

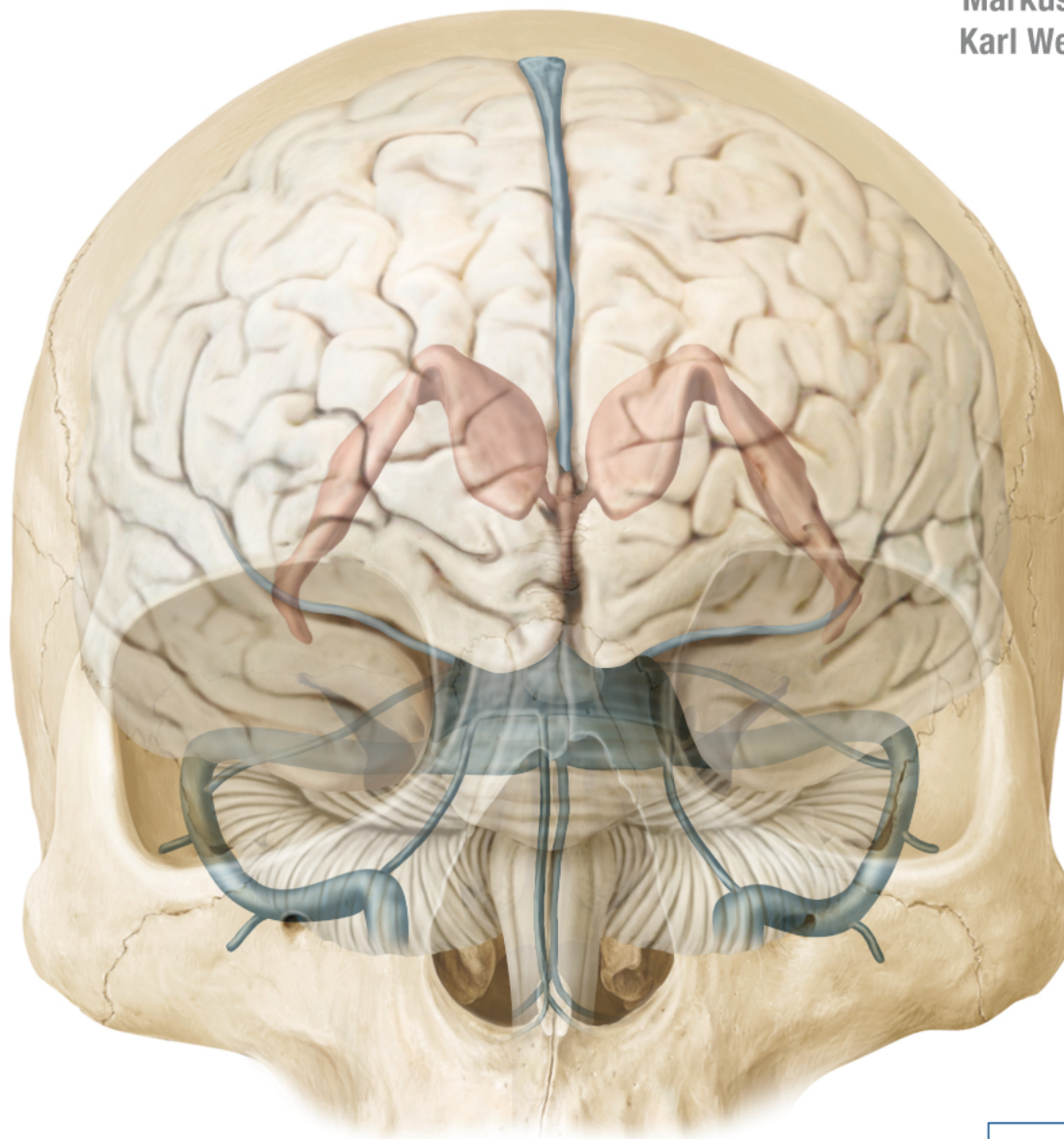
Anatomia Umana

Basi Anatomiche per le Neuroscienze

R. Barone
V. Benagiano
F. Bucchieri
C. Campanella
F. Cappello
F. Carini
G.A. Cavaletti
M.G. Cusella De Angelis
V. D'Agata
S. David
A. De Luca
V. Di Felice
G. Gobbi
A. Gonelli
V. Grill
G. Guerra
M. Gulisano
V. Macchi
A.B. Maffione
A. Marino Gammazza
P.L. Marmioli
C. Maxia
P. Micheletti
D. Milani
A. Montella
D. Murtas
C. Palumbo
M. Papa
F. Paternostro
M.T. Perra
A. Pitruzzella
A. Porzionato
F. Rappa
R. Rezzani
L.F. Rodella†
A. Vercelli

Basato sul Prometheus di
Michael Schünke
Erik Schulte
Udo Schumacher

Illustrazioni di
Markus Voll
Karl Wesker



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**
e si **adatta** alle dimensioni
del **tuo lettore!**



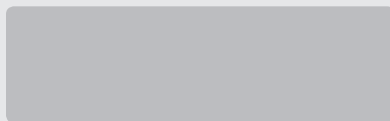
COLLEGATI AL SITO
EDISESUNIVERSITA.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edisesuniversita.it** e attivare la tua **area riservata**. Potrai accedere alla **versione digitale** del testo e a ulteriore **materiale didattico**.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie



Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.
L'**accesso al materiale didattico** sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edisesuniversita.it** e segui queste semplici istruzioni

Se sei registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

Se non sei già registrato al sito

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticali tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edisesuniversita.it** e segui la procedura già descritta per *utenti registrati*



Ulteriori materiali e strumenti didattici sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere a:

- **Ebook:** versione digitale del testo in formato epub, standard dinamico che organizza il flusso di testo in base al dispositivo sul quale viene visualizzato. Fruibile mediante l'applicazione gratuita BookShelf, consente una visualizzazione ottimale su lettori e-reader, tablet, smartphone, iphone, desktop, Android, Apple e Kindle Fire.
- **Software di simulazione:** un vastissimo database di quesiti a risposta multipla per effettuare esercitazioni sull'**intero programma** o su **argomenti specifici**.
- **Atlante di Anatomia virtuale:** un'ampia raccolta di video illustra la struttura del corpo umano a livello sistemico e morfologico.

ANATOMIA UMANA

Basi Anatomiche per le Neuroscienze

I Edizione



ANATOMIA UMANA
Basi Anatomiche per le Neuroscienze
I Edizione
Copyright © 2021, EdiSES edizioni S.r.l. – Napoli

Traduzione autorizzata e adattata dell'edizione tedesca:
Copyright © dell'edizione originale in lingua tedesca 2014
di Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Germany
Titolo originale:
Prometheus LernAtlas der Anatomie, 4/e, di Michael Schünke,
Erik Schulte, Udo Schumacher, con illustrazioni di Markus Voll
e Karl H. Wesker.
Immagine di copertina di Karl H. Wesker

*Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno
dell'ultima ristampa effettuata*

9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2025	2024	2023	2022	2021					

*A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente
volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.*

L'Editore

*L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso
di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta
comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto*

Progetto grafico e fotocomposizione
ProMedia Studio di A. Leano – Napoli

Stampato presso la
Petrucci S.r.l. – Via Venturelli 7/B – 06012 Città di Castello (PG)

per conto della
EdiSES edizioni S.r.l. – Piazza Dante Alighieri, 89 – Napoli

www.edisesuniversita.it
assistenza.edises.it

ISBN 978 88 3623 0525

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi su assistenza.edises.it

Autori

Rosario Barone
Vincenzo Benagiano
Fabio Bucchieri
Claudia Campanella
Francesco Cappello
Francesco Carini
Guido Angelo Cavaletti
Maria Gabriella Cusella De Angelis
Velia D'Agata
Sabrina David
Antonio De Luca
Valentina Di Felice
Giuliana Gobbi
Arianna Gonelli
Vittorio Grill
Germano Guerra
Massimo Gulisano
Veronica Macchi
Angela Bruna Maffione
Antonella Marino Gammazza
Paola Lorena Marmioli
Cristina Maxia
Piero Micheletti
Daniela Milani
Andrea Montella
Daniela Murtas
Carla Palumbo
Michele Papa
Ferdinando Paternostro
Maria Teresa Perra
Alessandro Pitruzzella
Andrea Porzionato
Francesca Rappa
Rita Rezzani
Luigi Fabrizio Rodella†
Alessandro Vercelli

Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Bari
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Milano-Bicocca
Università degli Studi di Pavia
Università degli Studi di Catania
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Parma
Università degli Studi di Ferrara
Università degli Studi di Trieste
Università degli Studi del Molise
Università degli Studi di Firenze
Università degli Studi di Padova
Università degli Studi di Foggia
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Milano-Bicocca
Università degli Studi di Cagliari
Università degli Studi di Pavia
Università degli Studi di Ferrara
Università degli Studi di Sassari
Università degli Studi di Cagliari
Università degli Studi di Modena
Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli"
Università degli Studi di Firenze
Università degli Studi di Cagliari
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Padova
Università degli Studi di Palermo
Università degli Studi di Brescia
Università degli Studi di Brescia
Università degli Studi di Torino

Prefazione

È con orgoglio e soddisfazione che scriviamo questa presentazione del nuovo Trattato di Anatomia Umana basato sull'opera "Prometheus", uno dei migliori Atlanti per chiarezza e precisione delle immagini e che per questo, in pochi anni di vita editoriale, è diventato un punto di riferimento della letteratura anatomica per gli studenti di Medicina e Chirurgia.

Realizzare un trattato *ex novo* non è stata un'impresa semplice, ma ha appassionato tutti coloro i quali hanno partecipato alla stesura, alle riletture e alle correzioni dei vari capitoli e delle loro bozze. Abbiamo deciso di impostarlo in maniera moderna, rendendo complementari la trattazione regionalistica e quella sistematica, prevedendone e consentendone il pieno utilizzo virtualmente in tutte le sedi accademiche, a prescindere dal numero di crediti e dall'organizzazione del corso.

Infatti, ben sapendo che sarebbe stato non solo impossibile, ma praticamente inutile, costruire un libro che accompagnasse i singoli docenti e discenti, giorno dopo giorno, nello svolgimento del corso in vista della preparazione dell'esame, abbiamo optato per creare uno strumento didattico che consentisse non solo la personalizzazione dello studio, ma anche il successivo approfondimento dei contenuti per tutta la vita professionale del medico.

Il libro di Anatomia Umana perfetto non esiste, così come non esiste un libro che contenga tutto lo scibile anatomico, in quanto la nostra materia si presta a essere studiata, interpretata e "vissuta" da innumerevoli angolature. Abbiamo dovuto scegliere, quindi, la "prospettiva" dalla quale raccontarla e abbiamo deciso di farlo adoperando un "obiettivo panoramico", certi che ciascuno di noi a lezione avrà ulteriori strumenti per far approfondire agli studenti le tematiche preferite.

Un ringraziamento speciale va alla casa editrice Edises edizioni, nella figura della Dott.ssa Valeria Filardo, che ha profuso il massimo impegno nella realizzazione di quest'opera, con la ragionevole certezza che essa è destinata a segnare una svolta epocale nella letteratura anatomica italiana. Siamo certi, quindi, che gli studenti, i medici e i colleghi che sfoglieranno per la prima volta queste pagine rimarranno favorevolmente colpiti, se non addirittura affascinati, dal contenuto di questo Trattato e che esso diventerà per molti di loro un prezioso compagno di viaggio e di approfondimento per le infinite curiosità che suscita lo studio del Corpo Umano.

Gli Autori

Piano Generale dell'Opera

Basi Anatomiche per la Semeiotica

1. Panoramica del corpo umano
2. Testa e collo
3. Torace e dorso
4. Addome e pelvi
5. Arto superiore
6. Arto inferiore

Basi Anatomiche per la Fisiopatologia

1. Apparato tegumentario
2. Apparato locomotore
3. Cuore e pericardio
4. Sistema circolatorio sanguifero
5. Sistema linfatico
6. Apparato respiratorio
7. Apparato digerente
8. Apparato urinario
9. Apparato riproduttore femminile
10. Apparato riproduttore maschile
11. Sistema endocrino
12. Cenni di morfogenesi

Basi Anatomiche per le Neuroscienze

1. Introduzione al sistema nervoso
2. Elementi cellulari del sistema nervoso
3. Meningi
4. Cavità liquorali
5. Midollo spinale
6. Tronco encefalico
7. Cervelletto
8. Diencefalo
9. Telencefalo
10. Vie di connessione della sensibilità generale e dei sistemi motori
11. Vascolarizzazione del sistema nervoso centrale
12. Nervi cranici
13. Nervi spinali
14. Sistema nervoso autonomo
15. Occhio e annessi oculari
16. Orecchio
17. Vie delle sensibilità specifiche

Appendice – Anatomia sezionale dell'encefalo

Indice generale

1 Introduzione al sistema nervoso

1.1	Generalità	1
1.2	Funzioni di base	1
1.3	Aspetti funzionali e topografici	2
1.4	Cellule del sistema nervoso e trasmissione del segnale	3
1.4.1	Neuroni	3
1.4.2	Glia	3
1.5	Morfologia e orientamento spaziale del sistema nervoso	5
1.6	Sviluppo del sistema nervoso	6
1.6.1	Origine del tubo neurale e delle creste neurali e loro derivati	7
1.6.2	Sviluppo dell'encefalo e degli spazi liquorali dal tubo neurale	8
1.6.3	Sviluppo del midollo spinale	9
1.6.4	Sviluppo dei nervi periferici	10
1.7	Sistema nervoso <i>in situ</i>	11
1.8	Panoramica dell'encefalo	13
1.8.1	Telencefalo	13
1.8.2	Diencefalo	14
1.8.3	Tronco encefalico	15
1.8.4	Cervelletto	16
1.9	Panoramica del midollo spinale	16
1.10	Vascularizzazione dell'encefalo e del midollo spinale	20
1.10.1	Irrorazione arteriosa	20
1.10.2	Drenaggio venoso	21
1.11	Sensibilità e motilità	22
1.11.1	Sensibilità somatica generale	22
1.11.2	Motilità somatica	24
1.11.3	Sensibilità specifica	25
1.11.3.1	Olfatto	25
1.11.3.2	Vista	27
1.11.3.3	Gusto	27
1.11.3.4	Udito ed equilibrio	27

2 Elementi cellulari del sistema nervoso

2.1	Generalità	31
2.2	Tipi di neuroni	31
2.3	Ultrastruttura del neurone	31
2.4	Il neurone come conduttore di informazione	34
2.4.1	Sinapsi	35
2.4.2	Placca neuromuscolare	36
2.5	Neuroglia e mielina	36
2.5.1	Cellule della neuroglia	36
2.5.1.1	Astroцити	37
2.5.1.2	Oligodendrociti	38
2.5.1.3	Cellule ependimali	39
2.5.1.4	Microglia	39

2.5.1.5	Cellule di Schwann	40
2.5.1.6	Cellule satellite	42
2.6	Recettori periferici	42

3 Meningi

3.1	Generalità	45
3.2	Meningi e setti della dura madre	47
3.3	Meningi encefaliche e spinali e relativi spazi	50

4 Cavità liquorali

4.1	Generalità	53
4.2	Circolazione del liquor e cisterne subaracnoidee	55
4.3	Barriere ematoencefalica ed ematoliquorale	59
4.4	Organi circumventricolari	60

5 Midollo spinale

5.1	Generalità	65
5.2	Configurazione esterna e rapporti	66
5.2.1	Mielomeri e dermatomeri	68
5.3	Struttura interna	70
5.3.1	Sostanza grigia	71
5.3.2	Sostanza bianca	76
5.3.2.1	Fasci spinotalamici	78
5.3.2.2	Fascicoli gracile e cuneato	79
5.3.2.3	Fasci spinocerebellari	82
5.3.2.4	Fasci corticospinali	84
5.3.2.5	Vie extrapiramidali	85

6 Tronco encefalico

6.1	Generalità	89
6.2	Configurazione esterna e rapporti	90
6.2.1	Veduta anterolaterale	90
6.2.1.1	Bulbo	90
6.2.1.2	Ponte	90
6.2.1.3	Mesencefalo	92
6.2.2	Veduta dorsale	92
6.2.2.1	Bulbo	92
6.2.2.2	Ponte	92
6.2.2.3	Mesencefalo	92
6.3	Struttura interna	92
6.3.1	Nuclei dei nervi cranici	92
6.3.1.1	Nervo oculomotore comune	92
6.3.1.2	Nervo trocleare	94

6.3.1.3	Nervo trigemino.....	94
6.3.1.4	Nervo abducente.....	94
6.3.1.5	Nervo faciale.....	94
6.3.1.6	Nervo vestibolococleare.....	95
6.3.1.7	Nervi glossofaringeo e vago.....	95
6.3.1.8	Nervo accessorio.....	95
6.3.1.9	Nervo ipoglosso.....	95
6.3.2	Altri nuclei del tronco encefalico.....	96
6.3.2.1	Sostanza nera e nucleo rosso del mesencefalo e loro connessioni.....	96
6.3.2.2	Nuclei gracile e cuneato.....	96
6.3.2.3	Nucleo cuneato accessorio (o laterale o esterno).....	96
6.3.2.4	Nuclei olivari superiori.....	97
6.3.2.5	Nuclei olivari inferiori.....	97
6.3.2.6	Nuclei arcuati o arciformi.....	97
6.3.2.7	Nuclei pontini.....	97
6.3.2.8	Lamina quadrigemina (tetto del mesencefalo).....	97
6.3.2.9	Nuclei pretettali.....	98
6.3.3	Formazione reticolare.....	98
6.3.3.1	Zona (colonna) laterale.....	99
6.3.3.2	Zona (colonna) mediale.....	99
6.3.3.3	Zona (colonna) mediana.....	99
6.3.3.4	Altri nuclei della formazione reticolare.....	100
6.3.3.5	Collegamenti della formazione reticolare con altri centri del sistema nervoso centrale.....	100
6.4	Vie discendenti e ascendenti.....	101
6.5	Sezioni trasversali.....	104
6.5.1	Sezione trasversale del mesencefalo.....	104
6.5.2	Sezione trasversale del ponte.....	105
6.5.2.1	Porzione rostrale.....	105
6.5.2.2	Porzione caudale.....	106
6.5.3	Sezione trasversale del midollo allungato.....	106
6.5.3.1	Porzione rostrale.....	106
6.5.3.2	Porzione caudale.....	106

7 Cervelletto

7.1	Generalità.....	109
7.2	Configurazione esterna e rapporti.....	109
7.3	Struttura interna.....	113
7.3.1	Glomeruli cerebellari.....	116
7.4	Circuiti cerebellari.....	117

8 Diencefalo

8.1	Generalità.....	121
8.2	Configurazione esterna e rapporti.....	121
8.2.1	Talamo.....	121
8.2.2	Metatalamo.....	123

8.2.3	Ipotalamo.....	123
8.2.4	Epitalamo.....	124
8.2.5	Subtalamo.....	124
8.3	Struttura interna.....	124
8.3.1	Talamo.....	124
8.3.1.1	Nuclei talamici.....	124
8.3.1.2	Radiazione talamica.....	128
8.3.2	Metatalamo.....	128
8.3.3	Ipotalamo.....	129
8.3.3.1	Connessioni dell'ipotalamo.....	130
8.3.4	Epitalamo.....	133
8.3.5	Subtalamo.....	134

9 Telencefalo

9.1	Generalità.....	137
9.2	Giri e solchi.....	138
9.3	Lobi encefalici.....	140
9.3.1	Lobo frontale.....	140
9.3.2	Lobo parietale.....	140
9.3.3	Lobo temporale.....	142
9.3.4	Lobo occipitale.....	142
9.3.5	Lobo dell'insula.....	142
9.3.6	Lobo limbico.....	143
9.4	Aree corticali (di Brodmann).....	143
9.5	Citoarchitettura e organizzazione funzionale della corteccia cerebrale.....	144
9.6	Organizzazione in unità colonnari della corteccia.....	147
9.7	Sostanza bianca telencefalica.....	148
9.8	Topografia di fornice, corpo calloso e setto pellucido.....	150
9.9	Nuclei della base.....	150
9.9.1	Definizione e suddivisione.....	150
9.9.2	Anatomia microscopica.....	152
9.9.3	Circuiti.....	153
9.10	Sistema limbico.....	154
9.10.1	Corteccia limbica.....	155
9.10.2	Formazione dell'ippocampo.....	155
9.10.3	Amigdala.....	158
9.10.4	Area settale e prosencefalo basale.....	159
9.10.5	Striato ventrale.....	159

10 Vie di connessione della sensibilità generale e dei sistemi motori

10.1	Generalità.....	161
10.2	Vie della sensibilità generale.....	162
10.2.1	Vie della sensibilità nocicettiva.....	166
10.3	Vie motorie.....	168
10.4	Vie associative telencefaliche.....	178

11 Vascolarizzazione del sistema nervoso centrale

11.1	Generalità	181
11.2	Circolazione arteriosa encefalica	181
11.2.1	Vasi arteriosi del circolo sopra-aortico	181
11.2.2	Arteria carotide interna	182
11.2.3	Poligono (circolo) di Willis	186
11.2.4	Vascolarizzazione arteriosa del telencefalo	186
11.2.4.1	Arteria cerebrale anteriore	186
11.2.4.2	Arteria cerebrale media	187
11.2.4.3	Arteria cerebrale posteriore	191
11.2.5	Arteria basilare	192
11.2.5.1	Arteria cerebellare superiore	192
11.2.5.2	Arteria cerebellare anteriore inferiore (o inferoanteriore)	192
11.2.5.3	Arteria cerebellare posteriore inferiore (o inferoposteriore)	192
11.3	Circolazione venosa encefalica	194
11.3.1	Seni venosi della dura madre	195
11.3.2	Vene cerebrali superficiali e profonde	199
11.3.3	Drenaggio venoso del cervelletto e del tronco encefalico	203
11.4	Vascolarizzazione del midollo spinale	205
11.4.1	Irrorazione arteriosa	205
11.4.2	Drenaggio venoso	206

12 Nervi cranici

12.1	Generalità	215
12.2	Nervo olfattivo	219
12.3	Nervo ottico	220
12.4	Nervo oculomotore comune	221
12.5	Nervo trocleare	223
12.6	Nervo abducente	223
12.7	Nervo trigemino	224
12.7.1	Nervo oftalmico	225
12.7.2	Nervo mascellare	227
12.7.3	Nervo mandibolare	228
12.8	Nervo faciale	229
12.9	Nervo vestibolococleare o statoacustico	233
12.10	Nervo glossofaringeo	235
12.11	Nervo vago	237
12.12	Nervo accessorio	244
12.13	Nervo ipoglosso	245
12.14	Panoramica dei punti di emergenza di vasi e nervi alla base del cranio	246

13 Nervi spinali

13.1	Generalità	249
13.2	Plesso cervicale	255
13.3	Plesso brachiale	258

13.3.1	Porzione sopraclavicolare	264
13.3.1.1	Nervo dorsale della scapola (C4, C5)	264
13.3.1.2	Nervo soprascapolare (C4-C6)	264
13.3.1.3	Nervo toracico lungo (C5-C7)	264
13.3.1.4	Nervo succlavio (C5, C6)	265
13.3.2	Porzione sottoclavicolare	265
13.3.2.1	Nervo sottoscapolare (C5-C8)	265
13.3.2.2	Nervo toracodorsale (C6-C8)	265
13.3.2.3	Nervi pettorali laterale (C5-C7) e mediale (C8-T1)	267
13.3.2.4	Nervo cutaneo mediale del braccio (T1)	268
13.3.2.5	Nervo cutaneo mediale dell'avambraccio (C8-T1)	268
13.3.2.6	Nervi intercostobrachiali (T2, T3)	269
13.3.2.7	Nervo muscolocutaneo (C5-C7)	269
13.3.2.8	Nervo ascellare (C5-C6)	270
13.3.2.9	Nervo radiale (C5-T1)	273
13.3.2.10	Nervo mediano (C6-T1)	277
13.3.2.11	Nervo ulnare (C8-T1)	280
13.4	Nervi intercostali	284
13.5	Plessi lombare, sacrale e coccigeo	285
13.5.1	Sistematica dei nervi del plesso lombare	288
13.5.1.1	Nervo ileoipogastrico (T12-L1)	288
13.5.1.2	Nervo ileoinguinale (L1)	288
13.5.1.3	Nervo genitofemorale (L1-L2)	289
13.5.1.4	Nervo cutaneo laterale della coscia (L2-L3)	289
13.5.1.5	Nervo femorale (L1-L4)	290
13.5.1.6	Nervo otturatore (L2-L4)	293
13.5.2	Sistematica dei nervi del plesso sacrale	294
13.5.2.1	Nervi glutei (L4-S1 e L5-S2)	294
13.5.2.2	Nervo cutaneo posteriore della coscia (S1-S3)	294
13.5.2.3	Rami diretti del plesso sacrale	295
13.5.2.4	Nervo ischiatico (L4-S3)	295
13.5.2.5	Nervo pudendo (S1-S4)	307
13.5.2.6	Nervo coccigeo (S5-Co2)	308

14 Sistema nervoso autonomo

14.1	Generalità	313
14.2	Sistema simpatico	318
14.2.1	Segmento cervicale del simpatico	319
14.2.2	Segmento toracico del simpatico	323
14.2.3	Segmento lombare (o addominale) del simpatico	326
14.2.4	Segmento pelvico del simpatico	336
14.3	Sistema parasimpatico	340
14.3.1	Parasimpatico craniale	340
14.3.2	Parasimpatico sacrale	341

15 Occhio e annessi oculari

15.1	Generalità	345
15.2	Bulbo oculare	346
15.2.1	Tonaca fibrosa	346
15.2.1.1	Sclera	346
15.2.1.2	Cornea	346

15.2.2	Tonaca vascolare (uvea)	347
15.2.2.1	Coroide.....	347
15.2.2.2	Corpo ciliare	348
15.2.2.3	Iride.....	349
15.2.3	Tonaca nervosa (retina)	351
15.2.3.1	Cellule retiniche.....	352
15.2.4	Cristallino	355
15.2.5	Corpo vitreo	356
15.2.6	Umor acqueo.....	356
15.2.7	Vascularizzazione del bulbo oculare	358
15.2.7.1	Irrorazione arteriosa	358
15.2.7.2	Drenaggio venoso	360
15.3	Annessi oculari.....	361
15.3.1	Palpebre.....	361
15.3.2	Congiuntiva.....	362
15.3.3	Apparato lacrimale.....	362
15.3.4	Muscoli estrinseci dell'occhio.....	364
15.3.4.1	Controllo dei movimenti oculari.....	366

16 Orecchio

16.1	Generalità	369
16.2	Orecchio esterno.....	370
16.2.1	Padiglione auricolare.....	370
16.2.2	Condotto uditivo (o meato acustico esterno)	370
16.2.3	Timpano	370
16.2.4	Muscoli dell'orecchio esterno.....	370
16.3	Orecchio medio.....	371
16.3.1	Cavità timpanica	372

16.3.2	Tuba uditiva (o tuba di Eustachio)	373
16.3.3	Catena degli ossicini	373
16.3.4	Muscoli dell'orecchio medio	374
16.4	Orecchio interno.....	375
16.5	Irrorazione arteriosa.....	380
16.5.1	Orecchio esterno.....	380
16.5.2	Orecchio medio	380
16.5.3	Orecchio interno	381
16.6	Formazione e decorso del nervo vestibolococleare.....	381

17 Vie delle sensibilità specifiche

17.1	Generalità	383
17.2	Vie acustiche.....	383
17.3	Vie gustative.....	383
17.4	Vie olfattive.....	390
17.5	Vie ottiche.....	393

Appendice – Anatomia sezionale dell'encefalo

A.1	Sezioni frontali.....	401
A.2	Sezioni trasversali.....	413
A.3	Sezioni sagittali	419

Indice analitico	425
------------------------	-----

9 Telencefalo

9.1 Generalità

Il telencefalo è la parte più craniale dell'encefalo. Nello sviluppo filogenetico e ontogenetico, si espande a rivestire gran parte dell'encefalo. Derivando da due vescicole laterali, è costituito da due **emisferi**, macroscopicamente simmetrici. La superficie del telencefalo è caratterizzata da pieghe, definite **giri** o **circonvoluzioni**, separate da **solchi**; per questo, la superficie degli emisferi ha un'estensione reale di oltre 2000 cm². Alcuni solchi sono più profondi degli altri e prendono il nome di **scissure** (Fig. 9.1).

Data la morfologia complessa, alcune strutture di riferimento sono utili per l'orientamento nella descrizione degli emisferi e nell'identificazione dei lobi (Fig. 9.1; vedi anche oltre):

- la **scissura centrale di Rolando** separa i giri precentrale e postcentrale;
- la **scissura laterale di Silvio**, che termina a fondo cieco nel giro sopra-marginale, si trova sopra il giro temporale superiore;
- la **scissura parieto-occipitale**, visibile prevalentemente sulla superficie mediale, si trova nella parte posteriore dell'encefalo;

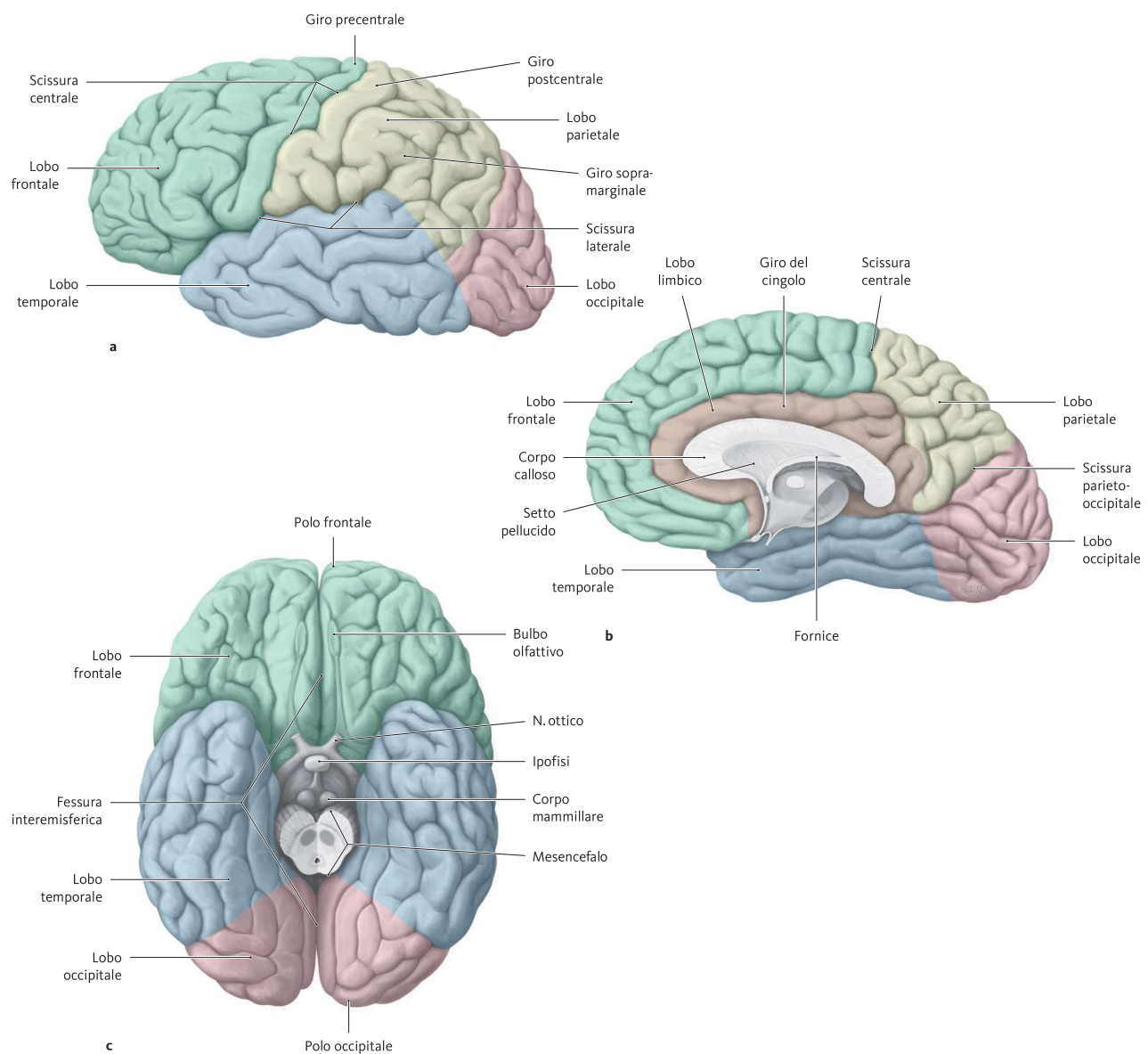
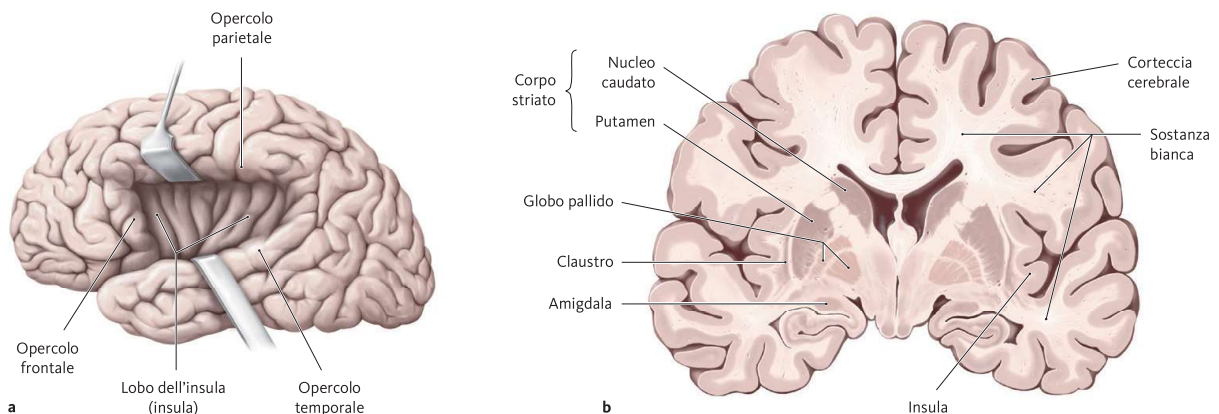


Figura 9.1 Telencefalo

a Emisfero cerebrale sinistro, veduta laterale sinistra. **b** Emisfero cerebrale destro, veduta mediale sinistra. **c** Veduta della superficie basale del cervello *in toto*. Il nervo ottico è stato sezionato bilateralmente e il tronco encefalico è stato sezionato a livello del mesencefalo.



■ **Figura 9.2**emisferi cerebrali

a Emisfero cerebrale sinistro, veduta laterale sinistra con la scissura laterale divaricata. **b** Encefalo in sezione frontale.

TABELLA 9.1 Origine filogenetica di alcune importanti porzioni del telencefalo

Definizione filogenetica	Struttura dell'encefalo allo stadio embrionale	Strutture dell'encefalo adulto	Struttura della corteccia
Paleopallio	Base degli emisferi	Rinencefalo (bulbo olfattivo più regione circostante)	Allocortex
Archipallio	Porzione mediale della parete degli emisferi	Corno di Ammone (parte maggiore, non visibile in superficie) Induseum griseum Fornice	Allocortex
Neopallio (parte più recente)	Parte più cospicua della superficie cerebrale più corpo striato dislocato all'interno	Neocortex (parte più cospicua della corteccia cerebrale) Insula Corpo striato	Isocortex

- la **scissura del cingolo** delimita inferiormente il giro del cingolo, il quale circonda un grosso fascio di assoni commissurali che connette i due emisferi, visibile sulla faccia mediale (o interemisferica) quando si osserva in sezione il corpo calloso.

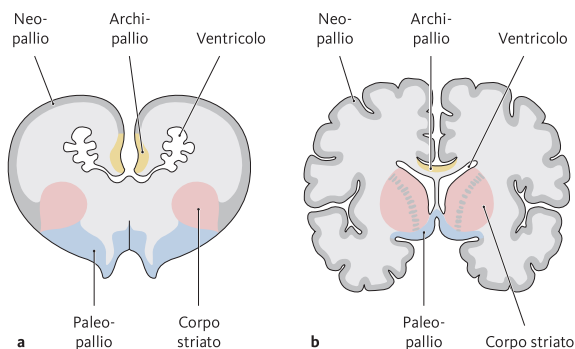
Grazie alla presenza di queste scissure, si possono distinguere, in parte dal punto di vista ontogenetico e in parte dal punto di vista topografico, i sei **lobi del telencefalo** (vedi Fig. 9.1).

Secondo il criterio topografico, la **scissura centrale** divide il lobo frontale dal lobo parietale, la **scissura laterale** delimita il lobo temporale verso l'alto, la **scissura parieto-occipitale** separa il lobo occipitale dal lobo parietale e infine, a livello della profondità della scissura laterale di Silvio, si osserva l'**insula**, coperta da pieghe della corteccia che prendono il nome di **opercoli** (frontale, parietale e tem-

porale) e che devono essere divaricati per metterla in evidenza (Fig. 9.2a; vedi anche oltre).

Secondo il criterio ontogenetico, il **lobo limbico**, visibile sul lato mediale dell'emisfero in cui si trova il giro del cingolo (vedi oltre), è filogeneticamente più antico rispetto ai lobi precedentemente citati. Per meglio comprendere i rapporti tra le diverse componenti telencefali che, è utile un breve richiamo di tipo embriologico.

L'encefalo viene diviso schematicamente sulla base di tre diversi periodi di sviluppo filogenetico. Nella Fig. 9.3 sono riconoscibili la sostanza bianca e la sovrastante sostanza grigia corticale. Dal punto di vista dell'evoluzione filogenetica, si distinguono l'**archipallio**, il **paleopallio** e il **neopallio**, quest'ultimo più recente (Tab. 9.1). In generale, nell'uomo, più recente è la parte di pallio, tanto maggiore è la sua estensione. Durante lo sviluppo embrionale, l'encefalo sovravanza una parte del neopallio, che viene a costituire il lobo dell'insula; inoltre, alcuni neuroni del neopallio rimangono in profondità nella sostanza bianca e formano una parte dei nuclei della base.



■ **Figura 9.3** Encefalo embrionale ed encefalo adulto

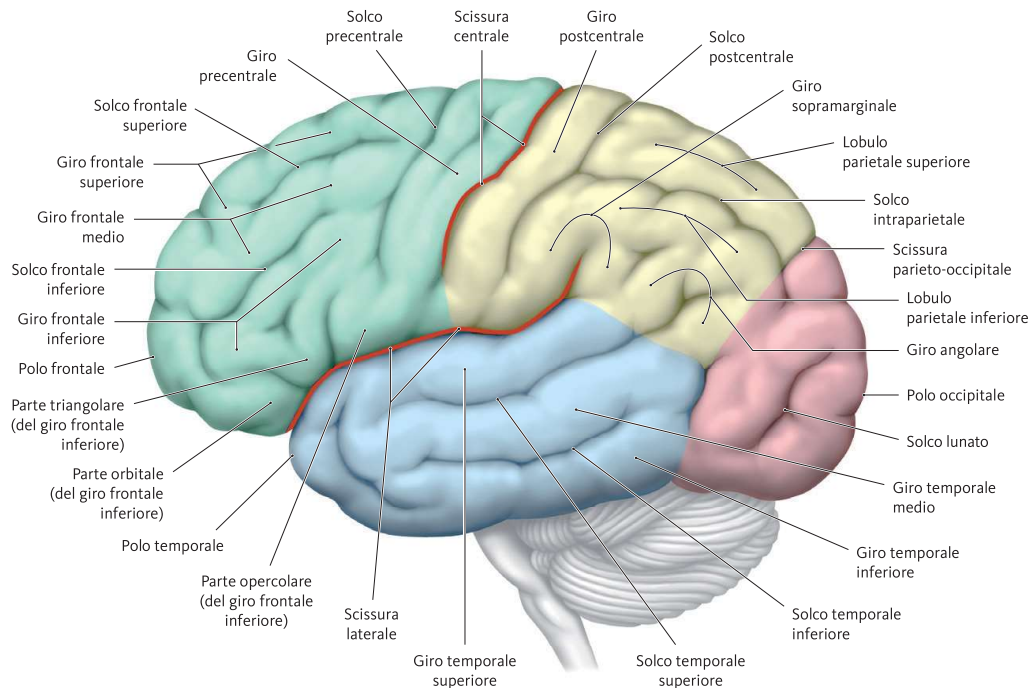
Sezioni frontali. **a** Encefalo embrionale. **b** Encefalo adulto.

9.2 Giri e solchi

Per quanto riguarda la complessa organizzazione dei solchi e dei giri (circonvoluzioni) corticali, i riferimenti meglio riconoscibili e più importanti in veduta laterale sono la **scissura laterale** (di Silvio) e la **scissura centrale** (di Rolando).

Anteriormente e posteriormente alla scissura centrale si trovano i **solchi precentrale** e **postcentrale**, rispettivamente posti nei lobi frontale e parietale. Alla **scissura centrale** vengono attribuite tre caratteristiche:

- è il solco più lungo sulla superficie cerebrale;
- incrocia il margine superiore dell'emisfero per continuare sulla sua superficie mediale/interemisferica;
- raggiunge la scissura laterale (di Silvio) (Fig. 9.4).

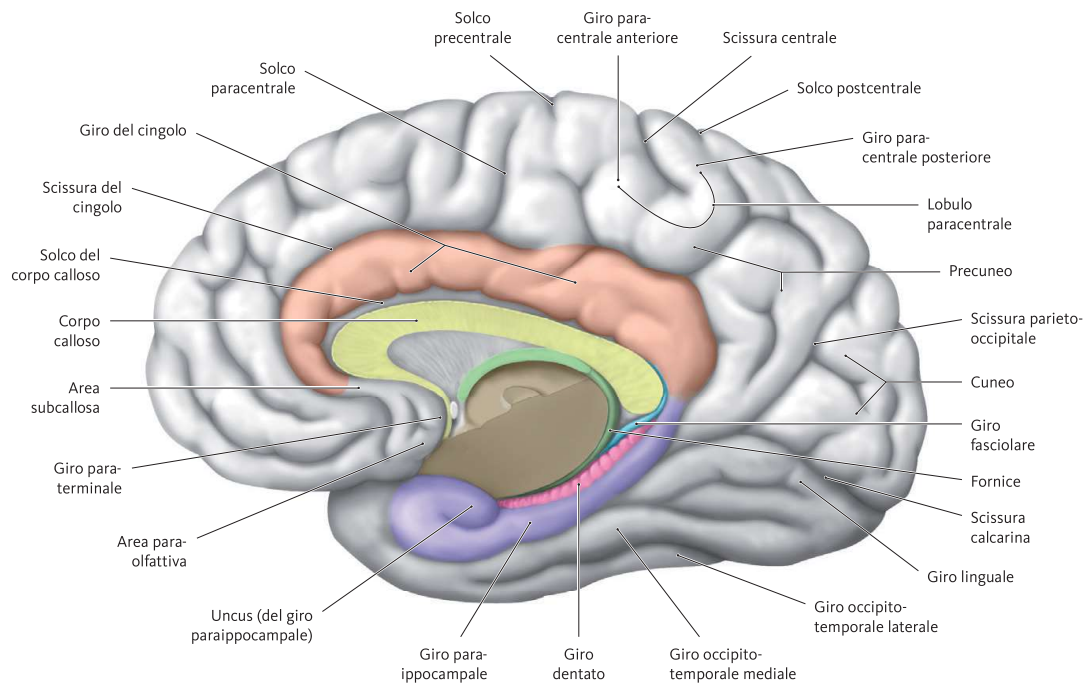


■ **Figura 9.4** Rappresentazione dei solchi e dei giri evidenti sulla superficie dell'emisfero sinistro

Il **giro precentrale** si trova tra la scissura centrale e il solco precentrale, mentre il solco postcentrale delimita posteriormente il **giro postcentrale**.

La **scissura laterale** divide i lobi frontale e parietale, posti superiormente, dal lobo temporale, situato inferiormente; la sua estremità posteriore termina con un'inclinazione verso l'alto.

La **scissura parieto-occipitale** è una profonda fessura nella corteccia cerebrale che segna il confine tra i lobi parietale e occipitale e anche tra il cuneo e il precuneo. Solo una piccola parte della scissura può essere vista sulla superficie laterale dell'emisfero, in quanto la sua parte principale è sulla superficie mediale (**Fig. 9.5**).



■ **Figura 9.5** Tronco encefalico e parte basale del diencefalo. Emisfero destro in sezione sagittale mediana, veduta mediale.

Sempre in veduta laterale e spostando gli opercoli per consentire una visione in profondità, si apprezzano l'**insula** (l'opercolo parietale copre l'insula dall'alto, quello temporale dal basso, quello frontale anteriormente), con i suoi giri disposti a ventaglio che convergono in avanti e verso il basso (vedi oltre), e i **giri temporali trasversi** o di **Heschl** (area corticale di coordinazione delle vie uditive), posti sulla superficie superiore del giro temporale superiore, al confine con i giri occipitali. I giri temporali trasversi e i giri insulari non sono in contatto, ma sono separati dal **solco circolare dell'insula**.

In veduta basale, i giri alla base del lobo temporale sono, a volte, difficilmente individuabili dal punto di vista topografico. Questo vale, ad esempio, per i due **giri occipito-temporali**. Facilmente riconoscibili, invece, sono i **giri retti** del lobo frontale e i **giri orbitali** posti direttamente sopra il tetto della cavità orbitaria.

Sulla base encefalica si nota, inoltre, una parte molto antica (paleocorticale) dell'encefalo, che non presenta giri: si tratta delle regioni del bulbo e del tratto olfattivo (vedi oltre). Dal punto di vista istologico, questa parte della paleocortex mostra la struttura tipica della allocortex. Nel lobo occipitale, molto vicino alla fessura interemisferica, si trova il **giro linguale**. La sua "forma a lingua" si riconosce non solo sulla superficie basale, ma anche su quella mediale (Fig. 9.5). Nonostante dal punto di vista morfologico il **giro paraippocampale** – il più mediale del lobo temporale – sembri il prolungamento del giro linguale verso la regione occipitale, dal punto di vista funzionale i due giri sono completamente indipendenti: mentre il giro paraippocampale fa parte del sistema limbico, la parte superiore del giro linguale contiene parte della corteccia visiva.

Sulla superficie mediale degli emisferi telencefalici si riconosce il tronco del corpo calloso, che connette i due emisferi. Sono, inoltre, ben riconoscibili diverse strutture. Direttamente al di sopra del tronco del corpo calloso si trova il **giro del cingolo**, che lo circonda e che fa parte del sistema limbico; nella parte inferomediale del tronco del corpo calloso si trovano le strutture indicate come **formazione ippocampale**. Le componenti della formazione ippocampale, non facilmente riconoscibili all'esame esterno, sono l'**ippocampo** propriamente detto e il **giro dentato**, che è in posizione leggermente mediale rispetto all'ippocampo propriamente detto. Il giro dentato e l'ippocampo propriamente detto si trovano quasi "arrotondati" nel lobo temporale. Entrambe le strutture fanno parte del sistema limbico e sono deputate a funzioni quali l'apprendimento, la memoria e l'elaborazione delle emozioni. Il **fornice**, una via che dall'ippocampo procede verso il diencefalo, è altrettanto ben visibile (Fig. 9.5).

Nella sezione sagittale mediana riportata nella Fig. 9.5, si vede anche come il giro linguale confini in alto con la **scissura calcarina** sulla faccia mediale del lobo occipitale, a sua volta coperta dal cuneo. Si nota, inoltre, come il giro paraippocampale continui in direzione posteriore verso l'alto con il giro del cingolo.

La rappresentazione dei giri e dei solchi finora descritta dimostra uno schema di base standardizzato della loro disposizione. In realtà, esistono variazioni individuali notevoli per ciò che riguarda sia la forma che l'aspetto dei solchi interposti e, di conseguenza, dei giri. I giri confinanti sono, comunque, sempre in comunicazione nella profondità dei solchi. Nelle sedi in cui i solchi sono poco profondi, è possibile non riuscire ad apprezzare la distinzione e il confine dei due giri per mancanza della loro demarcazione superficiale di confine. Questa disposizione è presente soprattutto alla base dell'encefalo.

9.3 Lobi encefalici

9.3.1 Lobo frontale

Il lobo frontale è anteriore alla scissura centrale e superiore alla scissura laterale. Sulla faccia laterale sono presenti tre giri a decorso orizzontale, i **giri frontali superiore, medio e inferiore**, mentre la parte sita anteriormente a essi è il **polo frontale**. Subito anteriormente alla scissura centrale si trova, inoltre, il giro precentrale. La faccia

inferiore del lobo frontale corrisponde all'**area orbitale**, dove sono presenti il **giro retto**, i **giri orbitali** e il **solco olfattivo**. La faccia mediale del lobo frontale è separata dal giro del cingolo dal solco del cingolo; vi si trova l'estremità mediale della scissura centrale.

Nel suo insieme, il lobo frontale controlla il giudizio, la risoluzione dei problemi, la pianificazione, il comportamento, la personalità, l'espressione verbale, la concentrazione e l'autocoscienza, le funzioni esecutive e motorie.

La **corteccia motoria primaria** si trova nel **giro precentrale** del lobo frontale. La **corteccia premotoria** è anteriore alla corteccia motoria primaria (Figg. 9.4 e 9.6; vedi anche oltre). Nelle aree motorie, la rappresentazione corticale delle diverse parti del corpo non è proporzionale alla loro estensione, ma correla piuttosto con la precisione dei movimenti che devono eseguire i muscoli di una data regione. Infatti, nelle regioni in cui i movimenti devono essere più fini (es. mani o volto), le unità motorie composte da un motoneurone α e da tutte le fibrocellule muscolari scheletriche da esso innervate sono più piccole e, quindi, in numero maggiore rispetto alle regioni in cui i movimenti sono più massivi, richiedendo unità motorie più grandi. Questa differenza si riflette nel numero di motoneuroni corticali necessari all'innervazione periferica e, di conseguenza, nell'estensione delle diverse regioni all'interno dell'**omuncolo motorio**. Dal punto di vista topografico, nell'omuncolo, la regione mediale corrisponde all'arto inferiore, quella laterale superiore all'arto superiore e alla mano, quella laterale inferiore al viso.

Oltre alle fibre corticospinali e corticonucleari del **fascio piramidale**, la corteccia motoria invia una molteplicità di assoni a diverse regioni sottocorticali, quali corpo striato, talamo, nucleo rosso, nuclei pontini, formazione reticolare, complesso olivare inferiore e midollo spinale (Fig. 9.6). Le efferenze sopraspinali, elencate sopra, sono in parte collaterali assonici dei neuroni nella via piramidale e in parte assoni indipendenti.

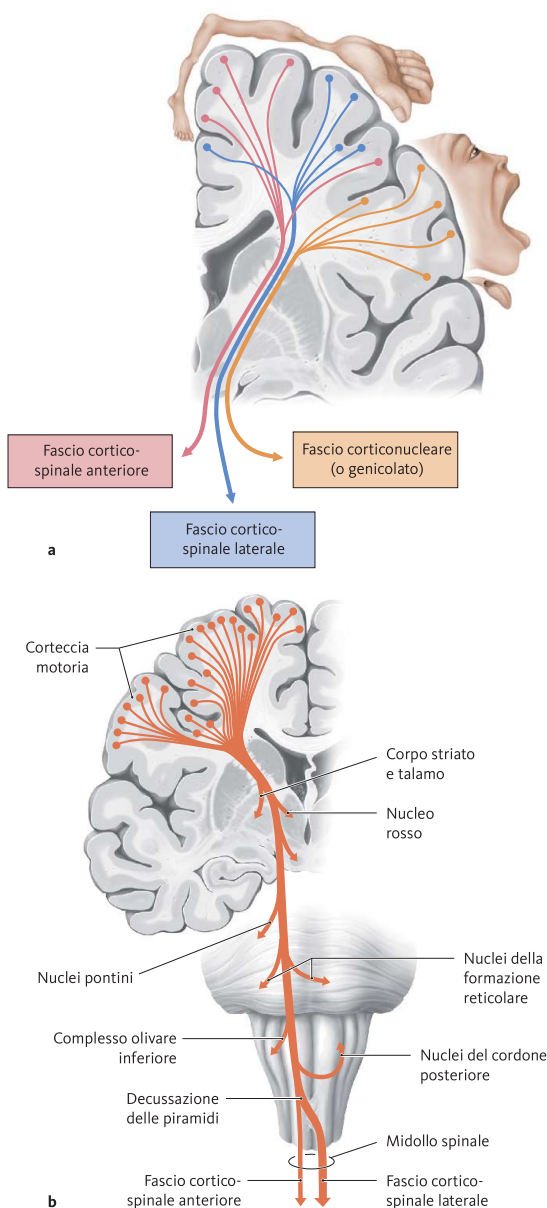
A livello del giro frontale medio, anteriormente all'area premotoria, si trova l'**area dei campi oculari frontale** (area 8 di Brodmann), coinvolta nel controllo dei movimenti generati dalla contrazione dei muscoli oculari estrinseci, principalmente responsabile dei movimenti rapidi (saccadici) degli occhi. L'**area di Broca**, localizzata nel piede della circonvoluzione frontale inferiore, è responsabile della produzione del linguaggio parlato e scritto e non è presente in entrambi gli emisferi, ma solo nell'emisfero dominante, che nella maggior parte degli individui è l'emisfero sinistro.

9.3.2 Lobo parietale

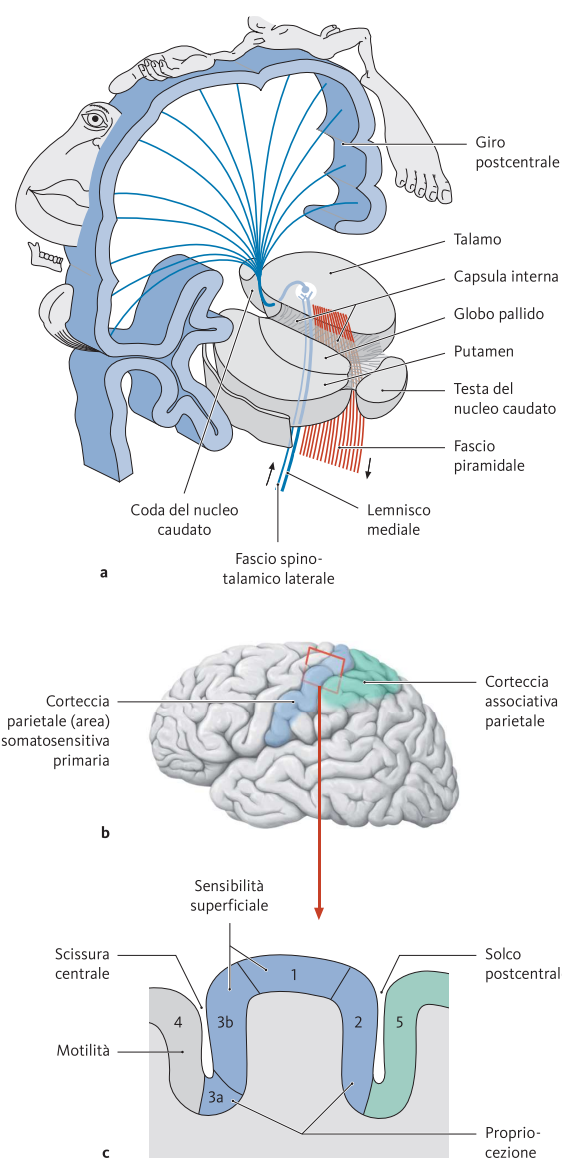
Il lobo parietale è posteriore alla scissura centrale e anteriore alla scissura parieto-occipitale. Questo lobo è particolarmente importante per la percezione della sensibilità esterolettiva generale. La **corteccia somatosensitiva primaria** si trova nel **giro postcentrale** ed è posizionata immediatamente posteriormente alla scissura centrale. Essa è la sede della percezione del senso del tatto, della temperatura e del dolore dell'emisoma controlaterale. Analogamente a quanto descritto per l'omuncolo motorio, l'**omuncolo sensitivo** ha nella regione mediale la rappresentazione dell'arto inferiore, nella regione laterale superiore quella dell'arto superiore e della mano e nella regione laterale inferiore quella del volto (Fig. 9.7). Nel caso dell'omuncolo sensitivo, l'estensione della rappresentazione corticale delle diverse aree del corpo è proporzionale alla densità dei recettori periferici, che corrisponde a una maggiore o minore capacità discriminativa (che può variare, ad esempio, da pochi millimetri sui polpastrelli e sulle labbra fino a diversi centimetri sul dorso per la percezione puntoria di due punti distinti).

Sulla faccia laterale del lobo parietale si trovano i **giri sopramarginali** e **angolare** e i **lobuli superiore e inferiore**, separati dal **solco intraparietale**.

Sulla faccia mediale sono localizzati il **lobulo paracentrale**, che congiunge il **giro paracentrale anteriore** del lobo frontale con il **giro paracentrale posteriore**, e il **precuneo**.



■ **Figura 9.6** Efferenze corticali con la rappresentazione dell'omuncolo motorio a livello della corteccia motoria primaria del giro precentrale. Veduta frontale.



■ **Figura 9.7** Corteccia somatosensitiva primaria con la rappresentazione dell'omuncolo sensitivo e corteccia associativa parietale

a Veduta frontale. **b** Veduta laterale sinistra. **c** Sezione in cui sono indicati i numeri delle aree di Brodmann (vedi oltre). Nella corteccia somatosensitiva primaria è rappresentata ciascuna metà controlaterale del corpo. Nella corteccia associativa parietale giungono le informazioni da entrambe le metà del corpo. In queste aree corticali, l'elaborazione degli stimoli diventa, quindi, sempre più complessa.

NOTA CLINICA 9.1 Lesioni del lobo parietale

Oltre alla percezione somatosensitiva, il lobo parietale svolge importanti compiti di tipo neuropsicologico, con aspetti clinici differenti a seconda che l'emisfero colpito sia quello dominante o meno. Un esempio particolare è la **sindrome di Gerstmann**, caratterizzata da un insieme di manifestazioni cliniche causate da una lesione parietale sinistra, che comprendono perdita della capacità di comunicare attraverso la scrittura (*agrafia*), di fare calcoli (*discalculia*) e di riconoscere le diverse dita delle proprie mani (*agnosia digitale*) e disorientamento sinistra-destra per il proprio corpo. Talora si associano anche disturbi nella lettura (*allessia*). Danni al lobo parietale destro possono causare incapacità di riconoscimento del lato controlaterale del corpo (*emiasomatognosia controlaterale*), ma anche dello spazio circostante, con un quadro di eminegligenza spaziale sinistra (*neglect*). Lesioni parietali possono, inoltre, causare diverse forme di *aprassia* (difficoltà a eseguire movimenti finalizzati in assenza di specifiche lesioni sensorimotorie) e/o disturbi di riconoscimento di stimoli tattili (*agnosia tattile*).

9.3.3 Lobo temporale

Il lobo temporale è inferiore alla scissura laterale e presenta, sulla faccia laterale dell'emisfero, i **giri temporali superiore, medio e inferiore** (quest'ultimo si trova, in parte, a livello della faccia inferiore). La parte del lobo temporale anteriore a questi giri prende il nome di *polo temporale* (vedi Fig. 9.4). Questo lobo controlla la comprensione del linguaggio parlato e scritto, l'udito e la memoria. L'*area di Wernicke* è responsabile della comprensione del linguaggio e, analogamente all'area di Broca, è unilaterale; si trova, infatti, nel giro temporale superiore dell'emisfero dominante ed è collegata all'area di Broca da un sistema di fibre associative detto **fascicolo arcuato** (Fig. 9.8). La *corteccia uditiva primaria* si trova nel giro temporale superiore ed elabora la maggior parte delle informazioni uditive dall'orecchio controlaterale e alcune dall'orecchio ipsilaterale. Il lobo temporale comprende l'*ippocampo* e l'*amigdala*, che svolgono importanti compiti connessi con la memoria (vedi oltre). Sulla faccia inferomediale del lobo temporale sono visibili i **giri occipito-temporali laterale e mediale**; quest'ultimo, detto anche *giro fusiforme*, è delimitato medialmente dal solco collaterale, che lo separa dal giro paraippocampale (vedi Fig. 9.5).

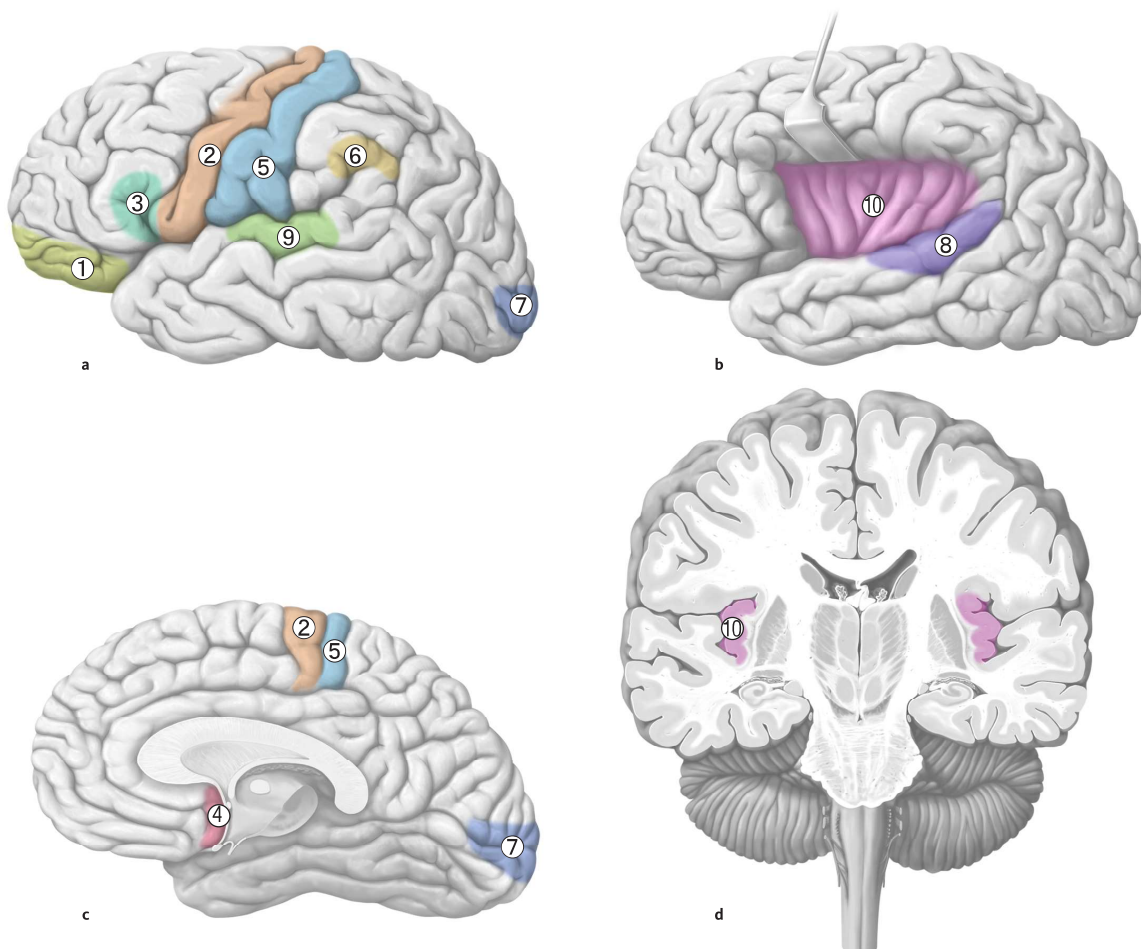
9.3.4 Lobo occipitale

Il lobo occipitale è posteriore alla scissura parieto-occipitale ed è particolarmente importante per il suo ruolo nella funzione visiva.

Ciascun lobo occipitale riceve, infatti, le informazioni visive dal campo visivo controlaterale di entrambi gli occhi, che convergono sui due labbri della **scissura calcarina** nelle aree visive. La *corteccia visiva primaria* (*area striata*) corrisponde all'area 17 di Brodmann; le *aree corticali extrastriate* sono le aree 18 e 19 di Brodmann (Fig. 9.8; vedi anche oltre). La scissura calcarina è bene visibile sulla faccia mediale del lobo, come anche il **cuneo** e il **giro linguale**, quest'ultimo visibile anche sulla superficie inferiore. Sulla faccia inferiore si trova la porzione occipitale dei giri già nominati nel lobo temporale, mentre sulla faccia laterale vengono descritti tre brevi **giri occipitali** (vedi Fig. 9.5).

9.3.5 Lobo dell'insula

La corteccia insulare è una porzione della corteccia cerebrale ripiegata in profondità all'interno della scissura laterale (Fig. 9.8). Essa è divisa in due parti: l'*insula anteriore*, più grande, e l'*insula posteriore*, più piccola, in cui sono state identificate più di una dozzina di aree diverse. La parte anteriore dell'insula è suddivisa da solchi poco profondi in tre o quattro **giri brevi**, mentre la parte posteriore dell'insula presenta un **giro lungo**. Per quanto riguarda le sue connessioni, l'*insula anteriore* riceve una proiezione diretta dalla parte basale del nucleo mediale ventrale del talamo e un input particolarmente ampio dal nucleo centrale dell'amigdala. A sua volta, l'insula anteriore proietta verso l'amigdala. L'*insula posteriore* si collega reciproca-



■ **Figura 9.8** Rappresentazione di alcune delle principali aree corticali

a, b Proiezione laterale. **c** Proiezione mediale. **d** Sezione frontale condotta a livello dei nuclei della base. ① Area orbitale. ② Giro precentrale. ③ Giro frontale inferiore. ④ Sostanza perforata anteriore. ⑤ Giro postcentrale. ⑥ Lobulo parietale inferiore con i giri angolare e sopramarginale. ⑦ Giro linguale e cuneo. ⑧ Giro temporale trasverso. ⑨ Giro temporale superiore. ⑩ Insula.

mente con la corteccia somatosensitiva secondaria e riceve input dai nuclei talamici posteroventrali attivati da afferenze spinotalamiche. È stato anche dimostrato che questa regione riceve input dal nucleo ventromediale (parte posteriore) del talamo per informazioni che riguardano la percezione del dolore, della temperatura e del prurito. Si ritiene che le insule svolgano un ruolo in diverse funzioni legate ad aspetti emotivi e alla regolazione dell'omeostasi del corpo.

9.3.6 Lobo limbico

Broca definì il lobo limbico nel 1878, identificandolo con il giro del cingolo e il giro paraippocampale (vedi oltre) e associandolo alla funzione olfattiva.

Il **giro del cingolo** inizia subito inferiormente al rostro del corpo calloso e poi prosegue circondando ginocchio e tronco del corpo calloso in corrispondenza dei lobi frontale e parietale. Il **giro paraippocampale** (o *circonvoluzione dell'ippocampo*) è in continuità con il giro del cingolo tramite un restringimento detto **istmo**, situato posteroinferiormente allo splenio del corpo calloso. Esso termina con un ripiegamento su se stesso all'indietro a uncino, formando l'**uncus**, che ne rappresenta l'estremità anteromediale.

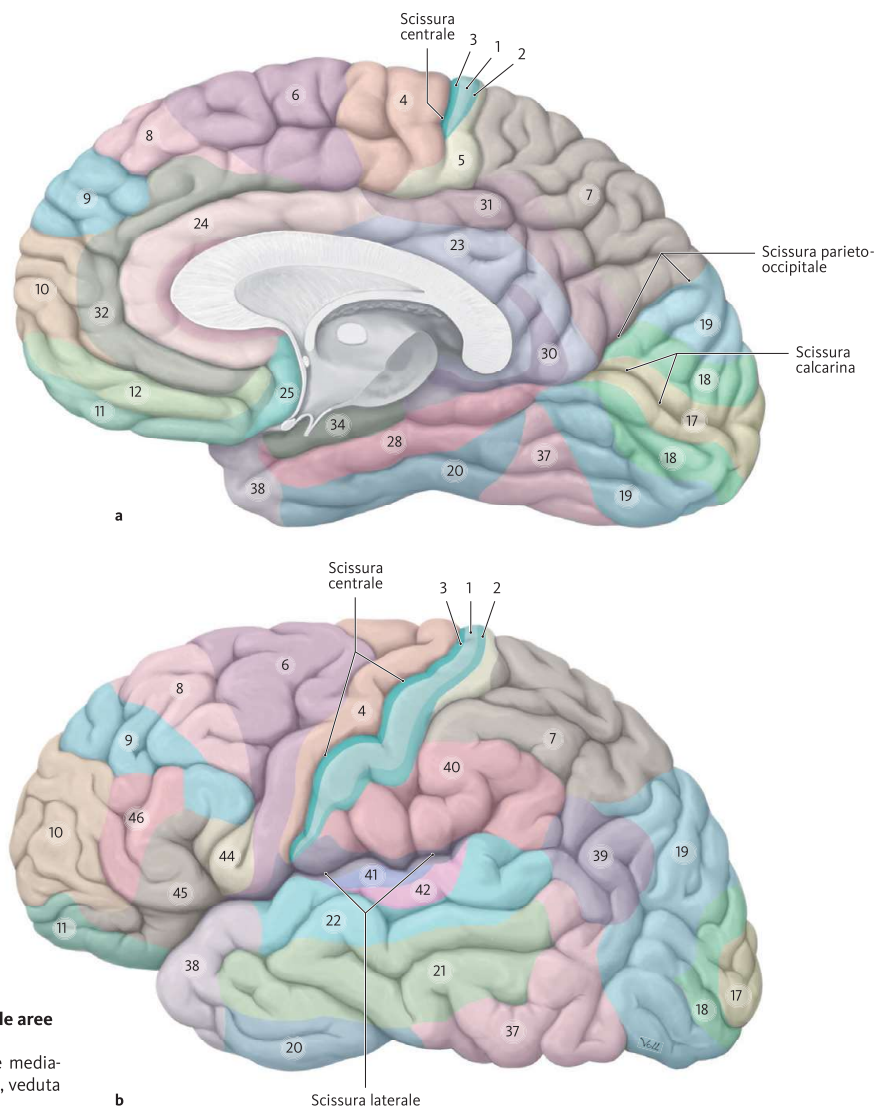
Il lobo limbico è un importante componente del *sistema limbico*, un insieme di strutture cerebrali deputate all'elaborazione delle emo-

zioni e dei processi motivazionali, del quale parleremo in dettaglio più avanti.

9.4 Aree corticali (di Brodmann)

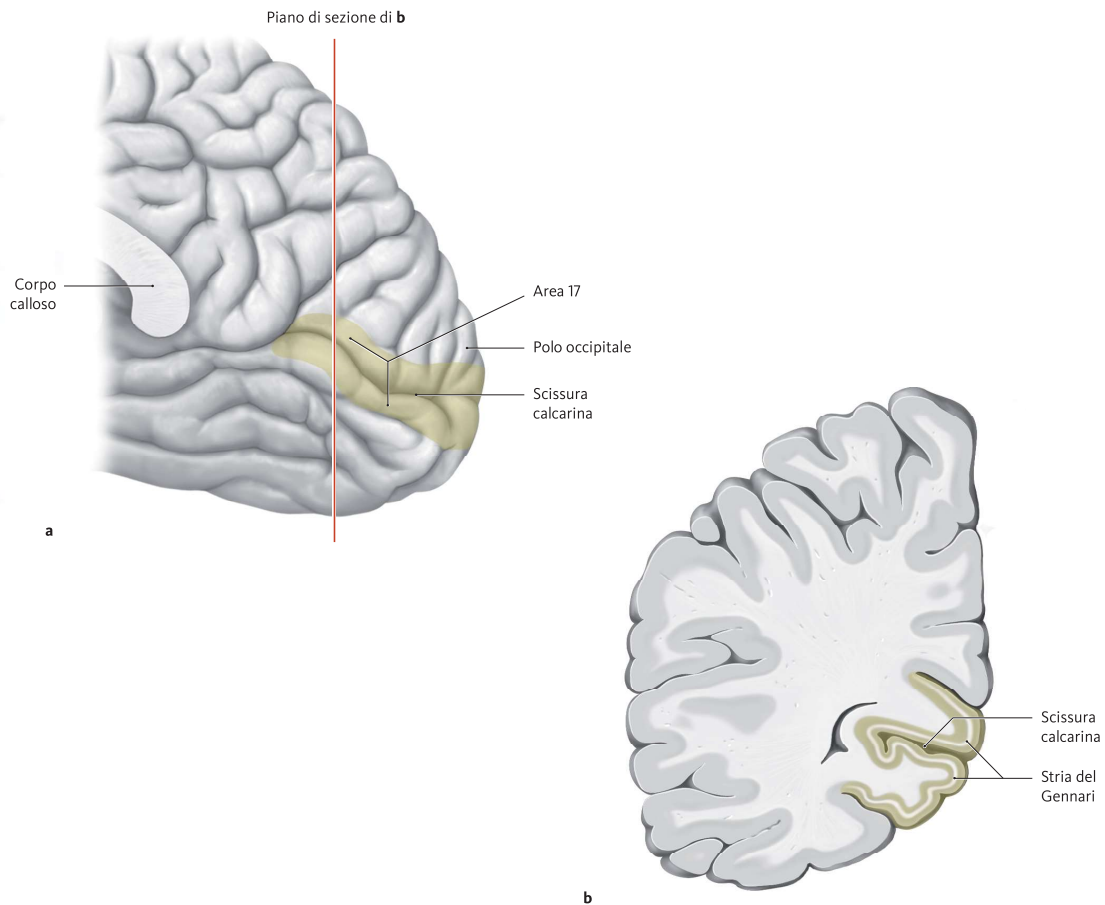
Come finora descritto, la superficie telencefalica è caratterizzata macroscopicamente da lobi, giri e solchi. Microscopicamente, si possono rilevare caratteristiche tipiche nella distribuzione delle cellule nervose, che ne rendono l'organizzazione differente nelle diverse parti del mantello corticale (vedi oltre). Questa organizzazione strutturale riflette anche caratteristiche funzionali, che hanno permesso di dividere il mantello corticale in diverse porzioni, o **aree corticali**. Tale suddivisione in aree corticali si basa sulla distribuzione dei neuroni nei diversi strati della corteccia, ma anche sulla loro funzione.

A lungo si è ipotizzato, basandosi sull'analisi dei deficit funzionali in seguito a lesioni, che le aree corticali fossero la base dell'organizzazione funzionale della corteccia; metodi moderni, basati su tecniche di neuroimaging, hanno effettivamente mostrato che a molte aree corticali possono essere associate funzioni specifiche. Queste aree sono distinte, nella mappa citoarchitettonica raffigurata nella **Fig. 9.9**, con colori diversi. Sebbene le loro dimensioni varino da individuo a individuo, questa mappa è tuttora valida come riferimento.



■ **Figura 9.9** Rappresentazione delle aree di Brodmann e relativa numerazione

a Emisfero destro in sezione sagittale mediale, veduta mediale. **b** Emisfero sinistro, veduta laterale.



► **Figura 9.10 Corteccia visiva primaria (area striata)**
Emisfero destro. **a** Veduta laterale sinistra. **b** Sezione frontale (per il piano di sezione, vedi **a**).

Essa è stata realizzata all'inizio del XX secolo dal neurologo tedesco Korbinian Brodmann, che aveva identificato 52 aree distinte. Più recentemente, sono state descritte o ipotizzate molte altre aree con funzioni specifiche.

Le aree di maggiore rilevanza clinica, già citate nella descrizione dei lobi encefalici e con localizzazione bilaterale, sono le seguenti:

- aree 1, 2 e 3: corteccia somatosensitiva primaria;
- area 4: corteccia somatomotoria primaria;
- area 17: corteccia visiva primaria (area striata, che è più estesa sulla superficie mediale degli emisferi);
- aree 41 e 42: corteccia uditiva primaria e secondaria, rispettivamente.

Sono, inoltre, molto importanti le aree del linguaggio, solitamente localizzate nell'emisfero di sinistra (sede prevalente di localizzazione dell'emisfero dominante):

- aree posteriori del linguaggio 22 (area di Wernicke), 39 e 40: comprensione del linguaggio parlato, scritto e dei segni;
- aree anteriori del linguaggio 44 e 45 (nel loro insieme, comprendono l'area di Broca): articolazione del linguaggio e scrittura.

La **corteccia visiva primaria** (area 17) è l'unica area corticale che può essere delimitata chiaramente anche macroscopicamente. Essa si trova nei labbri della scissura calcarina a livello del polo occipitale (**Fig. 9.10a**). In sezione frontale (**Fig. 9.10b**), al suo interno è riconoscibile la **stria del Gennari**, individuabile come una sottile striscia bianca all'interno della sostanza grigia della corteccia (da qui il ter-

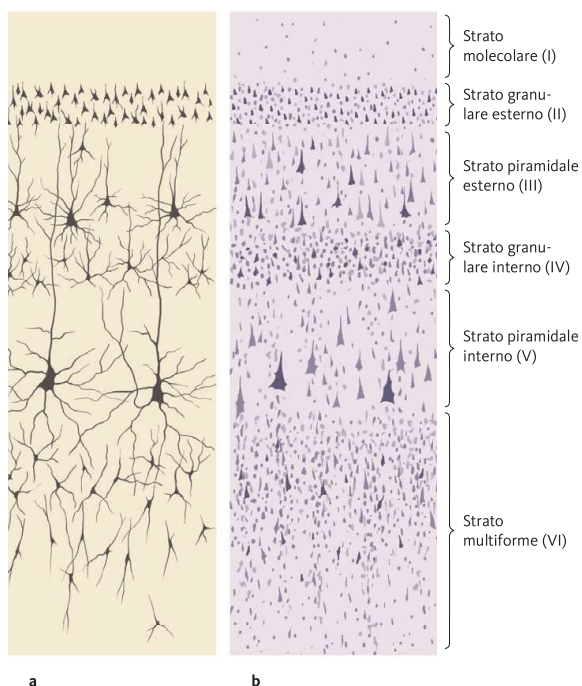
mine **area striata**). In questa striscia decorrono gli assoni della radiazione ottica, che provengono dal corpo genicolato laterale per contrarre sinapsi con i neuroni dello strato granulare interno (strato IV) della corteccia visiva primaria. La corteccia circostante (area 18) viene definita *peristriata* e quella ancora più periferica (area 19) *parastriata*: vengono considerate **aree visive secondarie**.

9.5 Citoarchitettura e organizzazione funzionale della corteccia cerebrale

La corteccia cerebrale umana conta circa 16 miliardi di neuroni, strettamente interconnessi. Si calcola che soltanto sulle spine dendritiche dei neuroni piramidali ci siano circa 10^{14} sinapsi, con una grande specificità nello stabilirsi dei contatti sinaptici; si stima, inoltre, che a livello corticale si trovino almeno 60 miliardi di cellule gliali.

La **neocortex** (*isocortex*) può essere suddivisa microscopicamente, procedendo dalla superficie in profondità, in sei strati paralleli (lamine) (**Figg. 9.11 e 9.12**). Tale struttura laminare a sei strati è tipica della maggior parte dell'isocortex. Gli strati prendono il nome dal citotipo che prevale in ciascuno di essi e vengono convenzionalmente numerati con numeri romani crescenti procedendo dall'esterno verso l'interno:

- **I strato molecolare o plessiforme**: contiene pochi neuroni sparsi, soprattutto GABAergici, ed è costituito in gran parte da estensioni di dendriti apicali di neuroni piramidali e assoni orientati orizzontalmente, nonché da cellule gliali e da cellule stellate;



■ **Figura 9.11** Sezione di corteccia cerebrale

a Colorazione con metodiche di impregnazione argentea. **b** Colorazione secondo Nissl.

- **II strato granulare esterno:** comprende piccole cellule piramidali e numerose cellule stellate;
- **III strato piramidale esterno:** contiene cellule piramidali medie e grandi (**Fig. 9.13**), nonché neuroni non piramidali con assoni intracorticali orientati verticalmente; gli strati da I a III sono il principale bersaglio delle afferenze corticocorticali interemisferiche e lo strato III è la principale fonte di efferenti corticocorticali;
- **IV strato granulare interno:** contiene diversi tipi di cellule stellate (definite anche *granuli*) e piramidali ed è il bersaglio principale di afferenze talamocorticali e corticocorticali intraemisferiche;

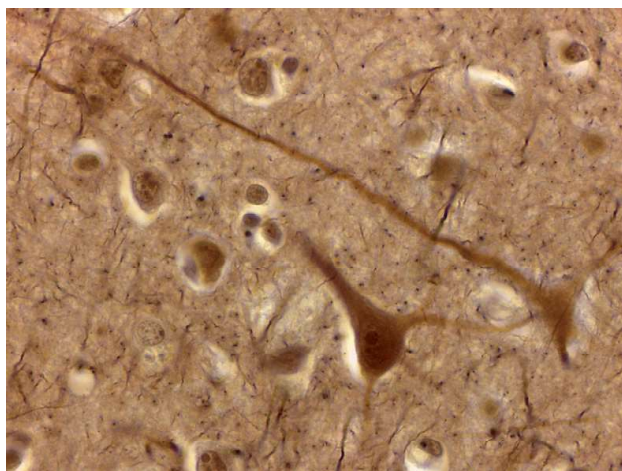


■ **Figura 9.12** Immagine istologica della isocorteccia

Microfotografia che consente l'osservazione dei diversi tipi cellulari che costituiscono la isocorteccia. In alto, lo strato molecolare o plessiforme; più in basso, lo strato delle cellule piramidali profonde o giganti. (Colorazione di Bielschowsky, 5×).

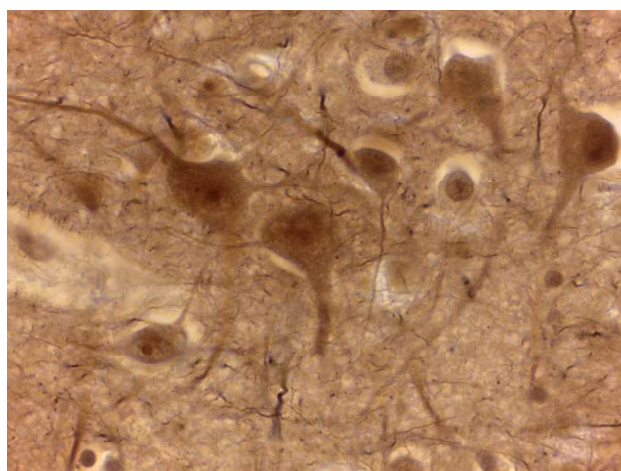
- **V strato piramidale interno:** contiene grandi neuroni piramidali i cui assoni si collegano con strutture subcorticali, tra cui i nuclei della base; nella corteccia motoria primaria del lobo frontale, lo strato V contiene cellule piramidali giganti, chiamate *cellule di Betz*, i cui assoni viaggiano attraverso la capsula interna per raggiungere il tronco encefalico e il midollo spinale, formando il fascio piramidale;
- **VI strato multiforme o polimorfo:** contiene cellule di varia morfologia, tra le quali pochi neuroni piramidali di grandi dimensioni e molti neuroni piramidali e multiformi a forma di fuso; lo strato VI invia fibre efferenti al talamo, stabilendo un'interconnessione reciproca molto precisa tra la corteccia e il talamo, di significato sia eccitatorio che inibitorio; le efferenze verso il talamo inviano anche collaterali al nucleo reticolare talamico, che inibiscono gli stessi neuroni del talamo o quelli adiacenti a essi raggiunti dalla proiezione principale, generando un sistema di controllo interno al talamo stesso.

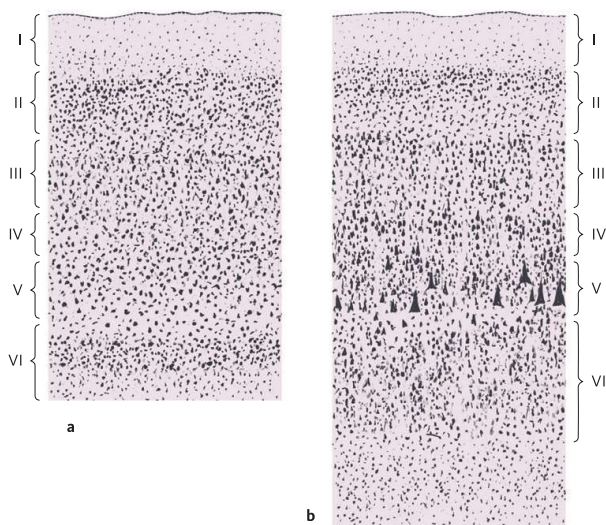
Gli strati più superficiali rispetto allo strato IV sono anche chiamati *strati sopragranulari* (strati I-III), mentre gli strati sottostanti sono chiamati *strati infragranulari* (strati V e VI).



■ **Figura 9.13** Strato piramidale esterno

a Cellule piramidali di medie dimensioni. **b** Cellule piramidali di grandi dimensioni, più superficiali. Queste cellule emettono un dendrite che si dirige verso la superficie con andamento parallelo (**b**), sfiocandosi poi in una miriade di piccoli rami terminali. (Colorazione di Bielschowsky, 40×).

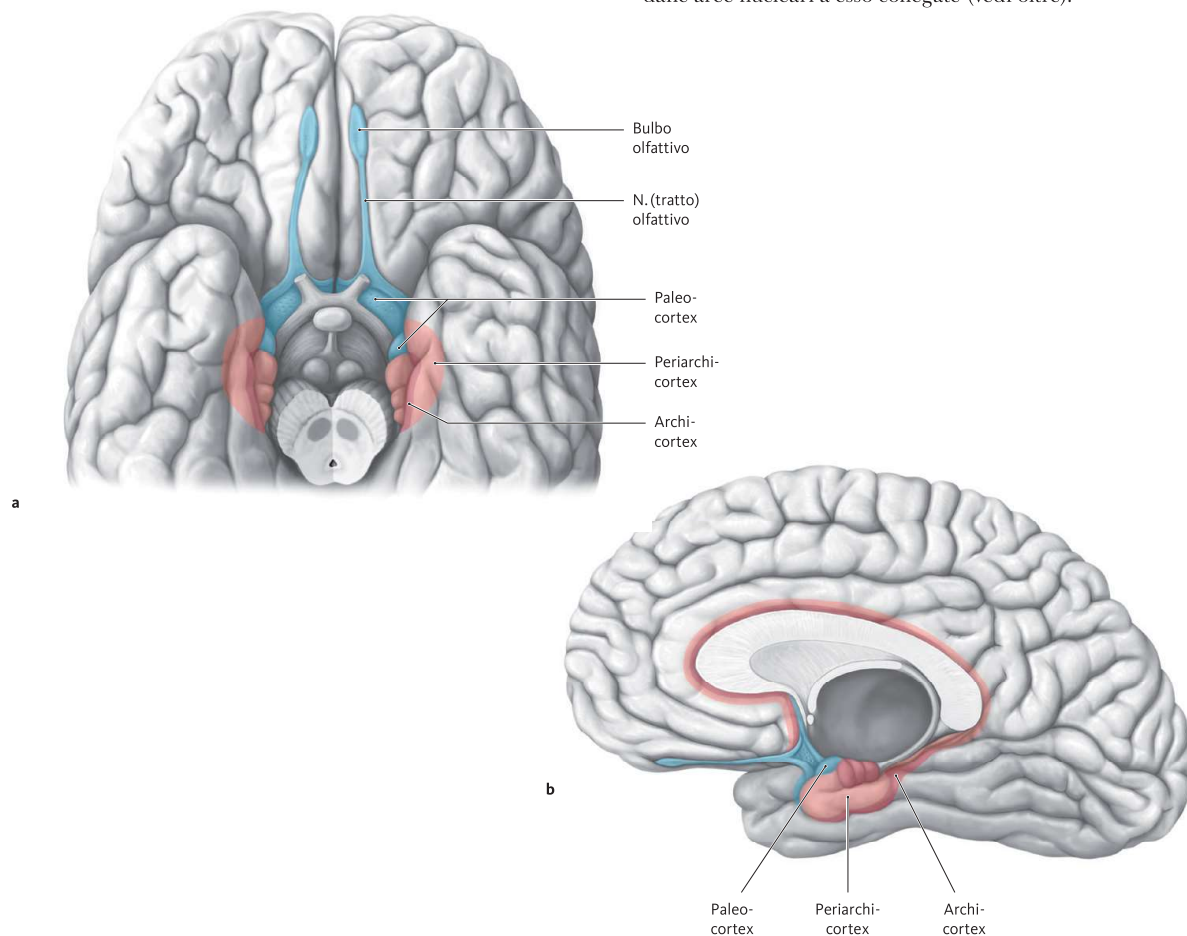




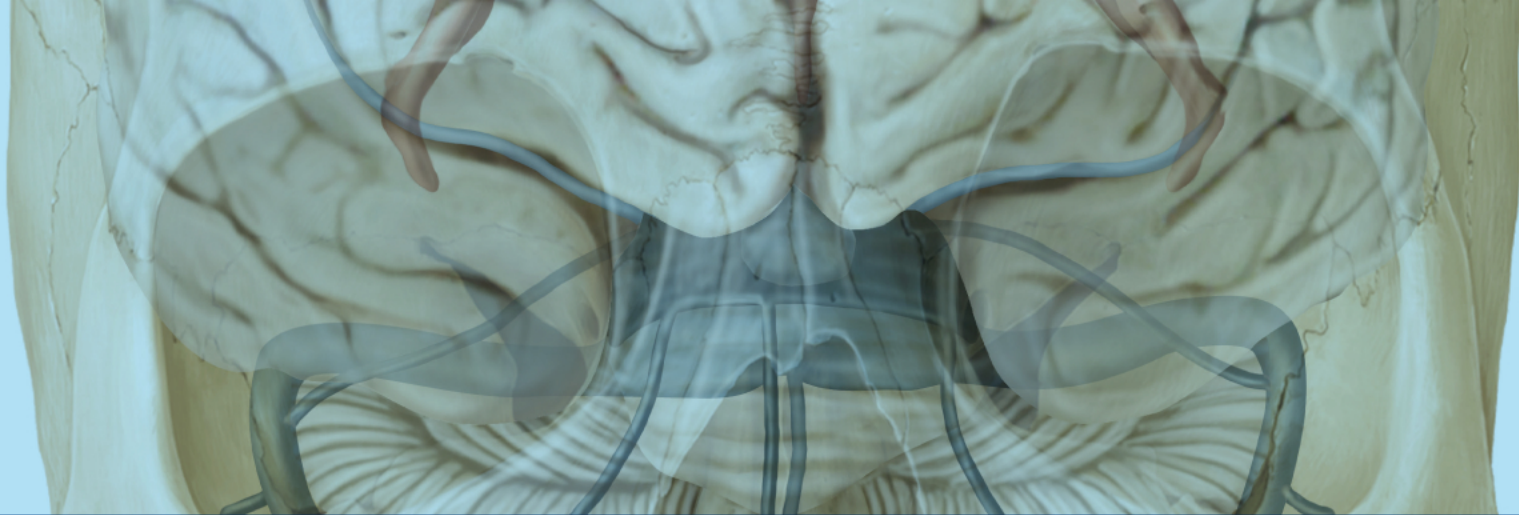
■ **Figura 9.14** Esempi citoarchitettonici di corteccia granulare e agranulare
a Corteccia granulare. **b** Corteccia agranulare.

Le aree corticali la cui funzione primaria è quella di elaborare informazioni sono ricche di cellule granulari (**corteccia granulare**); lo strato granulare interno (IV), in queste regioni, risulta perciò, in proporzione, particolarmente spesso (tipica, ad esempio, è la corteccia somatosensitiva primaria oppure quella visiva o quella uditiva). Le aree corticali nelle quali le informazioni vengono proiettate all'esterno della corteccia si contraddistinguono, invece, per strati evidenti di cellule piramidali, principalmente lo strato V (es. corteccia motoria quale sede di origine della via piramidale, definita **corteccia agranulare**). L'analisi della distribuzione delle cellule nervose nella corteccia costituisce la base per identificare aree funzionalmente distinte, secondo la cosiddetta *citoarchitettonica telencefalica* (**Fig. 9.14**).

L'**allocortex** comprende le porzioni corticali filogeneticamente più antiche e rappresenta una piccola parte dell'intera corteccia cerebrale. A differenza dell'**isocortex**, che è composta da sei strati, l'**allocortex** è costituita per lo più da tre o quattro strati (mancano sempre gli strati granulari e i due strati piramidali possono essere uniti a formarne uno solo) e comprende *paleocortex* e *archicortex*. Inoltre, sono presenti aree di transizione all'**isocortex**, la *peripaleocortex* e la *periarchicortex* (in rosso chiaro nella **Fig. 9.15**), costituite da quattro strati. Queste aree vengono anche indicate come *mesocortex*. Una parte fondamentale dell'**allocortex** è il **rinencefalo**. Gli impulsi olfattivi percepiti dal bulbo olfattivo sono le uniche afferenze sensitive che non giungono alla corteccia cerebrale mediante il talamo. Un'altra parte importante dell'**allocortex** è rappresentata dall'**ippocampo** e dalle aree nucleari a esso collegate (vedi oltre).



■ **Figura 9.15** Panoramica dell'**allocortex**
a Base dell'encefalo. **b** Superficie mediale dell'emisfero destro. Le strutture che fanno parte dell'**allocortex** sono evidenziate a colori.



Anatomia Umana

Basi Anatomiche per le Neuroscienze

