratto laterale della sostanza perforata compreso fra il polo temporale e la base del lobo frontale, quantunque non appartenga alla vera corteccia, viene da noi indicato con il nome di *area substantiae perforatae* (vedi Figg. 4.1 e 4.4) e la sigla TK (la sua porzione più mediale è stata descritta con i lobi frontali e viene indicata come area FM). Nell'area TK sotto al I strato assai spesso si vedono solo accumuli irregolari di cellule stellate o granulari, separate fra di loro da fasci di fibre midollari. Sotto a queste si osservano accumuli più grandi di cellule, simili a glomeruli, che appartengono – come già detto nel Capitolo 4 – alla testa del nucleo caudato.

La metà superiore del gyrus cinguli. Il cosiddetto gyrus limbicus con la regione retrosplenica fino all'istmo

9

9.1

Anatomia del gyrus cinguli – Gyrus limbicus e intralimbicus

Il presente capitolo ha per argomento la citoarchitettura dell'ultimo territorio cerebrale rimasto da descrivere e cioè del cosiddetto cervello olfattorio comprendente il gyrus cinguli (vedi Fig. 1.1b).

Il gyrus cinguli circonda il corpus callosum sulla faccia interemisferica a mo' di arco e si continua oltre allo splenium, anche in basso e in avanti, lungo il crus fornicis fino all'inserzione della fimbria sull'uncus (vedi Fig. 10.7).

Il gyrus cinguli, in tutta la sua estensione, e cioè dal rostrum corporis callosi fino all'uncus, forma quasi un anello chiuso, aperto solo in avanti e in basso. In questa sua breccia si fanno strada i territori già descritti del campo olfattorio del Broca, i giri olfattori e la substantia perforata anterior. Al di sotto dell'estremo posteriore del corpus callosum (lo splenium) il truncus (vedi Fig. 10.7) della fessura calcarina raggiunge il gyrus cinguli e lo strozza formando l'istmus e dividendo il gyrus cinguli stesso in due tratti, uno dorsale che è in rapporto con il corpus callosum (gyrus limbicus, vedi Fig. 3c), e uno ventrale che accompagna la fimbria (gyrus hippocampi, *g.h.*). La sua corteccia disposta ad arco confina successivamente sulla sua periferia (vedi Fig. 1.1b) con le zone corticali già descritte del lobo frontale, del lobo parietale superiore, del lobo occipitale, quindi della parte basale del lobo parietale e infine del lobo temporale. L'isocorteccia di questa regione ricopre la faccia esterna del gyrus cinguli e la sua convessità, mentre si assottiglia rapidamente e progressivamente nella sua faccia interna nel cosiddetto sulcus corporis callosi (*s.c.c.*) e sulcus hippocampi (*s.h.*), per ripiegarsi sotto forma di sottile laminetta sul dorso del corpus callosum e sulla fimbria. Quando questo piccolo tratto, ripiegato sulle due formazioni sopraddette, è ingrossato fino a formare un piccolo cercine, assume il nome di *gyrus intralimbicus* (*g.il.*, vedi Fig. 3c). Questo giro interno può essere diviso similmente al sulcus cinguli (a esso concentrico) in un tratto dorsale – in gran parte membranoso e che giace sul dorsum del corpus callosum – indicato con il nome di *induseum griseum*, e in un tratto ventrale – che accompagna la fimbria – indicato con il nome di *gyrus dentatus*. Noi contrassegniamo le



Fig. 9.1 Sezione frontale attraverso la porzione anteriore del gyrus limbicus. Dente dello strato molecolare che limita il gyrus intralimbicus. *Cc*, corpus callosum; *LA₁*, area praecingularis; *LA₂*, area cingularis anterior; *LA₃*, area cingularis limitans anterior; *LB₁*, area ultracingularis anterior; *LB₂*, area indusei; *s.c.c.*, sulcus corporis callosi (12 ingrandimenti)

aree del gyrus limbicus e intralimbicus, dal rostrum del corpus callosum fino all'istmo, con la lettera L, e quelle del gyrus hippocampi e del gyrus intralimbicus dentatus, dall'istmo all'estremo dell'uncus, con la lettera H.

Le Figure 9.1-9.3 e 10.1-10.5 riproducono alcuni tagli seriali successivi del gyrus cinguli, ingranditi rispettivamente 14, 12 e 10 volte: quelli delle Figure 9.1, 9.2 e 9.3 appartengono al gyrus limbicus, quello della Figura 10.1 all'istmo, quello della Figura 10.2 al gyrus hippocampi e quelli delle Figure 10.4 e 10.5 all'uncus. Le immagini dimostrano lo sviluppo e la successione delle varie aree.

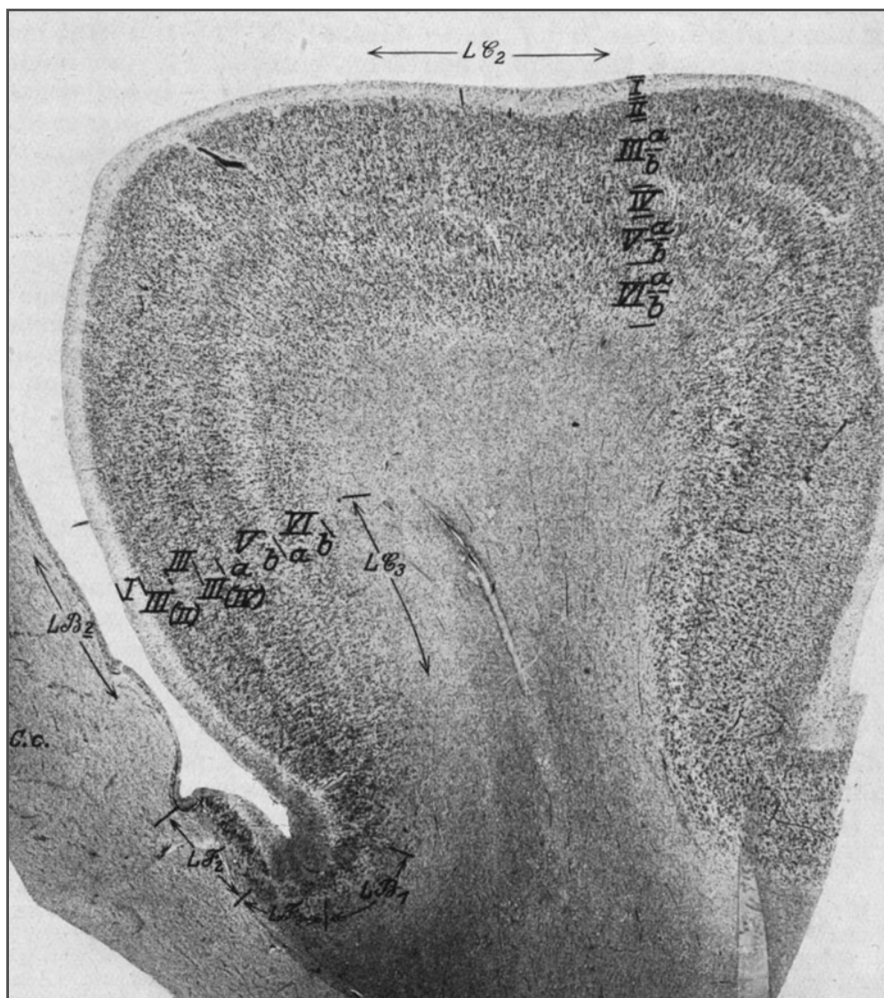


Fig. 9.2 Sezione frontale attraverso la porzione posteriore del gyrus limbicus. *C.c.*, corpus callosum; *LB₁*, area ultracingularis anterior; *LB₂*, area indusei; *LC₂*, area cingularis posterior ventralis; *LC₃*, area cingularis limitans posterior; *LF₁*, area ultracingularis posterior; *LF₂*, area oblecta (12 ingrandimenti)

Per rendere più agevole la comprensione di queste figure seguiranno alcuni disegni schematici: nella Figura 10.7, che riproduce schematicamente l'intero gyrus cynguli, i punti variamente tratteggiati e disposti radialmente lungo il cingolo rappresentano le zone a cui corrispondono le varie aree riprodotte schematicamente nei disegni delle Figure 10.9, 10.10 e 10.11. Tenendo presente la Figura 1.1b e quelle più sopra indicate il lettore potrà facilmente comprendere la disposizione topografica e la successione delle aree di questa regione tanto complessa.

Le lettere β , α , δ , γ della Figura 10.7 indicano i punti a cui corrispondono i disegni schematici β , α , δ , γ della Figura 10.11 del gyrus limbicus.

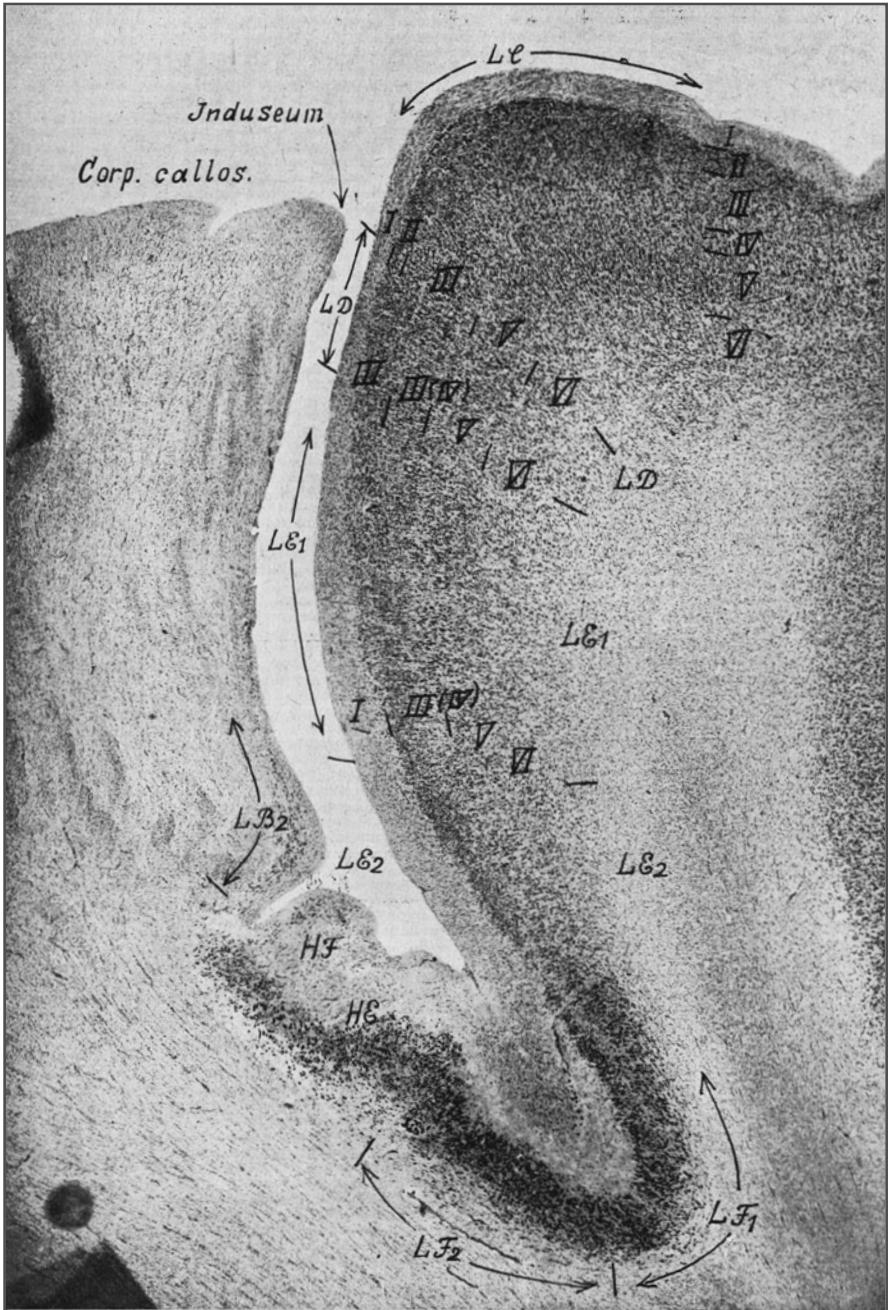


Fig. 9.3 Sezione orizzontale attraverso la regione retrosplenica inferiore. Corpus callosum e induseum. HE, area pyramidalis hippocampi; HF, area fasciae dentatae; LB₂, area indusei; LC, area cingularis posterior; LD, area retrosplenica agranularis; LE₁, LE₂, area retrosplenii granulosa superior et inferior; LF₁, area ultracingularis posterior; LF₂, area obsecta (14 ingrandimenti)

9.2

LA – Formatio limbica superior anterior agranularis

La corteccia di tutto il tratto frontale del lobo limbico del rostro del corpus callosum fino a livello del termine del solco di Rolando è agranulare, mentre il suo tratto caudale, compreso l'istmo, ha una corteccia granulare (vedi Fig. 1.7b).

Dal rostrum corporis callosi fino al punto di divisione immaginario a livello dell'estremo superiore di Rolando il tratto frontale del gyrus limbicus è rivestito da una corteccia agranulare che indichiamo con la sigla LA. Questa corteccia presenta però nel suo esteso sviluppo alcune variazioni di struttura che permettono di suddividerla in tre aree nastriformi concentriche (LA_{1,2,3}) (vedi Fig. 1.1b). Di queste aree, LA₁ – o *area praecingularis* – riveste la faccia laterodorsale del gyrus limbicus, LA₂ – o *area cingularis anterior* – la sua convessità, e infine LA₃ – o *area cinguli limitans anterior* – la faccia interna del gyrus limbicus nel sulcus corporis callosi (come si può vedere nella Figura 10.11, in δ) ove si assottiglia progressivamente per ridursi nel fondo del solco a una sottile lamina composta dal solo strato mollecolare e da poche cellule sottostanti. Questa lamina si porta quindi sul dorso del corpus callosum ove fa parte dell'area LB.

La Figura 9.1 riproduce una fotografia a 12 ingrandimenti che corrisponde al punto δ del disegno schematico delle Figure 10.7 e 10.11. In essa si possono chiaramente osservare tutte le particolarità che descriveremo più avanti: qui il corpus callosum si trova a sinistra e il gyrus limbicus a destra.

La corteccia dell'area LA₁ ha uno spessore medio di 2,5 mm. In essa lo strato mollecolare è abbastanza largo (0,27 mm) e contiene circa 4-6 piccole cellule nervose per (0,1 mm)³ nei suoi piani più superficiali, mentre quelli più profondi ne contengono fino a 15 per (0,1 mm)³. Sulla convessità del gyrus limbicus, nell'area LA₂, ove la corteccia raggiunge lo spessore di 2,9 mm, il I strato diviene ancora più largo e più ricco di cellule. Esso si assottiglia poi in corrispondenza della faccia interna del gyrus limbicus fino al fondo del sulcus corporis callosi, in corrispondenza del quale questo tratto invia in basso, nello spessore della corteccia, un prolungamento a forma di sperone (già descritto nel Capitolo 4 a proposito della zona di passaggio fra l'area FL e FM) (vedi Fig. 9.1, in *t*).

Un vero II strato (strato esterno dei granuli) non si osserva nella corteccia del gyrus limbicus nel territorio di queste sue aree, e il suo posto è occupato da piccole cellule piramidali triangolari dei piani superficiali del III strato. Nella Figura 9.1 si osserva a destra, nel margine dorsale del gyrus limbicus e in prossimità del fondo del sulcus limbicus, un II strato composto da piccole cellule granuliformi. Esso però giunge verso l'alto solo fino a livello del piccolo vaso che penetra nel cervello dall'esterno all'interno, mentre procedendo più in alto, verso la convessità (LA₂), non si riesce più a vedere alcun accenno di questo II strato. Il tratto di corteccia posto al disotto del grande vaso sanguigno a destra appartiene già all'area FDL, come è dimostrato dalla presenza del IV strato dei granuli che giunge fino a quel punto. L'area LA comincia solo al disopra di questo grande vaso.

Lo strato III ha uno spessore di circa 0,60 mm e si suddivide in uno strato secondario IIIa superficiale, con circa 35 cellule di 15/10 μ m di grandezza per (0,1 mm)³, e in uno strato IIIb, che ha circa 25 cellule di 20/15 μ m per (0,1 mm)³. Le sue cellule piramidali sono dunque piccole e medie e disposte piuttosto irregolarmente, essendo del resto tutto il III strato poco bene sviluppato. Nel territorio dell'LA₃, sulla faccia interna del gyrus limbicus, il III strato diminuisce ancor più di volume, si assottiglia divenendo poverissimo di cellule e presenta delle lacune fra questi elementi, mentre sembra finire ottusamente in corrispondenza del dente Z dello strato I più sopra ricordato.

Manca il IV strato (strato granulare interno) in tutto il territorio delle tre aree LA_1 , LA_2 e LA_3 , per ricominciare nel sulcus limbicus nei tratti anteriori dei lobi frontali ove le aree granulari FC, FD ed FE confinano con le loro varianti FCL, FDL, FEL ecc.

Il prevalere dello sviluppo del V e del VI strato rispetto a quello scarso degli strati superiori è tipico per il tratto anteriore del gyrus limbicus. Il V strato ha uno spessore di 0,70 mm nella faccia esterna del gyrus limbicus LA_1 e di oltre 0,80 mm sulla sua convessità (nell'area LA_3), per diminuire di nuovo nella sua faccia interna nell'area LA_3 . Esso va diviso in un piano superficiale *Va* sottile microcellulare, in cui gli elementi, di circa 25/15 μm , sono stipati in numero di circa 80 per (0,1 mm)³, formando una stria nastriforme che, visibilissima sul bordo esterno e ancor ben visibile sulla convessità del giro (cioè su LA_2), scompare solo a livello della sua faccia interna, cioè nel campo LA_3 (nella Figura 8.2 è visibile sotto forma di una stria scura). Lo strato profondo *Vb* è assai più chiaro e più largo; contiene cellule di poco più grandi delle precedenti (30/15 μm), più rade e in numero di circa 29 per (0,1 mm)³. Nel campo LA_2 , sulla convessità e specialmente lungo l'angolo interno di questa e nei limiti con il campo LA_3 , parte delle cellule del piano *Vb* sono assai allungate, in parte *assottigliate a succhiello o fusiformi*. Sono queste le cosiddette *cellule a bastoncino* o a *succhiello* che abbiamo già descritto a proposito dell'area FI ("I neuroni di Economo": Economo, 1926d; Watson et al., 2006; Craig, 2009; ndr) e che oltre che in quella sede si trovano solo nel V strato di quest'area. Già Hammarberg, Flechsig, Cajal, Vogt, Nikitin, Marinesco e altri hanno descritto questi elementi come cellule fuse nel V strato del gyrus cinguli. Esse raggiungono il loro massimo sviluppo in corrispondenza del margine interno del gyrus limbicus, cioè nella zona di passaggio fra le aree LA_2 e LA_3 ove, malgrado il piccolo ingrandimento adottato, sono ben visibili nella Figura 9.1. Queste *cellule speciali* del tratto anteriore del cingolo e del gyrus transversus insulae raggiungono qui una lunghezza massima di 80 μm e oltre, con una larghezza di soli 7-10 μm . Abbiamo potuto dimostrare che questi elementi derivano da cellule nervose ("I neuroni di Economo": Economo, 1926d; Watson et al., 2006; Craig, 2009; ndr). Nell'area LA_3 nello strato *Vb* oltre a queste si trovano altre cellule piramidali lanceolate, più numerose nel fondo del *sulcus corporis callosi*, e che raggiungono una grandezza di 40/15 μm .

Anche il VI strato è piuttosto largo e si suddivide in più sottostrati di cui il primo (*VIa*) contiene nella faccia laterale del giro numerose cellule fuse – circa 35 per (0,1 mm)³, grandi circa 29/19 μm – che sulla sua convessità raggiungono solo il numero di 25 circa per (0,1 mm)³ e dimensioni di 40/10 μm ; infine nella faccia laterale interna del giro, cioè nel territorio LA_3 , il VI strato si assottiglia assai e contiene solo piccole cellule piramidali e fuse. Il sottostrato *VIb* è più scarso di cellule ma pur sempre di spessore rilevato, diminuendo però anch'esso di altezza nell'area LA_3 . Sulla convessità del giro il suo spessore raggiunge sovente 1 mm in modo che, insieme al V strato (alto qui più di 0,80 mm), forma più dei due terzi dello spessore della corteccia. Questo prevalere degli strati interni è caratteristico per il gyrus limbicus. Più avanti saranno illustrati i rapporti di questi strati (V e VI) con la fimbria. Il limite verso la sostanza bianca è abbastanza netto.

Da queste osservazioni sull'architettura delle aree LA_1 , LA_2 ed LA_3 emerge che ognuna di esse è ricoperta da *isocorteccia agranulare eterotipica*.

9.3

LB – Formatio intralimbica superior anterior

Nel fondo del sulcus corporis callosi la corteccia passa ripiegandosi sul dorso del corpus callosum (vedi Fig. 10.11, in δ). Vicino a questo punto di ripiegamento lo strato mollecolare invia in basso una specie di zaffo (vedi sopra) che è ben visibile nella Figura 9.1 (in Z).

Questo zaffo delimita in un certo qual modo la corteccia dal bordo corticale. Mentre lo strato mollecolare, benché assai assottigliato, si porta sul dorso del corpus callosum e lo ricopre in tutta la sua estensione fino a raggiungere l'emisfero opposto, al disotto di questo zaffo del I strato solo poche cellule degli strati più superiori sottostanti passano oltre, mentre sono invece più numerosi gli elementi degli strati più profondi (*Vb* e *VI*) che si ordinano a gruppi più o meno numerosi e bassi nel fondo del sulcus corporis callosi e anche nei punti di passaggio del I strato sul corpus callosum. Questi gruppi di cellule, stretti nell'angolo formato dal corpus callosum e dal gyrus limbicus ed estendentisi in direzione frontocaudale, formano una specie di area nastriforme nel fondo del sulcus corporis callosi, che viene indicata con la sigla LB_1 e con il nome di *area ultracingularis anterior*. Il resto del corpus callosum è rivestito solo dallo strato mollecolare assottigliato (vedi Fig. 9.1, a destra delle lettere LB_2), privo in genere di cellule, tranne che lungo le strie del Lancisi in corrispondenza delle quali si vede una zona di piccole cellule ganglionari.

Tutto il tratto dell'induseum posto sul dorso del corpus callosum va indicato con la sigla LB_2 e con il nome di *area indusei*. Le aree LB_1 e LB_2 formano insieme le aree del cosiddetto gyrus intralimbicus.

Nei tratti di corteccia qui descritti, quello di tipo *LA* si estende a tutto il tratto anteriore del gyrus limbicus (vedi Fig. 1.1b) per poi passare sotto al rostrum corporis callosi nelle aree del campo olfattorio del Broca (*FHL* e *FL*). Più dorsalmente, nel sulcus limbicus, passa successivamente nelle altre aree di passaggio dei lobi frontali confinanti (*FHL*, *FED*, *FDL*, *FCL*) (vedi Fig. 1.1a) dalle quali si distingue sia per il miglior sviluppo del III strato delle aree frontali, sia per il fatto che le aree confinanti posseggono ambedue gli strati granulari II e IV, mentre in essa mancano. *LA* imprime quindi alcuni caratteri propri a queste aree di passaggio dei lobi frontali, quale l'ipertrofia nastriforme del V strato caratteristica di *LA* e delle zone vicine del cervello olfattorio (rinencefalo), già descritta nel Capitolo 4.

Caudalmente all'area *FCL*, là ove la piega di passaggio frontolimbica posteriore attraversa il sulcus callosomarginalis in senso dorsale, le due aree agranulari *LA* e *FB* confinano direttamente fra di loro in modo che le cortecce prive di granuli si continuano fra di loro (vedi Figg. 1.1b e 1.7b). Caudalmente a queste zone anche nel cingolo ricompare la corteccia granulare, come in tutto il territorio retrorolandico.

Le aree LB_1 e LB_2 che ricoprono il corpus callosum verso l'avanti sotto al rostrum si pongono in rapporto con l'area *FM* (vedi Fig. 1.1b) e *FN* e, rivestito in direzione caudale tutto il corpus callosum, oltrepassano l'area *LA* fin verso lo splenium, terminando l'area LB_1 già prima che il corpus callosum si incurvi a formare questo orlo, mentre l'area LB_2 raggiunge il suo estremo posteriore.

9.4

LC – Formatio limbica superior posterior granularis

La corteccia del gyrus limbicus diviene di nuovo granulare caudalmente al prolungamento immaginario del solco di Rolando sulla faccia interemisferica del cervello fin sul corpus callosum, e conserva questo carattere fino a livello dell'istmo, venendo a somigliare nel-

la sua architettura alla corteccia dei lobi parietali, con cui viene a contatto nel territorio del *precuneo* (vedi Figg. 1.1b e 1.7b).

Lo strato dei granuli (IV) comincia rostralmente in corrispondenza della parete interna del gyrus limbicus o, meglio, nel fondo del solco, per poi estendersi poco a poco sulla sua convessità e sulla sua faccia dorsale. L'ipertrofia notevole degli strati V e VI, caratteristica per il tratto anteriore del gyrus limbicus, si riduce invece nel suo tratto caudale. Indichiamo tutto questo territorio con il nome di *formatio limbica posterior (granularis)* e con la sigla *LC*; da essa però è escluso un piccolo tratto della parete interna del gyrus limbicus, e cioè quello che sta in rapporto con lo splenium corporis callosi e che forma una regione a sè, cioè la cosiddetta regione retrosplenica.

Il territorio dell'area *LC* può anch'esso essere suddiviso in *tre aree secondarie* e cioè: un tratto dorsale *LC₁* – l'*area cingularis posterior dorsalis* che confina con l'area parietale *PE* –, un tratto ventrale *LC₂* – l'*area cingularis posterior ventralis* –, e un tratto della formazione *LC* che occupa la regione della parete interna del gyrus limbicus interposta fra l'area *LA₃* e i campi retrospleniali (*LD*, *LE*, *LF*) che verranno descritte più oltre e che verrà indicato con la sigla *LC₃*, e il nome di *area cinguli limitans posterior* (vedi Figg. 1.1b e 10.11, in β).

I rapporti reciproci fra queste aree e la loro disposizione rispetto alle altre aree poste rostralmente e caudalmente a esse possono essere studiati nelle riproduzioni di sezioni γ , β , α indicate nella Figura 10.7 e nelle altre figure schematiche relative a queste sezioni (Fig. 10.11, in γ , β , α). La Figura 9.2 riproduce a 12 ingrandimenti la fotografia di una sezione corrispondente a β in Figura 10.11, cioè a metà distanza fra α e γ , e in essa si possono osservare chiaramente tutte le particolarità ricordate e in modo specifico le aree *LC₂* e *LC₃*; *LC₁* sembra invece al di fuori del campo di detta figura in corrispondenza della prossima circonvoluzione dorsale. In ogni modo le aree *LC₁* e *LC₂* si somigliano al punto da poter essere descritte assieme.

Nel territorio di *LC₁* e *LC₂* la corteccia ha sulla convessità uno spessore medio di 2,3-3 mm. Essa contiene un gran numero di cellule e gli strati dei granuli la dividono in piani orizzontali ben evidenti. Le cellule sono in genere alquanto più voluminose e più belle che non nel tratto anteriore del gyrus limbicus. Lo strato III aumenta d'importanza, mentre il V e VI strato ne perdono. Essa si distingue dalla corteccia del lobulo parietale superiore con cui confina a livello del *sulcus subparietalis* per lo sviluppo meno consistente del III strato e per l'assenza della fine struttura radiale che sono caratteristici della corteccia parietale (vedi Fig. 9.2).

Il I strato ha uno spessore di circa 0,25 mm e contiene circa 6 cellule per (0,1 mm)³ delle dimensioni di 7/5 μ m: è quindi più povero di cellule dello strato molecolare dei tratti più rostrali dello stesso giro.

Anche il II strato ha uno spessore di 0,25 mm, è bene sviluppato e contiene circa 130 cellule per (0,1 mm)³. I suoi elementi nei tratti superiori hanno caratteri di granuli e in quelli inferiori di cellule triangolari grandi di 5-10/4-7 μ m. Ventralmente, e cioè nelle aree secondarie *LC₂* e *LC₃*, il II strato si impoverisce di elementi, che assumono l'aspetto di piccolissime cellule piramidali.

Il III strato ha uno spessore di 0,70 mm, è cioè più largo che non nell'area *LB*, e contiene nei piani superficiali 30 cellule e in quelli più profondi 25 cellule per (0,1 mm)³. Le cellule superiori sono più piccole (15/10 μ m) e quelle più profonde maggiori (20/1 μ m). Non si osserva un vero strato secondario IIIc e il limite verso lo strato IV anzi sembra rischiararsi

(tipo parietale superiore; vedi Cap. 3). Ventralmente, e cioè nell'area LC_2 , le cellule piramidali aumentano alquanto di volume.

Il IV strato è assai bene sviluppato avendo uno spessore di 0,28 mm e mostra la divisione in due piani caratteristica per i campi parietali superiori. In esso si osservano uno strato secondario superficiale IVa contenente cellule granuliformi rotonde e uno strato profondo IVb contenente piccole cellule piramidali in numero di 120 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Questa divisione è più evidente nell'area LC_1 confinante con i lobi parietali ed è meno accentuata che nell'area LC_2 .

Lo strato V ha uno spessore medio di 0,50 mm e si suddivide, per quanto non in modo evidentissimo, in due strati secondari Va e Vb . Tale suddivisione diviene tanto più netta quanto più si procede ventralmente, e cioè è più evidente nell'area LC_2 (Fig. 9.2) che non in quella LC_1 . Nell'area posta più dorsalmente, e cioè in LC_1 , le cellule piramidali maggiori sono stipate immediatamente al disotto del IV strato, e cioè in Va , mentre più ventralmente, cioè nell'area LC_2 , queste cellule più voluminose occupano lo strato più profondo Vb . Nell'area LC_2 , nello strato Va si contano 65 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, di cui le più grandi raggiungono una misura di $25/29 \mu\text{m}$; nello strato Vb si vedono circa 30 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$, di cui le maggiori misurano $25/12 \mu\text{m}$. Nell'area LC_2 si osservano nello strato Va più di 40 cellule di $20/20 \mu\text{m}$ di grandezza per $(0,1 \text{ mm})^3$, e nello strato Vb più di 30 cellule di cui le maggiori raggiungono i $40/20 \mu\text{m}$ per $(0,1 \text{ mm})^3$. Quest'ultimo strato è assai meno denso di cellule dell'altro. In questa regione caudale del gyrus limbicus non si osservano più le cellule a bastoncino e a succhiello.

Il VI strato nella regione dorsale, cioè in LC_1 , è piuttosto sottile (0,70 mm), ed essendo molto simile a quello del lobulo parietale superiore possiede uno strato secondario VIa , evidente, ben delimitato e ricco di cellule – contenente elementi fusati di $15/7 \mu\text{m}$ in numero di 35 per $(0,1 \text{ mm})^3$ – e uno strato VIb , più povero di cellule. Nei tratti ventrali, e cioè nell'area LC_2 , questo strato è assai più alto, raggiungendo 0,85 mm, mentre gli strati secondari VIa e VIb non presentano un limite netto fra di loro.

Le aree LC_1 ed LC_2 sono disposte a semicerchio intorno al corpus callosum e si portano verso l'indietro fino al *sulcus parietooccipitalis*.

L'area LC_3 (*area cinguli limitans posterior*) giace all'interno della LC_2 , sulla parete inferiore del gyrus limbicus, e giunge fino nel fondo del sulcus corporis callosi (vedi Fig. 9.2). La corteccia in questo punto si assottiglia rapidamente e i vari strati diminuiscono rapidamente di spessore modificando alquanto la loro architettura.

Il I strato nella parete del sulcus corporis callosi è piuttosto largo e contiene nei suoi piani più superficiali molte fibre midollari che possono conferirgli un colorito biancastro.

Il II strato diviene assai sottile, poco denso, contiene solo piccole cellule piramidali, e perde già nell'area LC_3 il suo carattere di strato granulare.

Lo strato III si assottiglia, s'impovertisce in cellule che divengono anche più piccole e presentano delle lacune.

Anche il IV strato si assottiglia, ma giunge fino nel fondo del solco.

Lo strato V diminuisce anch'esso di spessore, però nel suo strato secondario Vb compaiono alcune cellule piramidali assai snelle, lanceolate, notevoli per le loro dimensioni ($42/14 \mu\text{m}$).

Lo strato VI si riduce talmente di spessore che nei tratti più bassi sembra che lo strato V venga direttamente a contatto con la sostanza midollare.

L'area LC_3 si estende caudalmente per soli pochi centimetri dal culmen del dorso del corpus callosum e si arresta assai presto, nel fondo del sulcus corporis callosi, venendo sostituita dalla corteccia della regione retrosplenica. Sul fondo del sulcus corporis callosi, il I strato si porta, come già descritto, sul dorso del corpus callosum e nel punto di ripiegamento di questo si notano gli accumuli di cellule già descritte nella regione anteriore

del gyrus limbicus, sicché possiamo considerare questa regione compresa nell'angolo fra il gyrus limbicus e il corpus callosum come un prolungamento dell'area LB_1 e quella sul dorso del corpus callosum come un prolungamento dell'area LB_2 .

Nella Figura 9.2 si osserva sul dorso del corpus callosum e nel fondo del sulcus corporis callosi un accumulo di cellule amigdaliformi (LF_2) all'inizio dell'induseum che corrisponde alla taenia tecta e che descriveremo con la corteccia della regione retrosplenica.

9.5

LD e LE – Formationes retrospleniales

Le aree LC_1 e LC_2 iniziano in corrispondenza della linea che prolunga il solco di Rolando, esse ricoprono caudalmente la convessità della metà caudale del gyrus limbicus e le sue circonvoluzioni viciniori dorsali, fino al sulcus subparietalis e al sulcus praecuneus, per discendere poi caudalmente ad arco nel sulcus parietooccipitalis e nel truncus calcarinae (vedi Fig. 1.1b). L'area LC_3 si porta invece solo poco verso l'indietro per finire assai presto. Infatti la faccia laterointerna del gyrus limbicus – per quanto venga a ricoprire lo splenium corporis callosi – viene occupata in tutta la sua estensione, ulteriormente aumentata dal portarsi lateralmente ai fornicis, da un tipo di corteccia caratteristica, ad architettura eterotipica, che costituisce la corteccia retrosplenica (vedi Fig. 1.1b, LD, LE, LF). Quest'ultima si porta assai indietro, fino al bordo del gyrus limbicus e nella regione dell'istmo, finanche sulla convessità e sulla parete esterna del suo tratto istmico assai gracile. La Figura 10.7, già più volte ricordata che riproduce una serie di sezioni (β , α , g, f, e), mostra meglio di ogni altra cosa i rapporti delle aree sul gyrus limbicus e come essi si spostano, sostituiscono e scompaiono. A queste sezioni della Figura 10.7 corrispondono i disegni schematici delle Figure 10.11 (β , α) e 10.10 (g, f, e).

La corteccia retrosplenica è costituita da due aree nastriformi, LD ed LE (vedi Fig. 1.1b). La prima (LD), più dorsale, che prolunga immediatamente l'area LC_3 e si porta indietro a mo' di arco lungo il bordo inferiore del gyrus limbicus, forma un sottile nastro di corteccia agranulare: noi la indichiamo con il nome di *area retrospleniales agranularis* e la sigla LD.

La Figura 9.3 riproduce a 14 ingrandimenti una fotografia di questa regione corrispondente all'incirca alla Figura schematica 10.11 (α). LD forma una sottile zona al di sotto del bordo interno della convessità del gyrus limbicus. Nel suo territorio manca sia il II che il IV strato cosicché le gracili cellule piramidali medie dei suoi strati III e V si continuano le une con le altre. Questa sottile zona agranulare *eterotipica* (LD) occupa un'area larga non più di 2-3 mm posta lungo il bordo inferiore del gyrus limbicus, nel retrosplenio, ma che in senso anteroposteriore si estende per circa 6-7 cm. Medialmente a essa, la parete laterale della circonvoluzione è ricoperta in tutta la sua estensione da una *conio-corteccia* che forma l'*area granulosa retrosplenii* (LE_1 ed LE_2).

Questa formazione che si estende a quasi tutta la restante parete interna del gyrus limbicus è circondata in avanti e indietro a mo' di arco dalla formazione agranulare della LD ed è da essa divisa dalla isocorteccia omotipica granulare LC.

In questo modo gli strati granulari della corteccia granulosa di quest'area granulosa sensoriale (LE) non hanno rapporti con gli strati granulari dell'altra corteccia granulosa LC, venendone divisi da quella agranulare LD. Gli strati di LD presentano anche differenze di struttura e di genesi.

Lo spessore della corteccia dell'area LE, che si assottiglia assai nel fondo del sulcus callosomarginalis, si riduce da 2,5 a 1,7 mm. Nella Figura 9.3 l'area LD occupa il terzo superiore ed LE i due terzi inferiori della faccia interna del gyrus limbicus rivolta verso il corpus callosum. In essa si vede chiaramente come lo strato interno dei granuli III (IV), che si inizia ai limiti di LD e da qui giunge fino al fondo del solco, si rende sempre più superficiale fino a giacere immediatamente sotto al I strato. Quanto più lo strato dei granuli III (IV) si rende superficiale, tanto più respinge il III sovrastante, che si va sempre più assottigliando, e infine sparisce del tutto verso il fondo del solco.

Il I strato è assai spesso, raggiungendo 0,30 mm di larghezza e nei piani superficiali è anche ricco di fibre mieliniche. Il suo spessore aumenta notevolmente nell'avvicinarsi al fondo del solco.

Manca lo strato esterno dei granuli (cioè il II) come già manca nelle aree LC₂ ed LD, e se ne nota solo un accenno al limite dorsale del campo.

Il III strato, che si può vedere al confine tra i campi LE ed LD, costituito di cellule piramidali piccole (15/10 µm) bene ordinate e in numero di circa 60 per (0,1 mm)³, si assottiglia procedendo dal bordo della circonvoluzione verso il fondo del solco, in modo da scomparire qui quasi completamente, mentre il sottostante strato di granuli viene a giacere apparentemente subito sotto allo strato mollecolare. È possibile quindi distinguere due aree, LE₁ e LE₂, la prima posta più dorsalmente e che ha per limite inferiore il punto in cui questo III strato è ancora visibile, e la seconda che dovrebbe comprendere la zona in cui il III strato è scomparso. In questo tratto inferiore LE₂ si osserva una fila lacunare di cellule in gran parte stellate, di medio volume, poste fra gli strati III (IV) e I e che rappresentano il residuo del III strato.

Lo strato di granuli, che apparentemente rappresenta il IV strato e che nella circonvoluzione compare al limite dell'area agranulare LD, non ha rapporti di continuità con il IV strato della corteccia omotipica LC posta esternamente al campo LD, poiché non giace neppure nel prolungamento di questo IV strato interno dei granuli, ma a un livello più prossimo alla superficie.

Questo fatto dimostra che questo strato non deriva dal vero IV strato di quell'area corticale, ma è dovuto a un processo di "granulazione" delle cellule piramidali profonde del III strato dell'area LE; per questa ragione nella Figura 9.3 contrassegniamo questo strato con la sigla III (IV).

Questo processo di *granulazione* del III strato aumenta talmente procedendo verso il fondo del sulcus corporis callosi da far scomparire apparentemente l'intero stesso III strato, venendo i granuli a giacere immediatamente sotto al I strato. Nella Figura 9.3 si vede chiaramente questo portarsi in superficie dei granuli che appaiono sotto forma di una riga scura posta obliquamente. Le cellule granuliformi di questo strato sono assai voluminose, di forma ovale: misurano 6/6 e 8/8 µm e raggiungono il numero di 150 per (0,1 mm)³.

Il sottostante V strato è assai spesso lungo l'angolo della circonvoluzione e raggiunge la misura di 0,70 mm; lo spessore diminuisce però prontamente quanto più scende verso il fondo del solco. Si osserva anche che mentre diminuisce il numero dei suoi elementi, il loro volume tende invece piuttosto a salire, sicché in LE₂ si possono rilevare numerosi gruppi di *cellule piramidali lanceolate*, piuttosto gracili, che misurano 30-50/10-15 µm e sono divise da lacune quasi completamente prive di cellule.

Il V strato è diviso dal IV e dal VI da due linee più chiare. Anche il VI strato tende ad assottigliarsi nel portarsi in basso. Esso, che nei tratti più dorsali, cioè nel campo LE₁, presenta ancora un notevole spessore, si assottiglia assai verso il fondo del solco e presenta anche delle

lacune sempre maggiori al punto da passare da un contenuto di 35 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$ a solo 15 nei tratti più profondi della LE_2 . Le stesse cellule perdono la loro forma fusata assumendone una triangolare e si impiccoliscono fino a soli $15/10 \text{ }\mu\text{m}$.

Questo impoverimento del contenuto cellulare dei due strati profondi e la scomparsa delle cellule piramidali del III strato attribuiscono grande importanza agli elementi trasformati in granuli, che fanno diventare questa corteccia tipicamente granulosa, cioè una *coniocorteccia*. Comunque, poiché nel suo sviluppo può essere riconosciuta ancora una esastratificazione, essa può essere considerata come facente parte della isocorteccia eterotipica.

Funzione Questa corteccia sensoriale posta al centro del cosiddetto *rinencefalo* potrebbe rappresentare il centro corticale primario olfattorio, opinione che è suffragata anche dal fatto che quest'area granulosa LE è assai sviluppata negli animali *macrosmatici* e raggiunge, anche oltrepassando l'angolo palleale, la convessità del cervello.

9.6

LF – Formatio intralimbica posterior

Al piede della parete laterale della circonvoluzione, il III e IV strato scompaiono e solo le cellule del V e VI strato, insieme al I, sembrano portarsi in sottile strato sul dorsum corporis callosi (vedi Fig. 9.3). In corrispondenza del retrosplenio formano nel punto di ripiegamento un ispessimento un po' più ricco di cellule che non nei tratti anteriori del gyrus limbicus. Questo punto può essere considerato come formante un'area a sé, caratteristica dell'angolo del corpus callosum, e che si può indicare con il nome di *area ultracingularis posterior* e la sigla LF_1 . Quest'area si distingue, per le sue cellule piramidali lanceolate grandi, bene formate e disposte in più file regolari, dall'area ultracingularis anterior (LB_1), notevole per le sue cellule disposte a mucchi e sul cui prolungamento si trova [vedi Fig. 10.11 (α), in cui però manca l'indicazione LF_1 che va inserita fra LF_2 e LE_2].

In corrispondenza del dorsum corporis callosi il I strato si ispessisce, mentre i suoi elementi (come già detto per l'induseum) si raccolgono in una formazione ricca di cellule, di sezione ovale, e che corrisponde a un cercine frontocaudale di sostanza grigia: l'*area obtecta* LF_2 . Questo cercine accompagna la *taenia tecta* verso l'avanti per un tratto che varia da cervello a cervello, lo abbiamo già visto nella Figura 9.2 in LF_2 , ove mostra una sezione completamente ovale e si continua caudalmente nella fasciola cinerea.

Medialmente a LF_2 , il dorso corporis callosi è ricoperto solo dal I strato e da poche cellule ovali, che formano l'induseum griseum (LB_2). Le aree LF_1 e LF_2 , costituite dal solo strato mollecolare e da una fila di cellule a esso sottoposta, fanno parte, come LB_1 e LB_2 dell'*allocorteccia*.

Funzione L'intera regione retrosplenica con tutte le sue aree probabilmente sta in rapporto diretto con la funzione olfattoria, e questa opinione è suffragata dai suoi rapporti topografici con la coniocorteccia dell'area LE , che evidentemente costituisce la *sfera sensoriale olfattoria primaria*.

Molti autori considerano anche tutto il gyrus limbicus come facente parte del rinencefalo; tuttavia, se teniamo presente la scarsa importanza della funzione olfattoria nell'uomo, dimostrata anche dallo scarso sviluppo della coniocorteccia dell'area LE rispetto a quello degli altri animali, dobbiamo ritenere che il tratto anteriore del gyrus limbicus probabilmente abbia assunto nell'uomo una nuova funzione. E si può anche supporre che nel gyrus limbicus umano, almeno nei tratti rivestiti da una corteccia agranulare motoria del tipo architettonico 1, abbia sede una *funzione simpatico efferente*.

Nella Figura 9.3 osserviamo anche che sul dorsum corporis callosi fra l'area LF_2 e l'induseum LB_2 si protendono delle formazioni appartenenti alla regione ippocampica (sono contrassegnate con le sigle HE e HF).

Poiché riuscirebbe troppo difficile descrivere i vari rapporti che intercorrono fra le differenti aree nel gyrus cinguli, facciamo seguire (vedi Cap. 10) una serie di disegni schematici di sezioni della regione che chiariranno quanto si verrà a dire in proposito.

La Figura 10.7 rappresenta schematicamente tutto il cingolo, dal suo inizio al carrefour olfactif di Broca, come segue il contorno del corpus callosum e fimbria, fino all'uncus. Le linee tratteggiate indicano i punti di sezione ai quali corrispondono i disegni schematici (Figg. 10.9, 10.10 e 10.11). La serie delle sezioni inizia dall'uncus e dall'ippocampo (Fig. 10.9, sezioni A, B, C, D, E, F, G); prosegue con le sezioni attraverso l'istmo e la regione retrosplenica (Fig. 10.10, sezioni a, b, e, d, e, f, g) e le quattro sezioni attraverso il tratto superiore del gyrus limbicus (Fig. 10.11, sezioni α , β , γ , δ) in cui α corrisponde all'estremo superiore del retrosplenio, β al terzo posteriore del gyrus limbicus, γ alla sua metà, e δ passa attraverso il suo estremo rostrale. In quest'ultima sezione schematica (δ), come pure già nella fotografia della Figura 9.1, si osservano il gyrus limbicus sezionato e la sua corteccia appartenente alla formazione agranulare della LA_{-0} meglio la sua parete superiore dalla LA_1 , la sua convessità dalla LA_2 e la parete interna del sulcus corporis callosi dalla LA_3 . Nel fondo di questo solco la corteccia si porta sul dorsum corporis callosi formando le aree LB_1 e LB_2 .

La sezione γ della Figura 10.11 mostra schematicamente come queste aree (LB_1 ed LB_2) si estendano caudalmente sul dorso del corpus callosum, mentre la corteccia agranulare di LA viene a essere sostituita nel fondo del solco da quella granulare di LC_3 . Sulla convessità del gyrus limbicus si può osservare a livello del terzo medio del corpus callosum che le formazioni delle aree LA ed LC si confondono fra loro per brevi tratti.

La sezione β della Figura 10.11 mostra schematicamente (vedi anche Fig. 9.2a) come le aree granulari LC_1 , LC_2 ed LC_3 siano estese a tutto il gyrus limbicus posteriore e alle circonvoluzioni vicine. Sempre nella stessa Figura 10.11, la sezione α mostra (vedi anche Fig. 9.3) come queste formazioni granulari siano sostituite e respinte dorsalmente sulla faccia laterale interna del gyrus limbicus dalle aree granulose e agranulari retrospleniche LD ed LE , mentre il punto di ripiegamento della corteccia sul corpus callosum presenta le nuove formazioni corticali L_1 ed LF_2 .

Nella sezione g della Figura 10.10 questa sostituzione è già avvenuta completamente poiché le aree retrospleniche LE_1 , LE_2 e LD ricoprono qui già l'intera convessità e la faccia laterale del gyrus limbicus ($g.I.$), mentre le aree LB sono sostituite sul dorso del corpus callosum in prossimità dell'istmo dalle cellule piramidali lanceolate delle aree LF_1 e LF_2 (Fig. 10.10, sezioni g, f).

Nelle altre sezioni della Figura 10.10 (e, d, c ecc.) si osserva il passaggio delle formazioni retrospleniche oltre al passaggio dall'istmo nelle formazioni ippocampiche. Per

comprendere meglio questo passaggio, immaginiamo la regione retrosplenica della Figura 10.7 come tagliata a livello delle righe I-I e II-II e distesa, così come viene rappresentata nella successiva Figura 10.8a, dove i solchi e le circonvoluzioni appaiono distesi e aperti.

La didascalia della Figura 10.8 fornisce tutte le indicazioni necessarie per un pronto orientamento anatomico. Nella Figura 10.8a sono indicati graficamente con il tratteggio le varie aree e i loro limiti in modo che si possano seguire meglio, rispetto alla Figura 1.1b, i vari rapporti delle differenti aree e i particolari architettonici di alcuni piccoli territori, quali quelli del gyrus fasciolaris (*g.f.*), dei gyri Andreae Retzii (*g.ar.*) o delle loro formazioni secondarie x e y, e i rapporti fra aree retrospleniche e ippocampiche. Lo studio delle Figure 10.8 e 10.10 aiuta meglio d'ogni altra cosa a chiarire questi rapporti fra le aree del retrosplenio, dell'istmo e dell'ippocampo.

La metà inferiore del gyrus cinguli, che si prolunga dall'istmo in basso e frontalmente: il gyrus hippocampi, il gyrus dentatus e l'uncus

10

10.1

Anatomia del gyrus hippocampi

Venendo a trattare ora del gyrus hippocampi¹ bisogna innanzitutto rilevare come le due aree retrospleniche LD , LE_1 ed LE_2 si estendano caudalmente al corpus callosum, sulla superficie del gyrus limbicus (vedi Fig. 1.1b). Nella regione dell'*istmo* esse si portano (evitando le formazioni ippocampiche che compaiono nel tratto basso della parete), passando sul bordo *interno* della circonvoluzione, fino al suo apice (vedi Figg. 10.8b e 10.10g, f, e) e la rivestono completamente per passare sulla sua faccia esterna, volta qui verso il truncus calcarinae (la fotografia della sezione dell'istmo riprodotta nella Figura 10.1 corrisponde all'incirca al disegno schematico della Figura 10.10e). La sostanza grigia corrispondente alle aree LF_1 ed LF_2 resta, insieme all'*induseum*, dapprima strettamente aderente al corpus callosum (vedi Fig. 10.10g, e, in *i*), per aderire quindi, dopo che il corpus callosum è scomparso, alla *fimbria* che protrudeva sotto all'estremità del corpus callosum (vedi Fig. 10.10e, in *f*). Nello spazio fra le due aree LE_2 ed LF_1 (vedi Figg. 10.8b e 10.10g, e), che tendono a divergere, cominciano a penetrare formazioni ippocampiche che poco a poco vengono in un certo qual modo a sostituirle in corrispondenza della faccia interna del gyrus limbicus (*g.l.*) che qui comincia a trasformarsi in gyrus hippocampi (*g.h.*). Quest'ultimo in parte costituisce il prolungamento immediato in avanti e in basso del gyrus limbicus (vedi Figg. 10.8 e 1.1b) continuando anche sul lobo temporale, cioè sul gyrus fusiformis. Una volta giunto anteriormente fino al polo temporale, il gyrus hippocampi volge lateralmente, cioè verso la faccia mediana degli emisferi, disegnando una specie di uncino, e aumenta di volume formando il cosiddetto *uncus* (*U*), che si unisce con la sua faccia intraemisferica in corrispondenza del suo estremo uncinato e con l'*estremità della fimbria* (*fi*) a livello del bordo del cosiddetto *velum terminale Aeby*.

¹ Le fotografie delle serie di tagli attraverso il gyrus hippocampi (riprodotte nelle Figg. 10.2-10.5) non sono ordinate seguendo la successione della descrizione delle varie aree, ma riproducono quadri d'insieme di tagli del gyrus limbicus (Figg. 9.1-9.3) ordinati secondo la successione topografica della serie di tagli che, partendo dal rostrum corporis callosi, segue lungo lo splenio e finisce all'uncus.

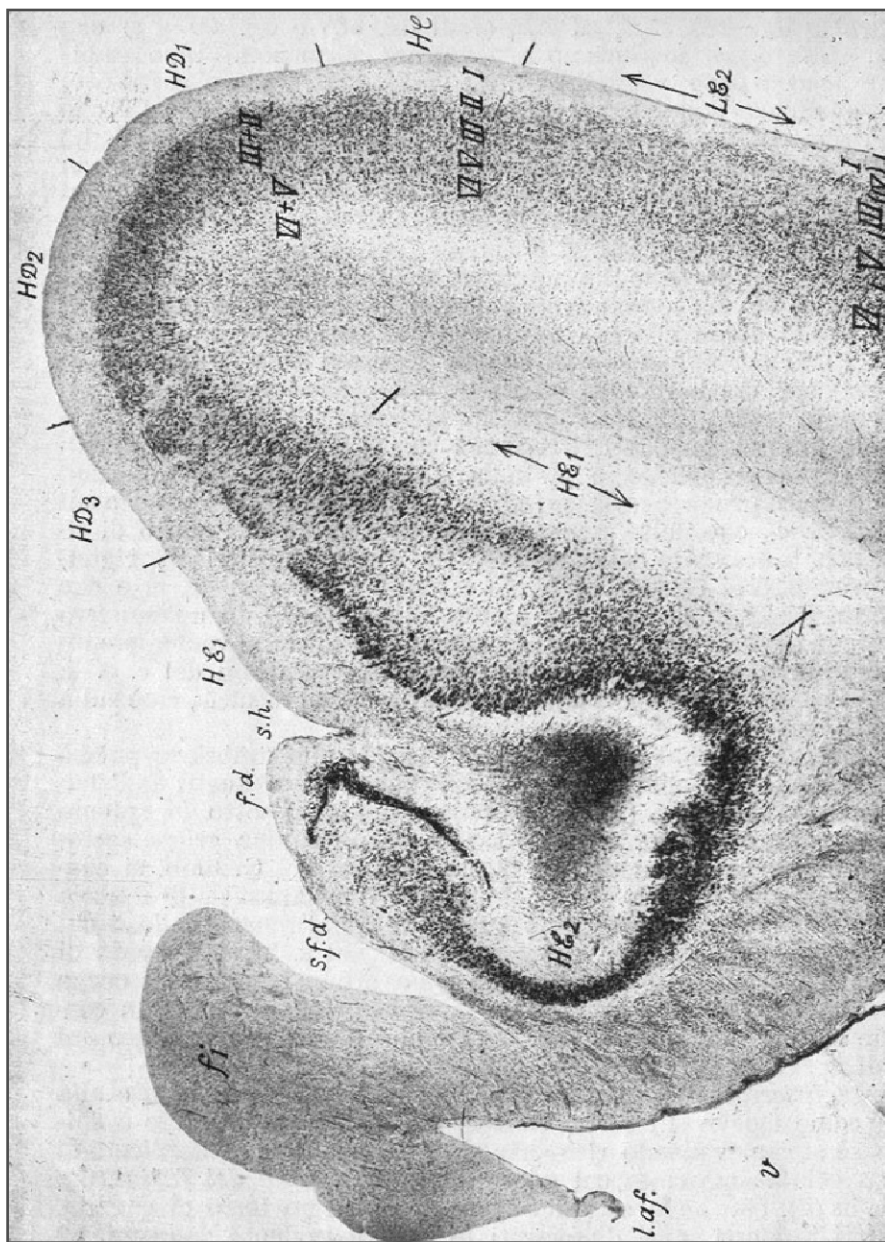


Fig. 10.1 Sezione perpendicolare attraverso l'istmo. *f.d.*, fascia dentata; *HC*, area rhinalis limitans; *HD*_(1,2,3), area praesubicularis granulosa (limitans, media, glomerulosa); *HE*₁, area pyramidalis subiculi; *HE*₂, area pyramidalis ammonica; *HF*, area dentata. Punto di passaggio della porzione retrosplenica del gyrus limbicus (*a destra*) nella porzione del gyrus hippocampi (*a sinistra*). Il corpus callosum è stato sostituito dalla fimbria (*fi*); lamina affixa (*l.af.*), che ricopre il corno inferiore del ventricolo (*V*); *LE*₂, area retrosplenii granulosa inferior; *s.f.d.*, sulcus fimbriatus dentatus; *s.h.*, sulcus hippocampi (14 ingrandimenti)

In questo tratto compreso tra lo splenium corporis callosi e l'uncus la fimbria contrae dei rapporti con il gyrus hippocampi simili a quelli esistenti fra corpus callosum e gyrus limbicus. Infatti, mentre nella prima regione si può osservare che la corteccia del gyrus limbicus si ripiega sul dorso del corpus callosum, nella regione retrosplenica si vede che questo punto di ripiegamento è occupato dall'area LF_1 , che l'area oblecta LF_2 rigonfiata lievemente si estende al bordo laterale del dorsum del corpus callosum e che l'induseum passa sotto forma di sottile lamella (LB_2) da un emisfero all'altro sul dorsum del corpus callosum. Possiamo in questo modo rilevare che ventralmente allo splenium corporis callosi, e dopo che sono finite le radiazioni del corpus callosum, la corteccia del gyrus hippocampi passa sulla curva fornix, cioè sulla fimbria (vedi Fig. 10.10d, c, b, a).

L'induseum griseum, invece, non si estende alla fimbria e poiché i lobi occipitali e temporali non si continuano con quelli dell'emisfero opposto, si ripiega ventralmente (vedi Fig. 10.8a, in *i*) sotto lo splenio del corpus callosum per continuarsi con la sottile lamina grigia sottocallosa e nel setto pellucido. La faccia interna del gyrus limbicus si continua nella faccia interna del gyrus hippocampi che è separato dalla fimbria dal sulcus hippocampi, così come è sovrastato dal corpus callosum e dal sulcus callosum (vedi Fig. 10.8a, *s.cc.*); sul fondo del sulcus hippocampi il bordo di corteccia si ripiega sulla fimbria, così come prima passava sul corpus callosum (vedi Fig. 10.8a, *fì*). Questo punto di ripiegamento forma un cercine che sporge nell'interno del ventricolo e che è conosciuto con il nome di corno di Ammone (vedi Fig. 10.10a, *A*).

Questa *listerella* di corteccia non aderisce così strettamente alla fimbria come faceva sul corpus callosum, ma si avvolge invece a spirale su se stessa, venendo ricoperta da una sottile plica duplicata di sostanza grigia conosciuta con il nome di *fascia dentata del Tarini* (vedi Fig. 10.10a, e, in *f.d.*) che nelle sezioni appare simile a un ferro di cavallo. (Questi rapporti sono dimostrati in modo evidente dalla Figura 10.2 che riproduce la fotografia di una sezione presa dal punto medio del gyrus hippocampi e che corrisponde all'incirca allo schema della Figura 10.10a.)

Questa benderella di sostanza corticale, che accompagna il gyrus hippocampi dall'istmo, anzi fin dallo splenium del corpus callosum, fino all'uncus formando una specie di piccolo cercine fascicolato, porta il nome di *gyrus dentatus* (vedi Fig. 10.8a, *g.d.*). Esso segue il fondo del sulcus hippocampi (*s.h.*), restando separato dalla fimbria per mezzo di un solco poco profondo, detto sulcus fimbrodentatus (vedi Fig. 10.2, *s.f.d.*). Il tratto dalla faccia dorsale (interna) del gyrus hippocampi a cui aderisce il gyrus dentatus (raccolto su se stesso) viene detto *subiculum*, mentre il tratto di parete libera soprastante e la cupola del gyrus hippocampi portano il nome di *praesubiculum*.

Frontalmente questo gyrus dentatus passa trasversalmente sull'estremo posteriore dell'uncino laterale dell'uncus con il nome di nastro del Giacomini (vedi Fig. 10.7, *G.B.*, e Fig. 1.1b, in *HF*) per terminare sulla sua faccia lateroesterna, rivolta verso l'interno degli emisferi in corrispondenza del velum terminale di Aeby. A livello dello splenio del corpus callosum il gyrus dentatus al suo estremo caudale si continua nel cosiddetto gyrus fasciolaris (vedi Figg. 10.7 e 10.8a, *g.f.*) e quindi più oltre nella *taenia oblecta* (vedi Fig. 10.8a, *T.t.*).

La Figura 10.9, che illustra schematicamente una serie di tagli, mostra chiaramente i rapporti esistenti fra queste formazioni e le loro aree in corrispondenza del punto di passaggio polare fra gyrus hippocampi e uncus. Anche il gyrus hippocampi contiene una *conio-corteccia*, cioè una *corteccia granulosa*, e ciò in corrispondenza della sua faccia parietale.

le dorsale interna (vedi *HD* nelle Figg. 10.8b, 10.9b, 10.9g, 10.10a, 10.10f; e *HD*_{1,2,3} nelle Figg. 10.1-10.4). Questa coniocorteccia si trova lungo la linea che continua l'area granulosa retrosplenii *LE*_{1,2}, venendo a prendere il posto nella profondità della sua parete interna a livello dell'istmo nella convessità della circonvoluzione (vedi Figg. 1.1b, 10.8b, 10.10f, e, d).

Questa zona *coniocorticale* viene indicata con il nome di area *praesubicularis granulosa* (*HD*) e cominciando dall'istmo occupa tutto il praesubiculum, cioè il margine e il tratto superiore della faccia dorsale del gyrus hippocampi, estendendosi in direzione frontocaudale per tutta la sua lunghezza, fino al punto di ripiegamento dell'uncus (vedi Fig. 1.1b e la serie dei tagli riportati nelle Figg. 10.1-10.4).

L'area piramidale *HE* occupa il tratto inferiore della faccia laterale della circonvoluzione (il subiculum), il punto di ripiegamento sulla fimbria (il corno d'Ammon) e la parte centrale del gyrus dentatus avvolto su se stesso. Quest'area è una continuazione immediata dell'area *LF*₁ (vedi Figg. 1.1b, 10.8b e 10.10g, a) e, come questa, consta solo di uno strato mollecolare e di uno strato di cellule piramidali assai voluminose. Nelle fotografie riprodotte nelle Figure 10.1-10.4 rappresentanti una serie di tagli si riconosce chiaramente questo territorio del subiculum e del corno di Ammon nei punti indicati come *HE*₁ e *HE*₂. Il bordo del gyrus dentatus, avvolto su se stesso, con la fascia dentata (*f.d.*) che lo ricopre a ferro di cavallo, forma, con il nome di *area dentata HF*, quasi un prolungamento dell'*area obtecta LF* (vedi Fig. 10.8b). Medialmente a essa si incontra il fascio midollare della fimbria (*f*) coperta da una lamella superficiale grigia che si prolunga sotto forma di sottile lamina (lamina affixa, *l.af.*) (vedi Figg. 10.1 e 10.2) a ricoprire il corno inferiore del ventricolo per raggiungere le formazioni del mesencefalo.

Tutte le aree fin qui descritte formano sottili strisce di corteccia, allungate in senso frontocaudale sulle superfici interne e sulla convessità del gyrus hippocampi, che esse ricoprono (vedi Fig. 1.1b). Lateralmente all'area granulosa *HD*, che occupa il bordo superiore (il praesubiculum) del gyrus hippocampi, la convessità di detto gyrus è ricoperta in senso frontocaudale da un'area (*HC*), anch'essa a forma di striscia che rappresenta la continuazione caudale delle formazioni corticali dell'uncus (vedi Figg. 1.1b, 10.8b, 10.9c-g, 10.10a-e). L'uncus infatti è ricoperto da una corteccia di struttura assai caratteristica in cui è possibile riconoscere tre aree differenti: *HA*, *HB*, *HC* (vedi Fig. 1.1b); queste tre aree sono conosciute con la denominazione di *regione entorinale*.

Tutte queste varie aree, e cioè tanto quelle *HD*, *HE*, *HF* così come la regione entorinale *HA*, *HB*, *HC*, non presentano la solita isocorteccia esastratificata ma, avendo struttura speciale, appartengono all'allocorteccia (vedi Fig. 1.5d). L'allocorteccia dell'uncus confina con l'isocorteccia del lobo temporale (cioè con i campi *TG* e *TH*) anteriormente nel fondo della fissura rhinalis e posteriormente nella fissura occipitotemporalis ovvero collateralis, e cioè lungo il bordo inferiore (ventrale) della convessità del gyrus hippocampi, o sulla sua faccia inferiore (vedi Figg. 10.2, 10.3, 10.4, 10.9c-g, 10.10a, b).

La Figura 10.4 riproduce la fotografia di una sezione frontale dell'estremo anteriore del gyrus hippocampi che interessa già il territorio dell'uncus e corrisponde all'incirca alla Figura schematica 10.9c; la Figura 10.5 mostra poi una sezione del tratto polare anteriore dell'uncus: in ambedue le figure le aree caratteristiche di questa parte cerebrale appaiono in modo assai evidente (Levi, 1903).

Passeremo ora alla trattazione della citoarchitettura di queste varie aree.

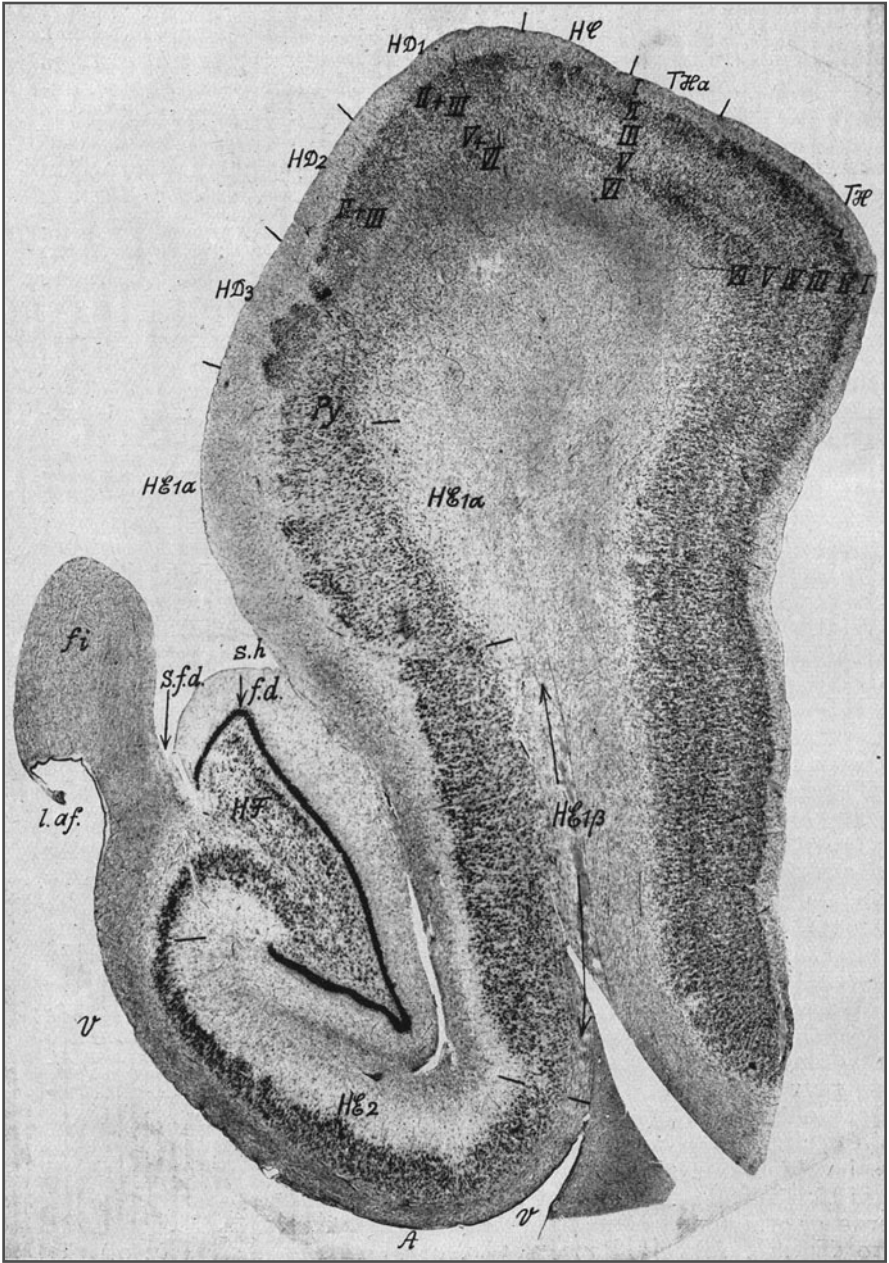


Fig. 10.2 Taglio frontale attraverso il gyrus hippocampi, nel suo punto medio, con praesubiculum (HD_1), alveus (A), corno d'Ammon (HE_2), gyrus dentatus (AF). $AH(a)$, area temporohippocampica (pars agranulari); HC , area rhinalis limitans; $HD_{(1,2,3)}$, area praesubicularis granulosa (limitans, media glomerulosa); HE_1 , area pyramidalis subiculi glomerulosa; HE_1 , rea pyramidalis subiculi simplex; HE_2 , area pyramidalis ammonica; HF , area dentata. Per le altre sigle vedi spiegazione in didascalia di Figura 9.3 (11 ingrandimenti)

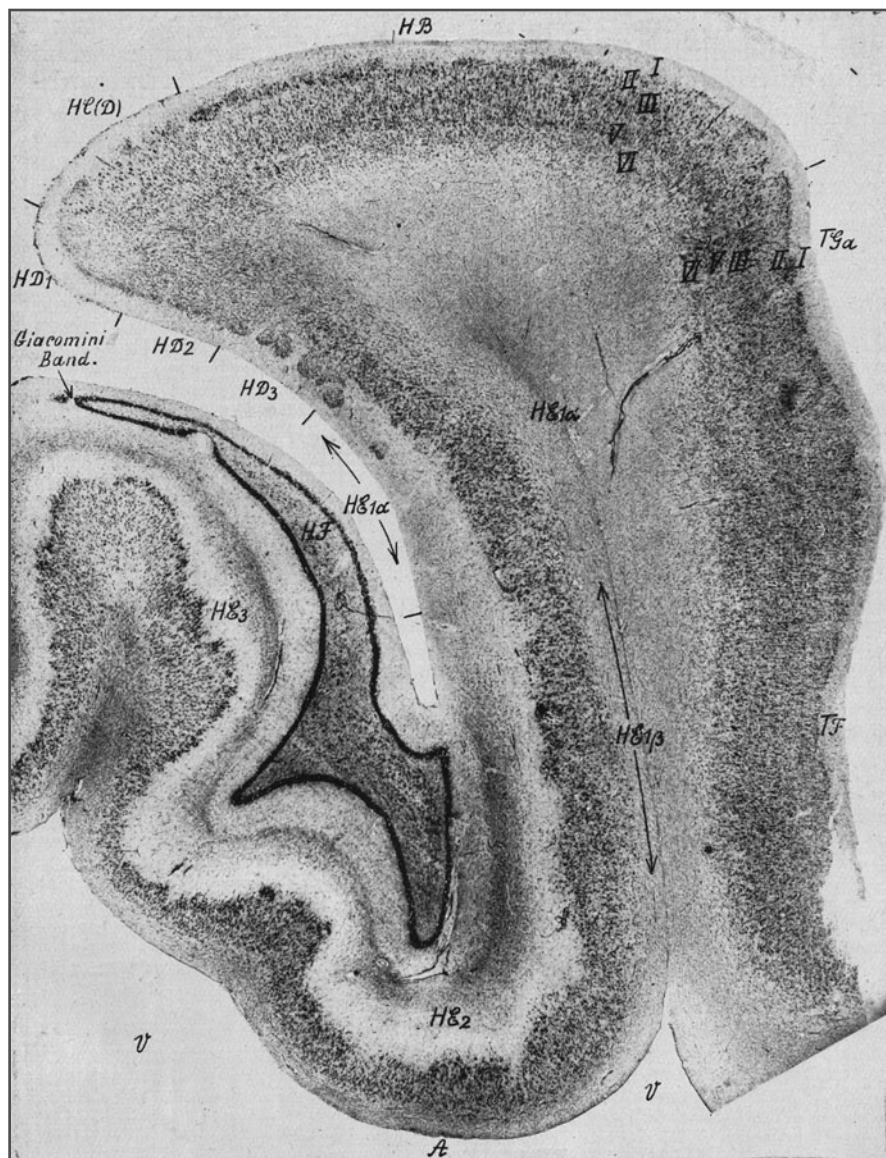


Fig. 10.3 Taglio frontale attraverso la porzione anteriore del gyrus hippocampi e uncus, là ove la fascia dentata comincia ad attraversare l'uncus come nastro del Giacomini. HB, area paruncinata; HC(D), area rhinalis limitans; HD_(1,2,3), area praesubicularis granulosa; HE₁(α , β), area pyramidalis subiculi; HE₂, area pyramidalis ammonica; HE₃, area pyramidalis unci; HF, area dentata; TF, area fusiformis; TGa, area temporopolaris agranularis. Per le altre sigle vedi spiegazione in didascalia di Figura 10.1 (10 ingrandimenti)

10.2

HA – Area uncinata (regionis entorhinalis)

L'area del rigonfiamento polare dell'uncus (vedi Fig. 1.1b) è caratterizzata da una corteccia di notevole spessore macrocellulare (vedi Figura 10.6 che corrisponde alla parte mediana della Figura 10.5, fotografata però a un ingrandimento di 44 diametri). Lo spessore della sua corteccia raggiunge i 3 mm verso la regione polare mentre più caudalmente, in corrispondenza dell'inginocchiamento dell'uncus, si riduce a soli 2 mm. All'ispezione macroscopica del cervello fresco questo tratto di corteccia non presenta una colorazione grigia, bensì una tinta biancastra per le molte fibre midollari che dal tractus olfactorius (radix lateralis) penetrano nel suo primo strato. Si osserva pure una caratteristica mazzatura dovuta all'inclusione di tratti di sostanza grigia nel reticolo formato dalle fibre, cui si è accennato più sopra (substantia reticulata Arnoldi). La corteccia della regione entorinale del gyrus hippocampi, pur appartenendo all'*allocorteccia* si presenta chiaramente pluristratificata, e in corrispondenza delle aree HA, HB, HC si possono distinguere sei strati, similmente a quelli osservati nell'isocorteccia.

Considerazioni embriologiche non permettono tuttavia di ritenere questi sei strati omologhi a quelli dell'isocorteccia, anche quando nei punti di confine fra questi due tipi di corteccia può sembrare esserci una continuazione fra i vari strati.

In ogni modo numereremo questi strati procedendo dalla periferia verso la profondità analogamente a quanto si è fatto per l'isocorteccia, e ciò sia per considerazioni pratiche, onde rendere più chiara la loro successione, sia anche per accennare ai rapporti che essi hanno con gli strati dell'isocorteccia (vedi Figg. 10.5 e 10.6).

Il I strato può raggiungere lo spessore di 0,40 mm. Nei piani più superficiali sono presenti molti nuclei gliari contenenti fibre mieliniche; nei piani più profondi si osservano delle cellule nervose, circa 5 per $(0,1 \text{ mm})^3$, di cui alcune possono raggiungere una dimensione di $25/10 \mu\text{m}$, volume questo eccezionalissimo per gli elementi del I strato.

Il II strato non è composto da un accumulo uniforme di granuli, ma contiene numerosi ammassi (*glomeruli*) di voluminose cellule stellate che possono raggiungere i $50/30 \mu\text{m}$. In ogni glomerulo nei tagli di $25 \mu\text{m}$ si possono contare fino a 30 cellule – che si presentano di forma poligonale, con grosso nucleo e nucleolo e tendenza a colorarsi intensamente. Si osservano anche dei glomeruli di sole poche cellule (vedi Fig. 10.6, in *). Tra i vari glomeruli il I strato si introflette fino a raggiungere il III strato. Questi ammassi di cellule, traparendo attraverso il I strato mollecolare come delle masse grigiastre, danno un aspetto mazzato e reticolato alla corteccia di quest'area. I glomeruli possono raggiungere persino 0,5 mm di diametro.

Lo strato sottostante, il III, è largo 1 mm ed è formato da una fila profonda (IIIb) di cellule piramidali ben formate e regolarmente disposte, del diametro medio di $25/15 \mu\text{m}$ e oltre, che in media raggiungono il numero di 22 per $(0,1 \text{ mm})^3$. La parte più superficiale del III strato (il cosiddetto sottostrato IIIa) è costituito da cellule più piccole, triangolari o poligonali, grandi circa $15/15 \mu\text{m}$, disposte piuttosto irregolarmente e a volte a grossi mucchi qua e là piuttosto disordinati. Nello strato si vedono anche punti scarsi o privi di cellule, mentre una striscia più chiara, povera di elementi cellulari, divide in un certo qual modo il piano IIIa dal IIIb.

Centralmente al III strato si osserva, invece di un IV piano, una striscia povera di cellule, biancastra, a limiti netti (vedi Figg. 10.5, IV e 10.6, $V_{(IV)}$) occupata da una *lamella midollare*.

Più centralmente ancora si giunge al V strato che ha l'aspetto di un denso nastro costituito da grosse e belle cellule piramidali di $25/20 \mu\text{m}$, assai ravvicinate e strettamente allineate.

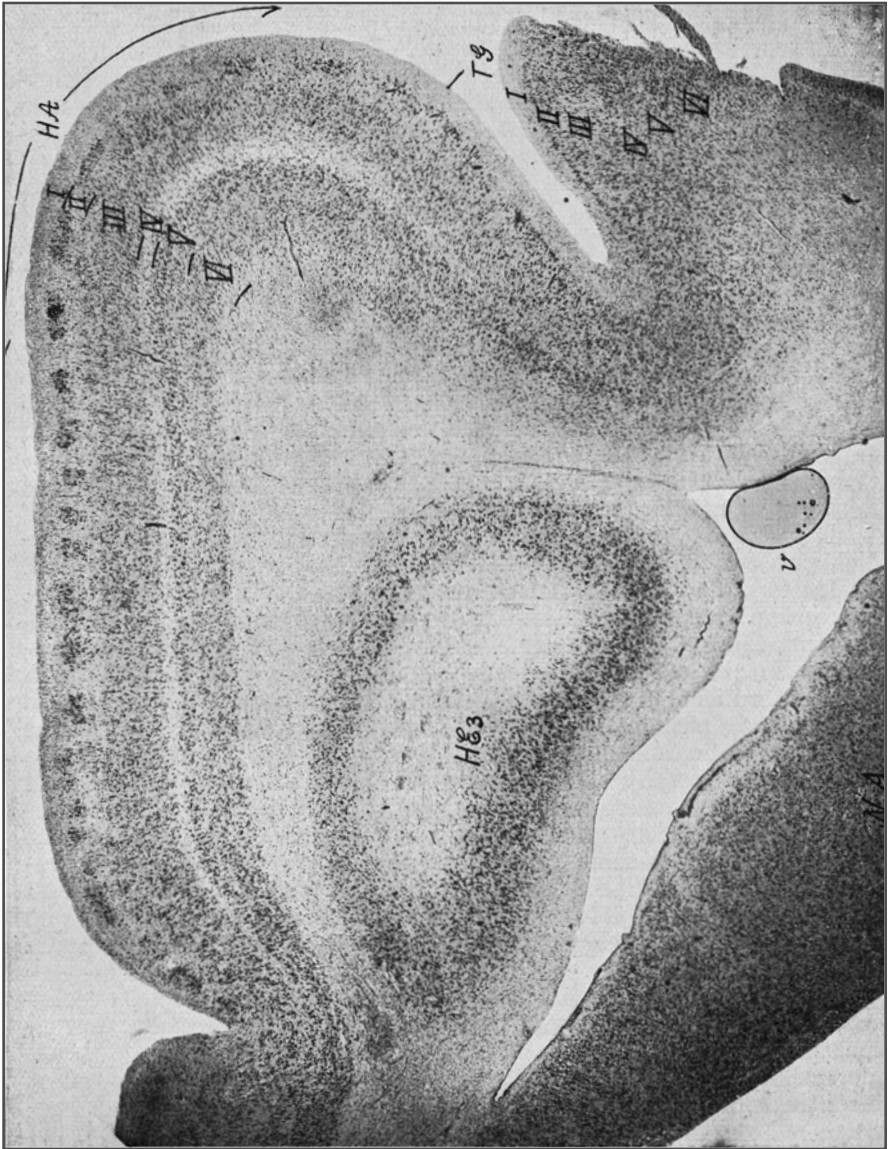


Fig.10.5 Sezione frontale attraverso il polo anteriore dell'uncus. TG, area temporopolaris; HA, area uncinata; V, corno ventricolare inferiore; N.A., nucleus amygdalae (10 ingrandimenti)

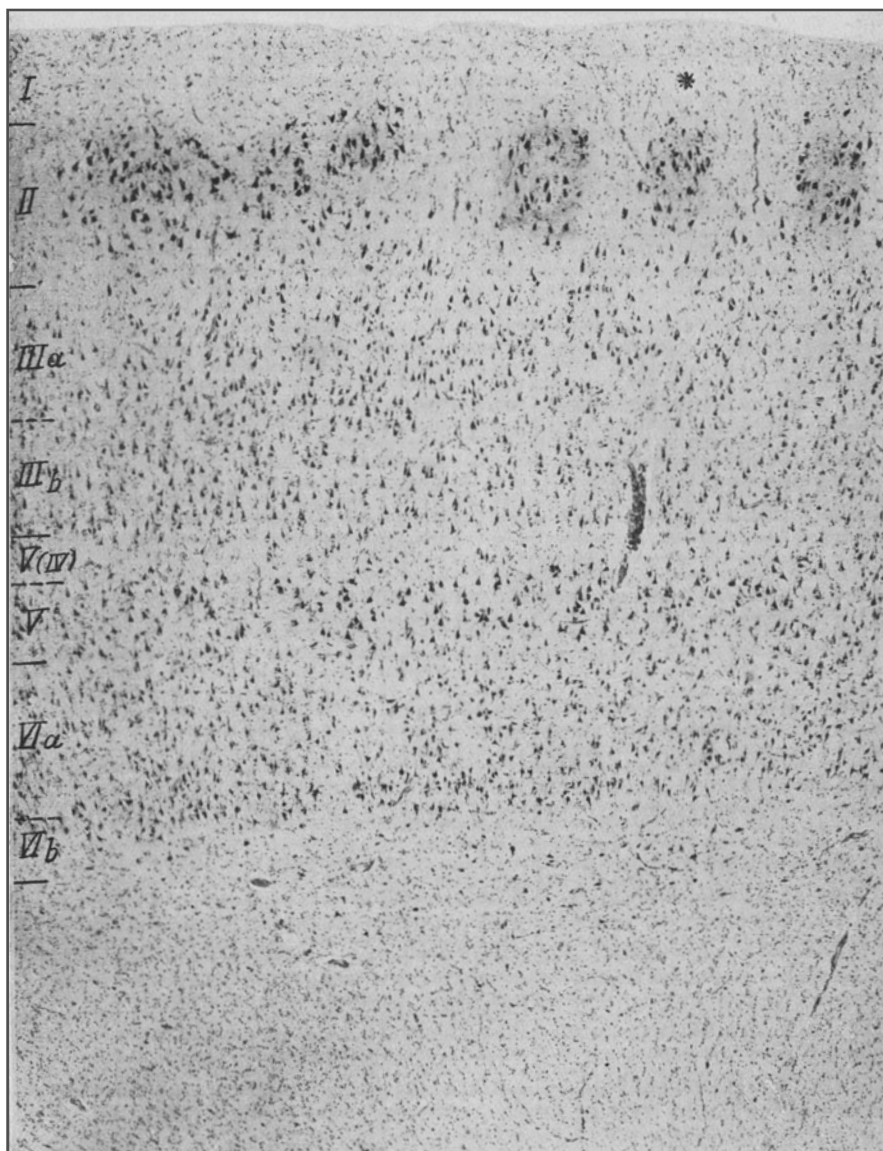


Fig. 10.6 Area uncinata (HA): dettaglio della Figura 10.4. Sotto * sono visibili glomeruli della sostanza reticolare dell'Arnold (44 ingrandimenti)

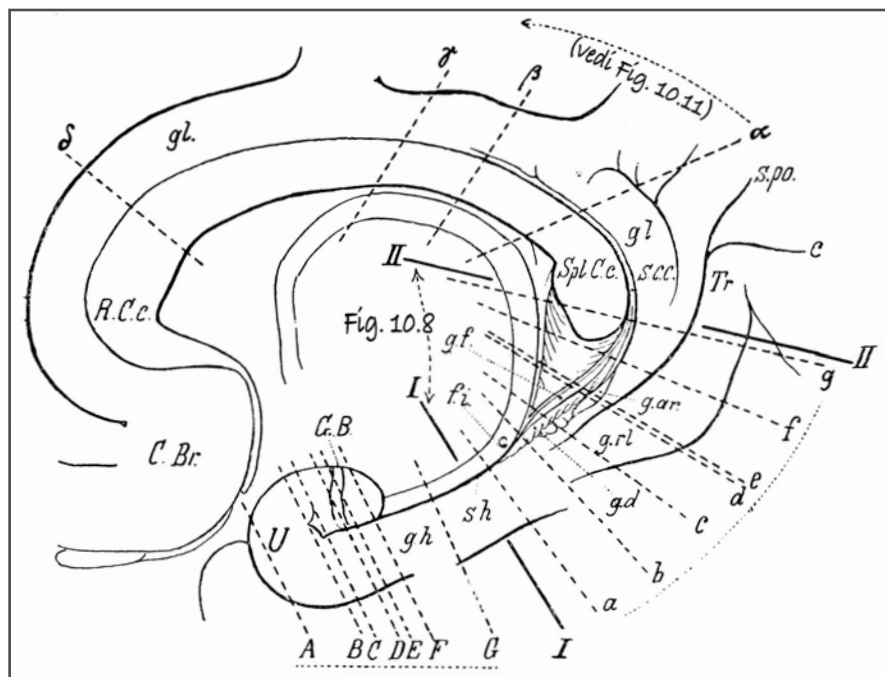


Fig. 10.7 Schema del cingulum sul quale sono indicati i punti in corrispondenza dei quali sono state eseguite le sezioni riprodotte nelle Figure 10.8 (I-II), 10.9 (A-G), 10.10 (a-g) e 10.11 (α-δ). *C.*, calcarina; *C.Br.*, campus parolfactorius di Broca; *fi*, fimbria; *g.ar.*, giri di Andrea Retzius; *G.B.*, banda del Giacomini; *g.d.*, gyrus dentatus; *g.f.*, gyrus fasciolaris; *g.h.*, gyrus hippocampi; *g.l.*, gyrus longus; *g.rl.*, gyrus retrolimbicus; *R.C.c.*, rostrum corporis callosi; *s.c.c.*, sulcus corporis callosi; *s.h.*, sulcus hippocampi; *Spl.C.c.*, splenium corporis callosi; *s.po.*, sulcus parietooccipitalis; *Tr.*, truncus calcarinae; *U*, uncus

Di queste cellule, che sono assai cromofile, se ne possono contare fino a 24 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Il V strato ha uno spessore di circa 0,33 mm.

Il VI strato ha uno spessore di circa 0,70 mm e si suddivide in un grosso sottostrato VIa costituito da numerose – più di 25 per $(0,1 \text{ mm})^3$ – cellule fusate poligonali, grandi in media $25/15 \mu\text{m}$, che danno a questa zona un aspetto stipato. La zona più vicina al V strato a volte presenta un numero di cellule minore di quello contenuto nella porzione più vicina al sottostrato VIb (vedi Fig. 10.6) che, assai sottile, ha solo poche e rare cellule assai piccole. I limiti verso la sottostante sostanza midollare (bianca) sono assai netti.

L'area uncinata – HA – comprende tutto il tratto anteriore, polare, dell'uncus, come si vede chiaramente osservando un taglio frontale della regione come quello riportato nella Figura 10.5 (a 10 ingrandimenti) e nei disegni schematici della Figura 10.9a-c. Essa si estende caudalmente sul suo crus esterno fin quasi alla benderella del Giacomini. Nel crus interno, che si continua nel gyrus hippocampi, a livello del suo inginocchiamento passa gradatamente nell'area HB (vedi Fig. 1.1b).

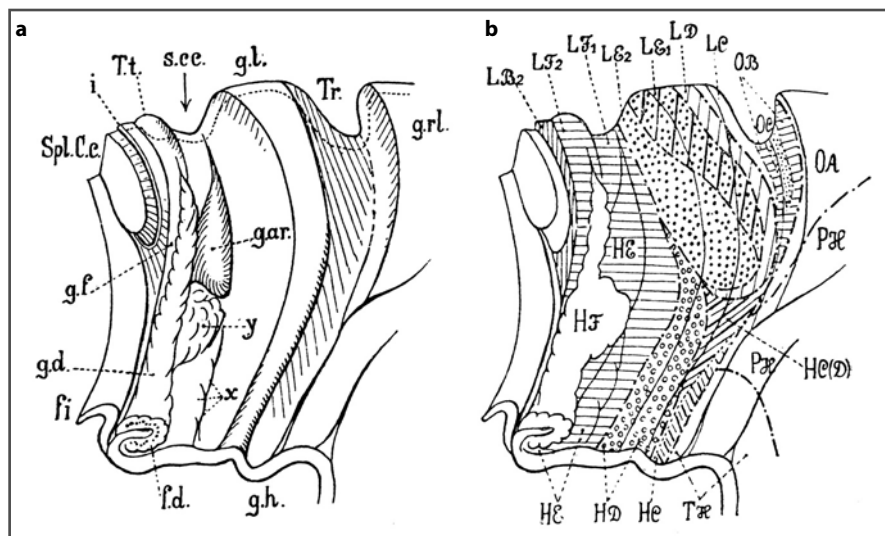


Fig. 10.8 Il retrosplenio compreso fra I e II (vedi Fig. 10.7) schematizzato con i solchi allargati (a) e con segnate le aree del gyrus limbicus (LA-LF) e del gyrus hippocampi (HG-HF) (b). *f.d.*, fascia dentata; *fi*, fimbria; *g.ar.*, gyrus di Andrea Retzius; *g.d.*, gyrus dentatus; *g.f.*, gyrus fasciolaris; *g.h.*, gyrus hippocampi; *g.l.*, gyrus limbicus; *g.r.l.*, gyrus retrolimbicus; *i*, induseum; *s.c.c.*, sulcus corporis callosi; *Spl.C.c.*, splenium corporis callosi; *T.t.*, taenia tecta; *Tr.*, Truncus calcarinae; *y*, piccoli giri costituiti da ripiegature della fascia dentata; *x*, piccole circonvoluzioni secondarie del subiculum

La stria bianca (vedi Figg. 10.5, IV e 10.6, $V_{(IV)}$) che si trova al disopra del V strato, è a volte duplicata in modo che il V strato si trova in questo caso come compreso fra queste due strie. Questa duplicazione, più frequente in corrispondenza del crus interno dell'uncus, sarà indicata con la sigla HA_2 . Nel passaggio al gyrus hippocampi a volte scompare la superiore di queste due strie, e la stria bianca acellulare viene allora a giacere al disotto del V strato. Quest'altra variante sarà indicata con la sigla HA_3 .

Verso il sulcus rhinalis i glomeruli del II strato perdono la loro bella forma rotondeggiante e diventano più scarsi.

La lamina *midullaris* sopra descritta può essere riconosciuta più o meno bene in tutte le aree pluristratificate dall'allocorteccia del gyrus hippocampi HA, HB, HC, HD e manca qui solo nelle zone monostratificate HE ed HF. D'altra parte questa lamina si arresta ai limiti con l'isocorteccia; nella serie delle nostre fotografie può essere seguita dalla Figura 10.5 fino alla Figura 10.1.

È abbastanza interessante il fatto che anche il gyrus ambiens (*piega circondante* dello Sterzi) sia ricoperto dalla corteccia entorinale (HA) mentre, come già accennato sopra, il gyrus semilunaris (*piega semilunare*) – compreso centralmente a esso e che è un prolungamento del gyrus olfattorio laterale – è invece ricoperto da corteccia di tipo TI.

10.3

HB – Area parauncinata (regionis entorhinalis)

Nel punto di passaggio dall'uncus al gyrus hippocampi l'area HA si trasforma nell'area HB – area parauncinata (vedi Fig. 1.1b) – che cominciando dall'inginocchiamento dell'uncus ricopre a mo' di barca la convessità del tratto anteriore del gyrus hippocampi, in prossimità della *fissura rhinalis* (vedi Figg. 10.3 e 10.4), e termina caudalmente insieme a questa.

Quest'area HB si distingue solo per alcune particolarità dall'area HA. La corteccia è complessivamente un poco più sottile rispetto ad HA, raggiungendo uno spessore di soli 2,5 mm.

Il I strato presenta uno spessore notevolissimo (simile a quello osservato nell'HA) e contiene anch'esso numerose e lucenti fibre bianche.

Il II strato è anche in quest'area costituito da cellule stellate voluminose, poligonali, scure, con grosso nucleo e nucleolo. Le cellule però non sono ammassate in glomeruli ma disposte in fila unica, per quanto un pò disordinate e con lacune, e rappresentano la zona più macrocellulare dell'intera area.

Al disotto di questa fila di grosse cellule si osserva una stria biancastra, povera di cellule (vedi Figg. 10.3 e 10.4), ancora più evidente di quella di HA.

Il III strato ha circa 0,75 mm di spessore ed è costituito da cellule piramidali grandi, di 25/17 μm , con circa 20 cellule per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule si presentano meglio ordinate di quelle del territorio dell'HA, per quanto anche fra queste si possa osservare un alternarsi di tratti più ricchi di cellule con altri più poveri. Il limite superiore anche in questo strato si presenta irregolarmente ondulato.

Il IV strato manca anche in questo territorio in cui non si riescono a riconoscere né granuli né una stria bianca acellulare, come in quello HA, al disopra del V strato. Al III strato segue immediatamente il V, largo circa 0,20 mm, scuro, formato da cellule piramidali ravvicinate a mo' di nastro, grandi 25-30/15 μm , e di cui se ne contano circa 20 per $(0,1 \text{ mm})^3$. A volte nell'area HB nei tratti frontodorsali (vedi Fig. 10.3) si osserva una stria priva di cellule sotto il V strato corrispondente alla lamella inferiore della lamina midollare di HA, che permette di distinguere le due suddivisioni di quest'area, HB₁ e HB₂, a seconda che questa zona acellulare sia visibile o no.

Lo strato fuscicellulare VI, largo circa 0,70 mm, in presenza della zona povera di cellule sopradescritta ha un limite netto verso il V strato; se tale zona manca, il limite è meno netto. Esso ha circa 20 cellule di 20/15 μm per $(0,1 \text{ mm})^3$. Le cellule hanno in genere forma fusata, ma fra esse si riconoscono anche rare cellule piramidali. Poiché lo strato secondario VIb è assai sottile, povero di cellule, ha limiti assai netti verso la sottostante sostanza cerebrale bianca.

L'area HB in corrispondenza del gyrus hippocampi non raggiunge il fondo della fissura rhinalis, sorpassando solo di poco il margine inferiore della circonvoluzione, mentre lungo la sua faccia inferiore confina con la corteccia di tipo temporopolare TG o – per dire meglio – con il bordo agranulare TGA. In direzione caudale essa si estende solo per pochi centimetri.

Riguardo l'estensione delle aree HA e HB si osservi anche la serie di sezioni schematiche riprodotta nella Figura 10.9.

10.4

HC – Area rhinalis limitans (regionis entorhinalis)

Quest'area si estende dietro e dentro all'area HB, lungo l'inginocchiamento dell'uncus su tutto il restante tratto della convessità del gyrus hippocampi. Rostralmente l'area si inizia con un angolo acuto in corrispondenza dell'*istmo* (vedi Figg. 1.1b e 10.1-10.4). Essa raggiunge la sua massima larghezza nel terzo anteriore del gyrus hippocampi e ha quindi una forma fusata (vedi Fig. 1.1b).

L'area HC accompagna e in un certo qual modo orla ventralmente la coniocorteccia (HD) del gyrus hippocampi, che descriveremo più avanti, estendendosi lungo tutto il suo decorso frontocaudale lungo il labbro del gyrus hippocampi fino all'*istmo*, così come l'area agranulare LD della regione retrosplenica orla la coniocorteccia LE.

La corteccia dell'HC non presenta un'architettura così uniforme come quella delle altre aree, ma mostra numerose variazioni locali e individuali che consentirebbero di suddividerla in moltissime maniere.

In generale si può però affermare che la corteccia dell'HC è più povera di cellule e più sottile di quella dell'HB, avendo uno spessore medio di soli 2 mm.

Il I strato, spesso 0,30 mm, è abbastanza profondo e somiglia nella disposizione delle sue cellule alle altre aree dell'uncus.

Il II strato è granulare ma composto da cellule a bacchetta, stellate o poligonali che sono simili, e per questo *assai più piccole* delle cellule omologhe dell'area HB. Questi elementi formano una zona assai evidente, spessa circa 0,20 mm, ricca di cellule e con limiti nettissimi verso l'alto e il basso e che somiglia in un certo qual modo a uno strato di granuli strettamente stipati. Essa si continua, gradatamente rimpicciolendo le sue cellule (vedi Fig. 10.4), verso il sulcus hippocampi con il largo strato granuloso della coniocorteccia dell'area HD. Peralto la parentela di queste cellule granulari poligonali con le cellule poligonali dello stesso strato dell'area HB è dimostrata dalla presenza sporadica di glomeruli di grosse cellule dell'HB entro questo strato a livello delle parti più frontali di quest'area. Nel sulcus rhinalis il II strato si continua con il II strato – anch'esso relativamente macrocellulare – della TG. Nei tratti caudali dell'HC le cellule di questo strato si rimpiccioliscono e tendono a somigliare ai granuli (vedi Figg. 10.1 e 10.2).

Il III strato ha uno spessore di 0,65 mm ed è costituito da cellule piramidali di 25/29 μm , in numero di circa 15 per $(0,1 \text{ mm})^3$. La frequenza di queste cellule è però assai variabile poiché si osservano alternativamente lacune prive di cellule seguite da tratti in cui esse sono invece numerose. Nel primo caso lo strato II, formato dalle cellule stellate, risalta notevolmente dal III strato povero di elementi (vedi Figg. 10.3 e 10.4). Quando si osserva questo comportamento, in genere anche il V e VI strato presentano delle lacune cellulari e sono poveri di elementi. In questo caso l'HC assume un aspetto caratteristico apparendo formata solo dal II strato e assomigliando assai alla coniocorteccia HD con cui confina.

Si indica questo tipo architettonico, che è una formazione di transizione, con la sigla HCD. Specialmente nei tratti caudali del gyrus hippocampi (vedi Fig. 10.1) e nei tratti frontali prossimi all'inginocchiamento dell'uncus questa modificazione è frequente, mentre invece in genere i tratti mediani del gyrus hippocampi, in corrispondenza della sua convessità, possiedono un III strato abbastanza ricco di cellule e gli strati V e VI di aspetto normale.

Manca invece anche qui il IV strato. L'area HC, che fa parte dell'allocorteccia, è dunque anche agranulare e confina, al suo limite, verso l'isocorteccia, con altre aree agranulari e cioè con le aree TGa e THa dell'isocorteccia del sulcus occipitotemporalis (vedi Fig. 10.2).

Quando però il sulcus occipitotemporalis (fissura rhinalis) è interrotto da un piccolo gyrus di passaggio, che va perpendicolarmente a esso a unire il gyrus fusiformis al gyrus hippocampi

(cosa abbastanza frequente), sono interrotte anche le aree agranulari *TGa* e *THa* e sulla convessità di questa plica di passaggio temporoippocampica le cellule granulari del IV strato dell'area *TF* possono avanzarsi per un breve tratto fino nei limiti dell'*HC*.

Il V strato in genere confina con il III e presenta una stria mediana, più densa, ricca di cellule piramidali di 35/25 μm , in numero di 35 per (0,1 mm)³, limitato più o meno bene verso il III strato da una stria superiore e verso il VI strato da un'altra stria inferiore povera di cellule (vedi Paragrafo 10.2 sull'area uncinata: lamina midollare). Il rischiaramento di queste due strie non è però così notevole e tutte e tre le strie del V strato non superano assieme lo spessore di 0,30 mm.

Il VI strato, infine, è assai sottile, di soli 0,50 mm, e possiede solo cellule molto più piccole di quelle dello strato precedente, grandi solo 20/10 μm e in numero di circa 30 per (0,1 mm)³, per la maggior parte triangolari o irregolarmente fusiformi e più raramente poligonali. Lo strato *VIb* è assai sottile e povero di cellule in modo che anche in quest'area il confine fra corteccia e sostanza bianca sottostante appare assai netto.

La corteccia dell'area *HC* appare ben formata e di sufficiente spessore là ove gli strati III, V e VI sono ricchi di cellule, mentre invece dove questi tre strati sono poveri di elementi sia per una loro rarefazione uniforme, sia per la presenza di lacune, e cioè al confine dorsale (nell'area *HCD*), essa si presenta assai gracile mostrando in modo evidente solo il II strato, ricco di cellule, mentre gli altri restano quasi invisibili.

Come già abbiamo accennato in precedenza, si notano anche numerose e forti variazioni individuali nella costituzione di quest'area corticale.

L'area *HC* occupa un tratto nella convessità del gyrus hippocampi e solo in corrispondenza della sua estremità anteriore passa oltre il bordo superiore sulla sua faccia latero-dorsale. Più caudalmente l'area non raggiunge neppure il bordo della convessità del gyrus hippocampi e si ferma al disotto di essa che, come già detto, viene ricoperta dal praesubiculum e dalla coniocorteccia dell'area *HD* (vedi anche la serie di sezioni riportate nelle Figg. 10.9b, g e 10.10a, f).

In corrispondenza del tratto di mezzo del gyrus hippocampi il praesubiculum e l'area *HD* oltrepassano in parte la metà della convessità respingendo ventralmente l'area *HC*. A livello dell'istmo l'area *HCD* si incunea fra i due campi coniocorticali *LE* ed *LD* in modo che la restante coniocorteccia tipo *HD* occupa la convessità dell'istmo, quella *HC* il labbro ventrale della convessità e la coniocorteccia *LE* la parete lateroventrale della circonvoluzione istmica (vedi Fig. 10.3). Poiché, come si è detto, l'area *HC* assume in questa regione il tipo *HCD* – cioè quello di una formazione di passaggio – non è facile indicare dei confini netti fra le varie aree, restando forse la suddivisione proposta alquanto arbitraria e soggettiva.

10.5

***HD* – Area praesubicularis granulosa**

Tutto il bordo dorsale della circonvoluzione del gyrus hippocampi, dall'ingincchiamento dell'uncus fino all'istmo e alla regione retrosplenica, è occupato da un'area nastro-forme, cioè dalla coniocorteccia *HD*, che si porta ora più verso la parte laterale della circonvoluzione ora più sulla sua convessità (vedi Fig. 1.1b e le serie di sezioni delle Figg. 10.9 e 10.10). Anche quest'area rappresenta due estremi, anteriore e posteriore,

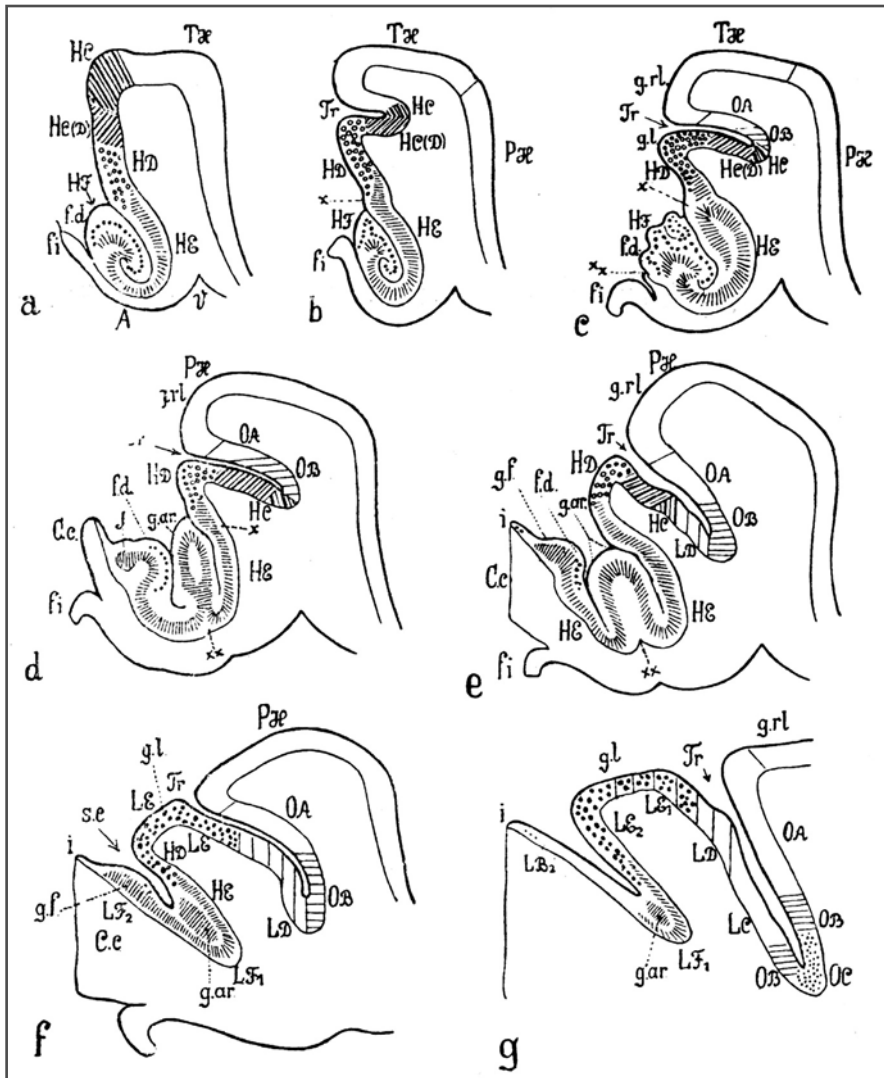


Fig. 10.10 Sette sezioni (a-g, vedi Fig. 10.7) attraverso il gyrus hippocampi, l'istmus e il retrosplenium. *A*, alveus; *C.c.*, corpus callosum; *f.d.*, fascia dentata; *fi*, fimbria; *g.ar.*, gyri Andrea Retzius; *g.f.*, gyrus fasciolaris; *g.l.*, gyrus limbicus; *g.r.l.*, gyrus retrolimbicus; *HC-HF*, aree del gyrus hippocampi; *i*, induseum; *LB-LF*, aree del lobo limbico; *OA* e *OB*, aree del lobo occipitale; *s.c.*, sulcus corporis callosi; *TH* e *PH*, aree confinanti del lobo temporale e parietale; *Tr*, truncus calcarinae; *V*, corno posteriore del ventricolo; *x*, piccoli cerchioni del gyrus Andrea Retzius; *xx*, inizio del corpus callosum

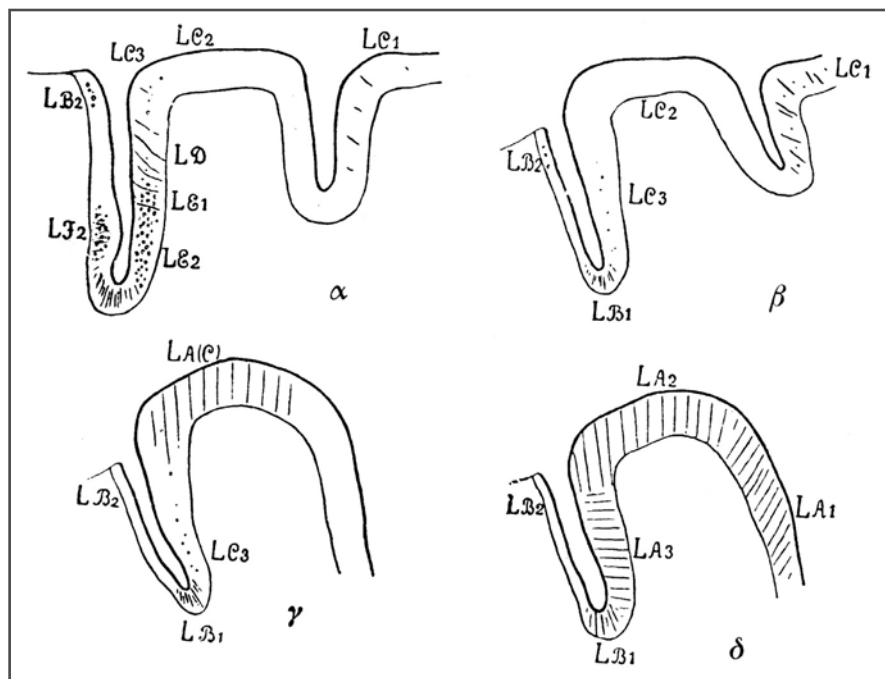


Fig. 10.11 Quattro tagli attraverso il gyrus limbicus (sezioni α - δ). LA e LB, aree della posizione anteriore del gyrus limbicus; LC e LF, aree della posizione posteriore del gyrus limbicus

appuntiti, mentre il suo punto più largo corrisponde alla metà dei gyrus hippocampi. Il suo territorio si estende dunque a tutto il tratto superiore del cosiddetto praesubiculum (vedi Figg. 10.1-10.4, in HD_{1,2,3}).

Lo strato mollecolare I presenta uno spessore notevole di più di 0,40 mm e contiene nella sua parte più superficiale numerose fibre midollari che traspariscono come fili biancastri.

Segue uno *strato di granuli* largo circa 0,50 mm, ricco di elementi stipati costituiti da voluminose cellule rotonde od ovali, che sono le cellule più importanti e tipiche di quest'area (vedi Fig. 10.2). Esse danno all'area HD i caratteri di una *coniocorteccia*. Se ne contano da 100 a 140 per (0,1 mm)³ di 8-15/8 μ m di volume. Se si segue questo spesso strato di granuli al limite dell'area HD fino al confine con l'area HC si può vedere come esso non derivi solo dal II strato ma provenga anche dal III, che esso continua. Nell'area HD, quindi, osserviamo oltre ai granuli del II anche una *granulazione* del III strato. Al disotto di questo strato di granuli (II+III) assai largo, si osserva un altro strato, largo 0,70 mm, povero di cellule e a limiti poco netti verso la sostanza bianca cerebrale, contenente elementi piramidali piccoli, fusiformi e triangolari, grandi circa 15-20/12-15 μ m e in numero di appena 40 per (0,1 mm)³. Questa zona rappresenta gli strati V e VI, che non si possono quasi più distinguere per la disposizione e la forma delle loro cellule. Fra il II+III e il V+VI strato si osserva infine una stria povera di cellule, continuazione della *lamina medullaris* dell'HC (vedi Fig. 10.2) e HB. Nei tratti più profondi della faccia laterale del sulcus hippocampi il II+III strato si assottiglia e la lamina midollare si porta più superficialmente per venire a toccare, ove finisce il piano II+III (al limite circa di HE), lo strato mollecolare.

Per l'architettura dell'area HD è assai caratteristico il prevalere degli strati dei granuli (II+III) superficiali, che per la ricchezza dei loro elementi appaiono intensamente colorati, sugli strati profondi (V e VI) più poveri di cellule e quindi meno appariscenti. L'area HD non presenta però in tutta l'estensione dorsoventrale del praesubiculum la stessa architettura. Infatti sulla convessità (vedi Fig. 10.2), in prossimità immediata all'area HC, gli strati II e III sono più larghi, ma meno ricchi di cellule che non più giù del sulcus hippocampi; inoltre vicino ai limiti dell'area i suoi elementi non sono ancora tutti trasformati in granuli ovali e questo strato presenta ancora – nei suoi punti più profondi – degli elementi triangolari (III). Gli strati V e VI vicini ai limiti del campo sono poi ancora più ricchi di cellule e un poco più larghi. Noi contrassegniamo pertanto questo territorio di passaggio con la sigla HD₁ e con il nome di *area praesubicularis granulosa limitans*.

Procedendo dorsalmente lo strato granulare II+III si assottiglia, si condensa e si presenta completamente costituito da elementi ovali e granuliformi; gli strati V e VI invece si rischiarano sempre più per un rarefarsi delle loro cellule fino al punto di quasi scomparire qua e là. Questa zona la contrassegniamo con la sigla HD₂ e con il nome di *pars media areae praesubicularis granulosa*.

Procedendo ancora oltre verso il subiculum, il II+III strato si assottiglia ulteriormente senza però che le sue cellule divengano più rare. Queste anzi, qua e là, si riuniscono in 2-3 mucchi consecutivi, rotondeggianti (glomeruli), che hanno un diametro di 0,5-0,33 mm.

Contemporaneamente negli strati V e VI, scarsissimi di elementi, procedendo verso il subiculum compaiono delle voluminosissime cellule piramidali lanceolate, delle dimensioni di 35/15 µm con prolungamenti cefalici caratteristici, lunghi, visibilissimi, diretti verso la superficie e lievemente arcuati. Queste cellule, che sono i precursori delle tipiche cellule piramidali del corno di Ammone, di cui parleremo fra poco, aumentano di numero quanto più si procede verso il subiculum. Questa porzione di corteccia posta già sulla faccia dorsale del gyrus hippocampi e al limite del subiculum sarà contrassegnata con la sigla HD₃ e con il nome di *pars glomerulosa areae praesubicularis granulosa*. Questa tripartizione dell'area presubiculare granulosa può essere fatta fino negli estremi *acuminati* anteriore e posteriore del campo HD (vedi Figg. 10.1 e 10.4).

Caudalmente, come già detto, quest'area termina all'istmo sulla cui parete interna può essere seguita a lungo verso l'indietro sotto forma di sottile lingua che si arresta solo al limite della coniocorteccia della LE (vedi Figg. 1.1b, 10.1, 10.4, 10.8b, 10.9b-g e 10.10a-f).

Nelle Figure 10.1 e 10.2 si osserva che gli strati granulosi II+III sono assai più larghi e densi che nelle Figure 10.3 e 10.4 poste più frontalmente. Si potrebbe quindi distinguere un'area posta più frontalmente HD_a (*pars anterior areae praesubicularis granulosa*) da un'area HD_p (*pars posterior*), ognuna delle quali poi continuerebbe a essere divisa nelle aree secondarie 1, 2, 3.

10.6

HE – Area pyramidalis

Al disotto del praesubiculum nella parete dorsale del gyrus hippocampi l'intera corteccia del subiculum sembra formata da un unico grosso strato di cellule posto immediatamente al disotto dello strato mollecolare assai sviluppato in questa regione (vedi Figg. 10.1-10.3).

Quest'area prende il nome dal tipo delle cellule che costituiscono da sole quest'unico strato ed è detta *area pyramidalis*. Essa presenta poche variazioni e si estende al tratto inferiore del praesubiculum e a tutto il subiculum con la sigla di HE₁ e al corno di Ammone con quella di HE₂, e infine anche al bordo involuto del gyrus dentatus su cui passa la *fascia dentata (f.dt.)*. In tutto questo ampio territorio l'area piramidale è costituita solo dallo strato mollecolare e da quello piramidale.

Lo strato mollecolare assai alto raggiunge uno spessore massimo di 0,60-0,80 mm. Esso presenta nei suoi strati superficiali un ricco reticolo di fibre midollari, che si osservano però assai numerose anche nelle sue zone di mezzo e che sono rese riconoscibili nei preparati anche dai molti nuclei delle cellule gliali che le accompagnano.

Al disotto di questo larghissimo I strato si osserva una zona di grosse cellule piramidali ordinate in più file sovrapposte, grosse circa 35-80/20 µm, orientate quasi perfettamente, perpendicolari alla superficie e in numero di 12-20 cellule per (0,1 mm)³. Lo spessore di questo strato di cellule piramidali varia assai da un punto all'altro; raggiunge nel punto di passaggio fra subiculum e praesubiculum circa 1,5 mm e più, per ridursi nel subiculum stesso a 1-0,80 mm; nel corno di Ammone (HE₂) le cellule di questo strato, che appare più intensamente colorato, si addensano e lo strato si assottiglia fino a soli 0,40 mm. Il limite superficiale, cioè fra strato piramidale e mollecolare, è piuttosto sfumato e segue una linea grossolanamente ondulata (vedi Figg. 10.2-10.4). Il suo limite inferiore verso la sostanza bianca è invece assai netto.

In corrispondenza immediata del limite fra sostanza grigia e bianca si osserva una fila di cellule stellate o fusate disposte piuttosto orizzontalmente, piccole e appiattite, che formano un orlo sottile e che non sono riconoscibili nelle Figure 10.1-10.4 per il loro insufficiente ingrandimento.

Lo strato piramidale, con lo strato secondario più sopra descritto, continua gli strati V e VI delle aree HD e HC e anche quelli delle aree TH e TG; però non è possibile identificarlo con gli strati profondi dell'isocorteccia per le differenze architettoniche che lo distinguono e anche, come già rilevato nel secondo capitolo descrivendo l'allocorteccia, perché ha una disposizione *fondamentale* differente dall'isocorteccia. Lo strato piramidale del subiculum, d'altra parte, non sta neppure in rapporti ininterrotti con il V e VI strato dell'isocorteccia, poiché già nel presubiculum, cioè nell'area HD, gli strati profondi, che per ragioni didattiche abbiamo chiamato V e VI, sono assai differenti dagli stessi strati dell'isocorteccia e sono quasi del tutto assenti nelle aree HD₂ e HD₃, venendo così a mancare ogni rapporto di continuità fra di loro (Economo e Koskinas, 1925).

Il tratto dell'area piramidale, che comprende il subiculum, viene indicato con la sigla HE₁ e con il nome di *area pyramidalis subiculi*.

Il suo tratto più dorsale, che confina con l'area HD₃ area praesubicularis granulosa, mostra al *confine* fra gli strati molecolari e piramidali una tendenza delle cellule pirami-

dali a raggrupparsi in glomeruli in mezzo ai quali a volte si incontrano ancora qua e là dei glomeruli di piccoli granuli dell'area HD_3 . Il confine fra lo strato molecolare e piramidale mostra infine delle profonde intaccature che penetrano nello spessore di quest'ultimo. Questo strato superiore dell' HE_1 , che forma in un certo qual modo il tratto inferiore del praesubiculum, può essere detto *area pyramidalis subiculi*, HE_1 .

Nel vero subiculum questa tendenza va scomparendo, quantunque il limite tra strato molecolare e piramidale appaia ondulato e presenti qua e là qualche profonda intaccatura (vedi Fig. 10.3). In questa regione lo strato si riduce di molto, fino a 0,80 mm: quest'area può essere distinta con la sigla HE_1 e con il nome di *area subiculi pyramidalis simplex*.

A questa fa seguito il *cornu d'Ammon* che si porta con decorso arcuato verso il gyrus dentatus. Il corno d'Ammon presenta una citoarchitettura simile all'area HE_1 , mostrando un grosso strato molecolare e uno più sottile piramidale, al disotto del quale si incontra solo la sostanza bianca del cosiddetto *alveus* (A) che penetra nel ventricolo. Indichiamo questa zona con la sigla HE_2 e con il nome di *area pyramidalis ammonica*.

Nel corno d'Ammon il I strato è larghissimo (vedi Fig. 10.2) e presenta una *stria midollare superficiale* e una *media* (vedi Fig. 10.3), che però si possono riconoscere direttamente nei nostri preparati solo dalle cellule gliali che le accompagnano. Al disotto di esso e immediatamente al disopra dello strato piramidale si trova il cosiddetto *stratum radiatum* denso, omogeneo, lucente e con qualche striatura radiata, che nelle Figure 10.2 e 10.3 appare come una stria chiara e bianca esternamente allo strato piramidale.

Al disotto dello strato piramidale (*stratum cellulare*) si trova un altro strato sottile, denso e omogeneo (*stratum oriens*), e sotto a questo le folte fibre midollari dell'*alveo* (vedi Fig. 10.2, in A). Queste formazioni (*stratum radiatum*, *stratum cellulare* e *stratum oriens*) si continuano per lungo tratto entro la già descritta regione subiculare, per quanto non in modo molto chiaro.

Lo strato piramidale della *pars ammonica* HE_2 è ancora più ricco di cellule di quello della *pars subicularis* HE_1 , contenendone circa 35 per $(0,1 \text{ mm})^3$. Esse hanno un volume di circa $40/20 \mu\text{m}$, tanto che in certi tagli un po' grossi non si riescono quasi più a distinguere gli interstizi intercellulari. Le cellule sono tutte disposte perfettamente radialmente verso la superficie in modo che là ove il *cornu d'Ammon* si ruota verso il gyrus dentatus, esse giacciono come le razze di una ruota, venendo a convergere le punte delle cellule piramidali verso il centro di rotazione ideale del gyrus dentatus. Il nucleo cellulare è assai voluminoso e bolloso e presenta un nucleolo intensamente colorato.

10.7 HF – Area dentata

L'area piramidale, cioè l'orlo terminale della corteccia, si avvolge su se stessa a spirale verso il subiculum e forma così un rigonfiamento bottonuto dovuto al bordo corticale rivotolato su se stesso, che dopo essersi raccolto a uncino si rovescia ancora dall'interno verso l'esterno (vedi Fig. 10.2, in HF, e gli schemi delle Figg. 10.9g e 10.10a).

L'estremo bottonuto così formato è incappucciato anche da una plica della *fascia dentata* (*f.dt*), che quindi assume in sezione l'aspetto di un ferro di cavallo comprendente nella sua concavità il sopraddescritto rigonfiamento bottonuto del bordo corticale (vedi Figg. 10.1 e 10.2). La fascia dentata presenta due strati molecolari che comprendono fra di loro uno strato di grossi granuli stipati, del volume di $10/10 \mu\text{m}$ e in numero di circa 200-300 per $(0,1 \text{ mm})^3$; esso raggiunge circa 0,1 mm di spessore. Dei due strati molecolari quello esterno, assai largo e aderente al subiculum, si fonde con lo strato mollecolare del subiculum ed è largo 0,50 mm. Lo strato interno, che aderisce intimamente allo strato mollecolare dell'arca piramidale, è a esso indissolubilmente unito, raggiunge appena 0,20 mm di larghezza ed è talmente inframmezzato da cellule piramidali che a stento può essere riconosciuta la sua natura (mollecolare).

Questo bordo corticale ricoperto dalla fascia dentata, cioè la corteccia del gyrus dentatus, di cui l'interno è formato dallo strato piramidale e l'esterno dalla fascia dentata ora descritta, viene indicato con il nome di *area dentata* e con la sigla *HF*. Con quest'area confina lateralmente il corpo midollare della fimbria (*fi*), la cui superficie è ricoperta da una sottile lamella di sostanza grigia, priva di cellule che si continua con la *lamina affixa* (*l.af.*) che chiude il ventricolo (vedi Fig. 10.2, *V*).

La fascia dentata possiede granuli grossolani e manca anche di tutti gli altri attributi che potrebbero oggi permettere di considerarla quale zona corticale sensoriale.

L'area piramidale *HE* con le variazioni architettoniche qui descritte si estende alla regione inferiore del praesubiculum, al subiculum, al corno d'Ammone e forma anche il nucleo del gyrus dentatus – tutto ciò nell'intera estensione frontocaudale del gyrus hippocampi fino al suo punto di ripiegamento dell'uncus (vedi Fig. 1.1b).

Tutto il tratto anteriore frontale dell'uncus è ricoperto dalle aree della regione entorinale *HA*, *HB* e *HC*, mentre l'area *HD* termina a punta in corrispondenza del cavo dell'uncus. Il tratto dell'uncus ripiegato a uncino verso l'interno degli emisferi viene ricoperto dall'area piramidalis subiculi (*HE₁*) cominciando dal tratto convesso del suo ripiegamento (vedi Fig. 1.1b). Anche nella corteccia del crus posterius dell'uncus vediamo dunque uno strato mollecolare assai largo che può raggiungere 1,5 mm di spessore e sotto a questo uno strato piramidale dello stesso spessore, in cui le voluminose cellule piramidali sono disposte con gli assi maggiori perpendicolarmente alla superficie della corteccia. Poiché qui però tali cellule non sono disposte in un piano concavo come nel corno di Ammone, ma in un piano rivolto in fuori, non sono più distribuite radialmente, ma a ventaglio. Essendo la superficie dell'uncus conformata in molti piccoli rigonfiamenti (*gyri digitati*) ne risulta un aspetto delle sezioni simile a quello riprodotto nelle Figure 10.3 e 10.4 (in *HE₃*). Questa varietà della corteccia *HE* viene indicata con la sigla *HE₃* e con il nome di *area pyramidalis unci*.

I rapporti assai complicati fra i confini delle varie aree e le formazioni sovrapposte al polo dell'uncus sono illustrati negli schemi di tagli in serie illustrati nella Figura 10.9 (in *g* e *a*). In genere si ritiene che la fascia dentata si continui con la benderella del Giacomini passando sull'uncus. Le nostre ricerche citoarchitettoniche hanno però dimostrato che questa considerazione è errata (vedi *Economo*, 1926). Al momento in cui il gyrus dentatus e il corno d'Ammone toccano, in corrispondenza dell'estremo anteriore del gyrus hippocampi, il punto d'ingincchiamento dell'uncus, tutto il gyrus dentatus e la fascia dentata si rovesciano a mo' di cappuccio in direzione frontale al disopra del tratto fimbrico dell'uncus già

rivestito dall'area piramidale. La fascia dentata rappresenta il bordo di questo cappuccio e passa – con il nome di benderella del Giacomini – sull'uncus, trasversalmente dall'interno all'esterno. La benderella ha un'architettura caratteristica essendo formata da due strati mollecolari e granulari e da uno strato piramidale interposto (vedi Fig. 10.3). Nello schema di una sezione di questa regione (vedi Fig. 10.9d) si dovrebbe quindi vedere l'area piramidale dell'uncus (HE_3) e su questa passare a mo' di arco lo strato mollecolare e granulare della fascia dentata, cioè della benderella del Giacomini (*B.G.*) con il suo strato piramidale compreso fra i suoi due foglietti granulari (vedi Fig. 10.3, in *HF*, e 10.9d, in *B.G.*).

Nelle sezioni più caudali si osserva ancora l'area HE_3 dell'uncus, e sopra a essa ancora uno strato di corteccia appartenente all'area HE_2 ammonica, che incappuccia l'estremo posteriore dell'uncus (vedi Fig. 10.9e, f). Per indicare queste formazioni dovute a un successivo incappucciamento (soprapposizione di corteccia) usiamo le sigle HE_4 e HE_5 (vedi Figg. 1.1b e 10.9e, f).

Quanto abbiamo detto sopra si riferisce all'estremo anteriore dell'area piramidale. Nel suo estremo caudale si osserva che, procedendo verso l'istmo, il praesubiculum, il subiculum, la pars ammonica e il gyrus dentatus si assottigliano sempre più per estendersi sull'istmo stesso su una zona di appena 1,5 mm posta nel fondo del cingolo (vedi Figg. 9.3 e 10.1, in *HF*, *HE*, *HD*, e gli schemi della Fig. 10.10a-g). L'area *HD* si esaurisce qui quasi immediatamente, mentre l'area piramidale, come già detto nel Capitolo 9 (vedi Figg. 10.8b e 10.10a-g), si continua caudalmente con l'area *LF*, cioè con la piega macrocellulare che fa il gyrus limbicus sul dorso del corpus callosum. L'area *HF* si continua, sul gyrus fascicolare, nell'area obteata LF_2 . Nei disegni schematici c, d, e, f della Figura 10.10 si può osservare chiaramente come le formazioni del gyrus e della fascia dentata gradatamente passano nel gyrus fasciolaris (*g.f.*). Nelle succitate figure e nella Figura 10.8 si riconoscono facilmente dal vario tratteggio le aree che occupano e le differenti piccole formazioni di questa regione che in parte formano, e cioè i gyri Retzii, le digitazioni della faccia del subiculum e del gyrus dentatus ecc.

Funzione La funzione fisiologica del gyrus hippocampi viene ritenuta essere in rapporto con il gusto e quindi potrebbe sembrare logico considerare la coniocorteccia di *HD* come una sfera primaria sensoriale; il subiculum, il corno d'Ammon e il gyrus dentatus che danno origine alla fimbria avrebbero allora funzione di centri efferenti, in rapporto con il senso del gusto, e cioè di centri secretori o eventualmente motori. Mancano però fino a oggi prove certe che dimostrino che l'area *HD* sia veramente un centro primario gustativo. Circa la fascia dentata si veda quanto già detto.

Il polo dell'uncus con la sua regione entorinale e le aree *HA* e *HB* ha rapporti immediati con il ramo esterno della radice dell'olfattorio, le cui fibre midollari penetrano nel suo strato mollecolare, e quindi possiamo ritenere con grande probabilità che esso non abbia funzione gustatoria, ma invece olfattoria. Però è curioso notare a questo proposito che, secondo Cajal, le aree entorinali sono altrettanto e forse meglio sviluppate negli animali microsomatici (uomo e scimmia) che in quelli macrosomatici (Economo e Koskinas, 1925, pag. 788).

Abbiamo terminato la descrizione a grandi linee delle più importanti aree della corteccia del cervello e fornito un quadro d'insieme della sua citoarchitettura, sufficienti per un buon orientamento nelle varie regioni cerebrali.

Data la brevità della trattazione non è stato possibile approfondire tutte le particolarità e i dettagli di questa scienza. Tuttavia chi voglia approfondire qualche aspetto particolare potrà consultare con vantaggio la nostra opera maggiore sull'argomento (Economio e Koskinas, 1925), già più volte citata, l'atlante che l'accompagna, o iniziare delle ricerche personali, per cui potranno servire di guida i capitoli del presente volume.

Ci auguriamo comunque che, se non altro, questo breve volume sia valso a dimostrare l'importanza dello studio della citoarchitettura della corteccia cerebrale.

L'opinione del Meynert che la corteccia sia come composta da molti organi, la cui differente struttura implichi una funzione diversa, è stata dimostrata esatta dalla nostra scoperta della corteccia *sensoriale* e di quella *effere* (motoria), differenziabili per il loro disegno costitutivo. Fra non molto sarà certamente possibile riconoscere che altri tipi architettonici di corteccia hanno funzioni differenti, per esempio commemorativa, associativa ecc. L'assenza e l'ipertrofia di alcuni di questi organi in alcune classi di animali hanno grande importanza per la fisiologia e la psicologia comparata. L'anatomia macroscopica potrà trarre vantaggio dalla citoarchitettura per una più esatta delimitazione dei lobi e delle regioni cerebrali, similmente a quanto si è fatto in questo volume in cui sono stati definiti limiti differenti da quelli classici ai lobi parietale, occipitale, temporale e in parte anche al rinencefalo.

La massima importanza certo spetta allo studio delle differenze individuali, normali o patologiche, dell'uomo e in questo campo ci si deve confrontare con un numero infinito di problemi: le differenze fra punti simmetrici del cervello, quelle relative all'età e alla razza, quelle che vediamo nei cervelli dei geni e degli uomini di talento e nei cervelli che presentano dei deficit (nati ciechi, sordomuti, oligofrenici), quelle dei cervelli patologici (psicosi ecc.), i rapporti dell'estensione delle aree con i tipi delle circonvoluzioni, sono tutti problemi che devono ancora essere indagati.

Gli studiosi dovrebbero cessare di sperperare le proprie forze nella ricerca di minuzie e nella vana ricerca di nuovi nomi, divisioni e suddivisioni di cose già vecchie. La nuova scienza della citoarchitettura apre oggi ai volenterosi nuove vie per giungere a una comprensione più alta del *più nobile dei nostri organi: il cervello.*

Bibliografia

La bibliografia dell'opera principale degli Autori comprende 120 titoli consultati e a essa rimandiamo lo studioso. In questa sede riportiamo solo le opere fondamentali sull'argomento e alcuni lavori su aspetti di particolare interesse.

- Baillarger JGF (1840) Recherches sur la structure de la couche des circonvolutions du cerveau. Mém Acad Roy Méd 8:149-183
- Baillarger JGF (1853) De l'étendue de la surface du cerveau et de ses rapports avec le développement de l'intelligence. Ann Méd Psychol 15:1-9
- Barany R (1925) Ist die Zweiteilung der inneren Körnerschicht (Brodmann) der anatomische Ausdruck der gesonderten Repräsentation der monokularen Gesichtsfelder in der Hirnrinde? J Psychol Neurol 31:289-294
- Beck E (1925) Zur Exaktheit der myeloarchitektonischen Felderung des Cortex cerebri. J Psychol Neurol 31:281-288
- Betz W (1874) Anatomischer Nachweis zweier Gehirncentra. Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 12:578-580, pp 595-599
- Bianchi (1910) La sindrome parietale. Annali di Neurologia 28:137-178
- Bogaert van L (1925) Les lésions cérébrales dans la sclérose latérale amyotrophique. Arch Int Méd Exp (Liège) 1:677-733
- Brodmann K (1905) Beiträge zur histologischen Lokalisation der Grosshirnrinde. Dritte Mitteilung: Die Rindenfelder der niederen Affen. J Psychol Neurol 4:177-226
- Brodmann K (1909) Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig
- Brodmann K (1912) Neue Ergebnisse über die vergleichende histologische Localisation der Grosshirnrinde mit besonderer Berücksichtigung des Stirnhirns. Anatomischer Anzeiger Supplement 41:157-216
- Brodmann K (1914) Physiologie des Gehirns. In: von Bruns P (ed) Neue Deutsche Chirurgie, Bd. 11, Enke, Stuttgart, pp 85-426
- Campbell AW (1905) Histological studies on the localisation of cerebral function. University Press
- Danilewsky B (1880) Die quantitativen Bestimmungen der grauen und weissen Substanzen im Gehirn. Cbl Med Wiss 18:241-245

- Dotto G, Pusateri E (1897) Sulle alterazioni degli elementi della corteccia cerebrale secondarie a focolai emorragici intracerebrali e sulla connessione della corteccia dell'insula di Reil colla capsula esterna nell'uomo. *Riv Patol Nerv Ment* 2:8-14
- Economo C (1925a) Die fünf Bautypen der Grosshirnrinde. *Schweiz Arch Neurol Psychiatr* 16:260-269
- Economo C (1925b) Über den feineren Bau des Uncus. *Anat Anz* 60:406-414
- Economo C (1926) Die Bedeutung der Hirnwindungen. *Allg Z Psychiatr Psych-Gerichtl Med (Berl)* 84:123-132
- Economo C (1926a) Über den Zusammenhang der Gebilde des Retrosplenium. *Z Zellforsch Mikrosk Anat* 3:449-460
- Economo C (1926b) Ein Koeffizient für die Organisationshöhe der Grosshirnrinde (Zellanzahl derselben und einige andere Cortex-Masse). *Klin Wochenschr* 5:593-595
- Economo C (1927) Diskussionsbemerkungen zum Ref' O' Vogts auf der Jahresversammlung des Deutschen Verein für Psychiatrie in Düsseldorf. *Zbl Gesamte Neurol Psychiatr* 45:512-514
- Economo C, Koskinas GN (1925) Die Cytoarchitektonik der Hirnrinde des erwachsenen Menschen. Springer, Vienna e Berlino
- Elliot Smith G (1907) A new topographical survey of the human cerebral cortex, being an account of the distribution of the anatomically distinct cortical areas and their relationship to the cerebral sulci. *J Anat Physiol* 41:237-254
- Flechsig PE (1920) Anatomie des menschlichen Gehirns und Rückenmarks, auf myelogenetischer Grundlage. Leipzig, Georg Thieme Verlag
- Franceschi (1902) Un caso di sclerosi laterale amiotrofica ad inizio bulbare. *Riv Patol Nerv Ment* 7:433-454
- Fritsch G, Hitzig E (1870) Über die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. *Arch Anat Physiol Wiss Med* 37:300-332
- Fünfgeld E (1925) Zur pathologischen Anatomie der Korsakoffschen Psychose, ein Versuch der Lokalisation des Prozesses. *Arch Psychiatr Nervenkrankh* 74:572-601
- Gennari F (1782) De peculiari structura cerebri nonulisque eius morbis. Regio Tipographeo, Parma
- Goldstein M (1913) Contributiuni la studiul citoarchitectoniei cerebrale (Teza de Docenta). Tipografia Cultura Strada Campineana, Bucuresti
- Hammarberg C (1895) Studien über Klinik und Pathologie der Idiotie nebst Untersuchungen über die normale Anatomie der Hirnrinde. Druck der Akademischen Buchdruckerei E Berling, Upsala
- Henneberg R (1910/1911) Messung der Oberflächenausdehnung der Grosshirnrinde. *J Psychol Neurol* 17:144-158
- Hervé G (1888) La circonvolution de Broca: étude de morphologie cérébrale. Delahaye A et Lecrosnier E, Paris
- Jakob A (1927) Normale und pathologische Anatomie und Histologie des Grosshirns. Erster Band: Normale Anatomie und Histologie und allgemeine Histopathologie des Grosshirns. In: Aschaffenburg G (ed) *Handbuch der Psychiatrie, Allgemeiner Teil*: 1. Abt, I. Teil. F Deuticke, Leipzig-Wien, pp 1-457
- Kaes T (1907) Die Grosshirnrinde des Menschen in ihren Maßen und in ihrem Fasergehalt. Ein Gehirnanatomischer Atlas. Jena, Gustav Fischer Verlag

- Kleist K (1926) Die einzelläufigen Gesichtsfelder und ihre Vertretung in den beiden Lagen der verdoppelten inneren Körnerschicht der Sehrinde. *Klin Wochenschr* 5:3-10
- Lenz G (1921b) Zwei Sektionsfälle doppelseitiger zentraler Farbenhemianopsie. *Z Gesamte Neurol Psychiatrie* 71:135-186
- Levi G (1903) Morfologia e minuta struttura dell'ippocampo dorsale. *Arch Ital Anat Embriol* 3:438-484
- Lewis B (1879) On the comparative structure of the cortex cerebri. *Proc R Soc London* 29:234-237
- Marinesco G (1909) Notes sur la cytoarchitecture des circonvolutions rolandiques. *CE CR Séanc Soc Biol (Paris)* 66:55-56
- Marinesco G (1910) Recherches sur la cytoarchitecture de l'écorce cérébrale. *Revue Générale de Science Pur Appliq* 21:816-834, 852-860
- Marinesco G (1910) Architectonie et structure des cellules de l'écorce cérébrale. In: Marie A (ed): *Traité international de psychologie pathologique. Tome premier: Psychopathologie générale*. F Arcan, Paris, pp 547-627
- Marinesco G, Goldstein M (1910) Sur l'architectonie de l'écorce temporale et son rapport avec l'audition. *Encéphale J Neurol Pschiatr Méd Psychosom (Paris)* 5:513-539
- Marinesco G (1911) Quelques recherches de paliométrie. *Revue de Neurologie* 19:281-294
- Marinesco G (1911) Sur l'architectonie de l'écorce de l'hippocampe et son rapport avec l'olfaction. *Encéphale J Neurol Pschiatr Méd Psychosom (Paris)* 6:1-26
- Nikitin MP (1909) Asupra structurei istologie a lui Gyrus cinguli la em. *Obozr Pschiatr Nevrol Exp Psicol (St-Peterb)* 14:96-106
- Nissl F (1898) Nervenzellen und graue Substanz. *Münch Med Wochenschr* 45:988-992
- Pfeifer RA (1920) Myelogenetisch-anatomische Untersuchungen über das kortikale Ende der Hörleitung. Leipzig, BG Teubner Verlag
- Ramón y Cajal S (1900-1906) *Studien über die Hirnrinde des Menschen* (translated by J Bresler J). Barth, Leipzig
- Ramón y Cajal S (1921) Textura de la corteza visual del gato. *Arch Neurobiol (Madrid)* 2:338-362
- Ramón y Cajal S (1923) Studien über den feineren Bau der regionalen Rinde bei den Nagetieren. *J Psychol Neurol* 30:1-28
- Romagna Manioia A (1912) Contributo clinico anatomico allo studio delle lesioni subinsulari di sinistra. *Riv Patol Nerv Menta* 17:129-137
- Roncoroni L (1895) Anomalies histologiques du cerveau des épileptiques et des criminels-nés. *Cbl Nervenheilkd Psychiatr* 18:540-542
- Roncoroni L (1906) Contributo allo studio delle funzioni dei lobi frontali. *Arch Psych Neuropatol Antropol Crim Med Leg* 17:92-116
- Roncoroni L (1910) Introduzione alla clinica delle malattie nervose e mentali. Unione Tipografica Editrice Torinese, Torino
- Roncoroni L (1911) Ricerche sulla architettura corticale. *Riv Patol Nerv Ment* 16:1-23
- Roncoroni L (1911) La funzione dei lobi prefrontali in rapporto ai dati architettonici. *Riv Patol Nerv Ment* 16:521-548
- Roncoroni L (1915) Sui rapporti funzionali ed anatomici reciproci degli strati della corteccia cerebrale. *Quad Pschiatr* 2:401-417

- Roncoroni L (1918) Le aree architettoniche cerebrali considerate come stazioni degli archi riflessi psichici. *Quad Psichiatr* 5:97-107
- Roncoroni L (1920) La dottrina dei centri corticali di sintesi secondo Leonardo Bianchi. *Quad Psichiatr* 7:197-212
- Roncoroni L (1922) Nuovi risultati fisiologici delle ricerche sperimentali sulla corteccia cerebrale. *Quad Psichiatri* 9:81-94
- Roncoroni L (1923) Le malattie mentali e la dottrina dei campi corticali architettonici. *Quad Psichiatri* 10:41-50
- Roncoroni L (1923) L'afasia ed i dati architettonici. *Riv Patol Ment Nerv* 28:257-288
- Roncoroni L (1924) Le basi anatomiche dell'aprassia. *Riv Sper Freniat Med Leg* 48:131-143
- Rossi I, Roussy G (1907) Contribution anatomo-pathologique à l'étude des localisations motrices corticales, à propos de 3 cas de sclérose latérale amyotrophique avec dégénération de la voie pyramidale suivis au Marchi de la moelle au cortex. *Revue Neurol* 15:785-810
- Rossi I, Roussy G (1906) Un cas de sclérose latérale amyotrophique avec dégénération de la voie pyramidale suivie au Marchi de la moelle jusqu'au cortex. *Revue Neurol* 14:393-406
- Vogt O (1925) Der Begriff der Pathoklise. *J Psychol Neurol* 31:245-255
- Volkman U (1926) Vergleichende Untersuchungen an der Rinde der 'motorischen' und der 'Sehregion' von Nagetieren. *Anat Anz* 61:234-243
- Wagner H (1864) Massbestimmungen der Oberfläche des grossen Gehirns. *Phil Diss Univ Göttingen*. Cassel, Trimmer & Dietrich

I neuroni di Economo (ndr)

- Craig AD (2009) How do you feel-now? The anterior insula and human awareness. *Nat Rev Neurosci* 10:59-70
- Economo C (1926) Eine neue Art Spezialzellen des Lobus cinguli und Lobus insulae. *Z Ges Neurol Psychiatr* 100:706-712
- Kaes T (1907) Die Grosshirnrinde des Menschen in ihren Maßen und ihrem Fasergehalt: ein gehirnanatomischer Atlas mit erläuterndem Text und schematischer Zeichnung. Jena, Gustav Fischer Verlag
- Watson KK, Jones TK, Allman JM (2006) Dendritic architecture of the von Economo neurons. *Neuroscience* 141:1107-1112

Appendice

Costantino von Economo (1876-1931)

Cenni biografici redatti dalla nipote Gabriella Economo

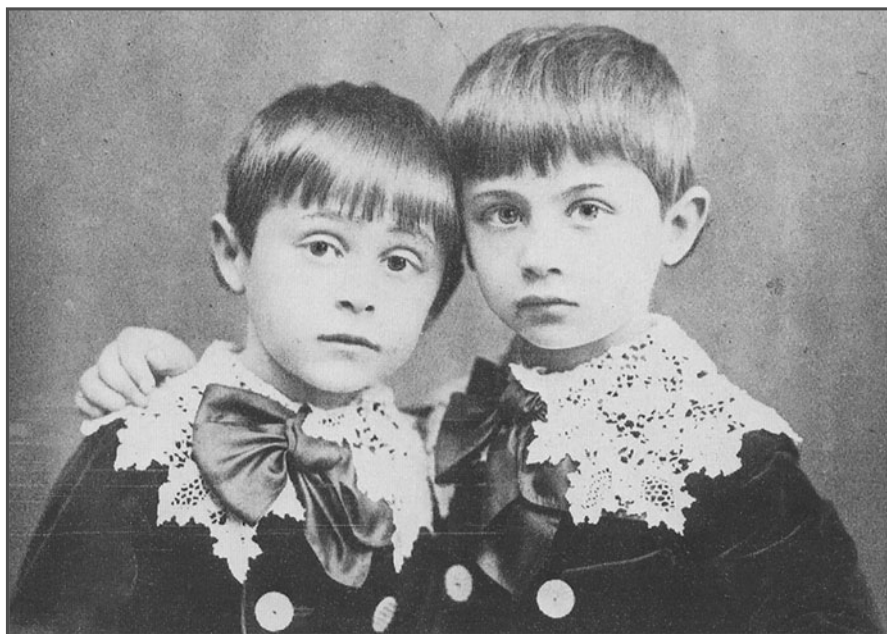
La famiglia

Di origine greca, la mia famiglia risiedeva a Edessa in Macedonia che, come il resto della Grecia, si trovava sotto il dominio ottomano. L'Impero Ottomano si estendeva fino alla Romania e alle foci del Danubio e poiché la vita nell'ottocento era diventata difficile per chi, come i miei antenati, possedeva delle campagne, mio nonno emigrò da Edessa in Romania, dove la famiglia aveva già in precedenza acquistato dei fertili terreni. Mio nonno Giovanni si stabilì nella città di Braila, porto fluviale della Valacchia nella Romania orientale, città che, grazie alle convenzioni internazionali, era diventata porto franco al pari di Fiume e Trieste, offrendo grandi facilitazioni sia al commercio che all'industria. Approfittando di questa situazione, egli costruì nel 1875 a Trieste (che faceva parte dell'Impero Austro-Ungarico) il primo mulino a vapore, su modello di quelli ungheresi, i migliori del tempo. Il mulino dava lavoro a 300 operai e venne segnalato nelle pubblicazioni austriache del settore come il più grande mulino della monarchia (*Die österreichisch-ungarische Monarchie in Wort und Bild*, Wien). Il frumento proveniente da Braila veniva macinato a Trieste e da qui esportato in tutto il mondo, anche in America, grazie alle esenzioni doganali. Il mulino, assieme ad altre aziende del settore, è all'origine del titolo nobiliare della mia famiglia: infatti, essendo mio nonno considerato un "grande industriale", nel 1903 ricevette dall'Imperatore Francesco Giuseppe il titolo di barone (in tedesco *Freiherr von*) per sé e i suoi discendenti. Le attività del nonno lo portarono nel 1877 a trasferirsi definitivamente a Trieste con la sua famiglia e i figli ancora in tenera età, e in questa città, poco dopo, fece costruire il palazzo di Piazza Libertà, dove vissero per molti anni.

L'infanzia e la gioventù

Costantino nacque a Braila, come pure mio padre Leonida di due anni maggiore. Era un bambino precoce che già a quattro anni sapeva leggere e scrivere. Quindi, venuto il momento

di andare a scuola, ormai a Trieste, fu messo nella stessa classe del fratello maggiore. Questo fatto li legò molto e li rese anche amici per tutta la vita.

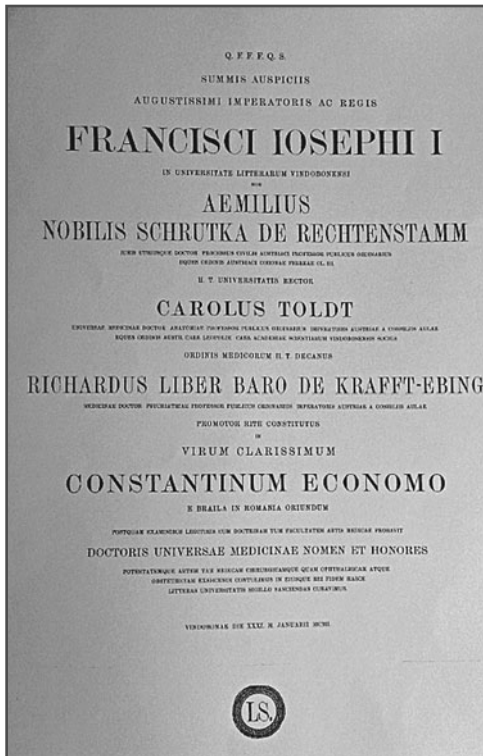


I fratelli Economo

Costantino aveva circa quindici anni quando lesse il famoso libro “Genio e follia” di Cesare Lombroso: l’opera lo entusiasmò al punto da prendere già allora la decisione che in futuro avrebbe studiato medicina. Questo fatto creò tuttavia dei contrasti in famiglia in quanto mio nonno aveva deciso di indirizzare gli studi dei suoi quattro figli verso un’area collegata agli sviluppi del mercato: il maggiore doveva occuparsi degli affari di famiglia; il secondo, mio padre, doveva studiare agricoltura; Costantino, il terzo figlio, tecnologia; e il più giovane, diplomazia.

Costantino quindi studiò tecnologia all’Università di Vienna, ma contemporaneamente, di nascosto, frequentava la facoltà di medicina. Quando il padre, dopo due anni, se ne rese conto, decise finalmente di assecondarlo nel suo desiderio.

Terminati gli studi e laureatosi a Vienna nel 1902, Costantino si trasferì per approfondire gli studi prima a Parigi e poi a Monaco e a Berlino, mantenendo però sempre i contatti con l’Università di Vienna.



La laurea

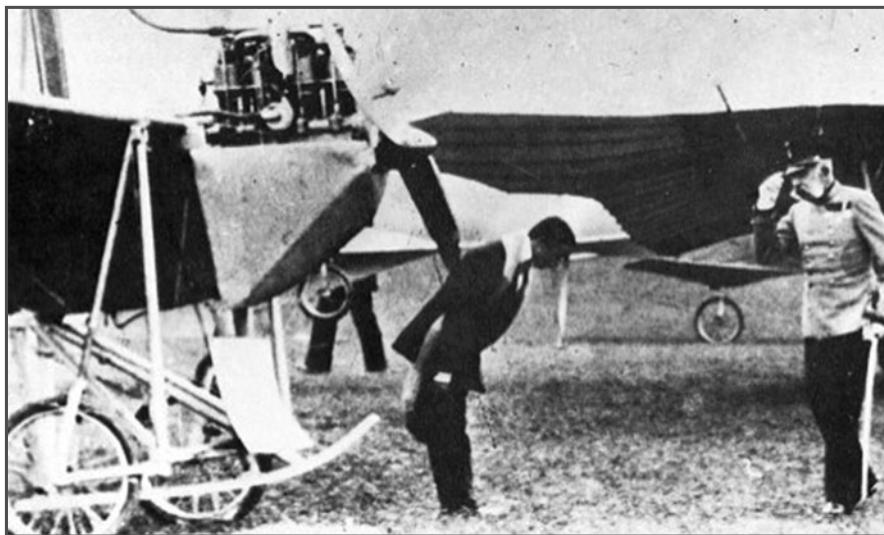
L'aviatore

A Parigi Costantino conobbe il nascente mondo dell'aeronautica e sorse così in lui una nuova grande passione, che sarebbe durata per tutta la vita. Iniziò a volare con una mongolfiera, ma s'intende, di nascosto e sotto un altro nome. Neppure mio padre lo sapeva.

A quell'epoca, via via che questo sport prendeva piede, i giornali se ne interessavano sempre più. Un giorno un gruppo di sei giovani, tra cui Costantino, partì per un'escursione. Il vento spinse le mongolfiere sempre più lontano, verso il Mare del Nord, in una zona in cui il livello delle maree presentava notevoli differenze. Mio zio, sentendo a un certo punto il rumore delle onde, si rese conto del pericolo e si affrettò ad ammarare, trovandosi nell'acqua fino alle ginocchia, ma vivo. Gli altri compagni di viaggio invece non si salvarono. Questo fatto di cronaca fu ovviamente riportato dalla stampa. Mio zio fu allora costretto a inviare un telegramma da Buxtehude (cittadina della Germania settentrionale il cui nome era scherzosamente noto per essere in "capo al mondo"), rivelando così alla famiglia lo scampato pericolo.

Fortemente attratto dal mondo dell'aeronautica, imparò a pilotare i primi aerei e nel 1910 ottenne il brevetto internazionale di pilota. Ma già in precedenza egli aveva fondato

con i suoi amici l'Aeroclub Austriaco, del quale fu presidente per lunghi anni. C'è una fotografia scattata in occasione dell'inaugurazione dell'Aeroclub, della quale in famiglia siamo molto fieri, e nella quale si vede mio zio mentre con un inchino e il cappello in mano riceve l'Imperatore Francesco Giuseppe.



Economo aviatore

La sua vita si svolgeva così, secondo le esigenze di queste sue due grandi passioni: la medicina e il volo. Pare che al mattino si alzasse prestissimo per dedicare due ore al volo prima di recarsi all'ospedale.

L'encefalite letargica

Durante la prima guerra mondiale Costantino fu inizialmente destinato al fronte dell'Issonzo come pilota, e in seguito a Vienna come medico militare nella Clinica del Prof. Wagner von Jauregg. Fu lì che nel 1917 descrisse estesamente la cosiddetta malattia del sonno che chiamò "encefalite letargica", già a lungo studiata. Scoppiata nel 1915, questa malattia fece approssimativamente cinque milioni di morti, tanto che si narrava che la guerra fosse finita perché non c'erano più soldati. Già negli anni di gioventù di mia nonna, madre di Costantino, c'era stata un'ondata di questa malattia, all'epoca chiamata "nona", e Costantino si fece raccontare da lei dettagliatamente ciò che ricordava e quali fossero i sintomi con i quali l'epidemia si era presentata. Collegando i fatti accaduti e ciò che era stato scritto al riguardo, si acui sempre di più il suo interesse per la ricerca, che negli anni successivi portò alla realizzazione dell'Atlante di Citoarchitettonica.

A proposito dell'origine di questo Atlante, c'è una bella storia da raccontare, che risale ai tempi in cui mio zio era già sposato. Con i miei genitori e la moglie, le due cop-

pie fecero un viaggio in Puglia per visitare degli amici. Un giorno in un ristorante, mio zio notò una affettatrice, la prima che avesse mai visto. Dopo averla ben osservata in tutti i suoi particolari, decise che questa macchina sarebbe stata lo strumento ideale per il suo lavoro. Così, su sua indicazione, ne fu costruita una in grado di tagliare in 40 fette un millimetro di cervello. E questo fu l'inizio dell'Atlante di Citoarchittonica del cervello umano.



Economo e moglie

I rapporti di Costantino con la città di Trieste non si interruppero mai, in particolare durante la vita dei suoi genitori. Viveva però a Vienna e dopo aver sposato la moglie principessa Carolina von Schoenburg-Hartenstein andò ad abitare con lei in un appartamento al numero 13 della Rathausstrasse. Durante la seconda guerra mondiale la loro casa fu bombardata e dei ricordi che la vedova aveva conservato rimase ben poco; ora, sulla casa ricostruita, c'è una targa in sua memoria.

Mio zio e sua moglie avevano anche una bella villa in campagna, a Gerasdorf, non lontano da Vienna, dove noi nipoti eravamo loro ospiti con i nostri genitori. C'era un bel parco con un laghetto e delle ninfee, che ricordo bene, ma di lui, personalmente, non ricordo quasi nulla poiché allora avevo solo tre anni. So che aveva una grande capacità di concentrazione che lo aiutava nelle sue numerose attività, ma il suo interesse principale rimase comunque sempre la medicina e in particolare gli studi sul cervello.

La sua curiosità scientifica era sempre allerta. Un giorno lesse sul giornale una notizia incredibile: un tale non dormiva da vari anni. C'era anche l'indirizzo, ma quando mio zio andò alla ricerca di questo signore, dovette arrendersi all'evidenza: il nome e la strada non esistevano, era una bufala!

Negli anni Costantino ricevette molte offerte di lavoro di alto prestigio, anche dall'estero – da Parigi, da Zurigo, dalla Germania –, ma le rifiutò perché voleva continuare la sua ricerca lì dove l'aveva iniziata, a Vienna, nell'ambiente medico che amava e stimava.

Presente per due volte nell'elenco dei candidati al Premio Nobel, non se ne fece nulla.

Morì nel 1931 a 55 anni, interrompendo i suoi studi che sicuramente avrebbero aperto la strada a nuove scoperte.

Gabriella Economo
Trieste, aprile 2009