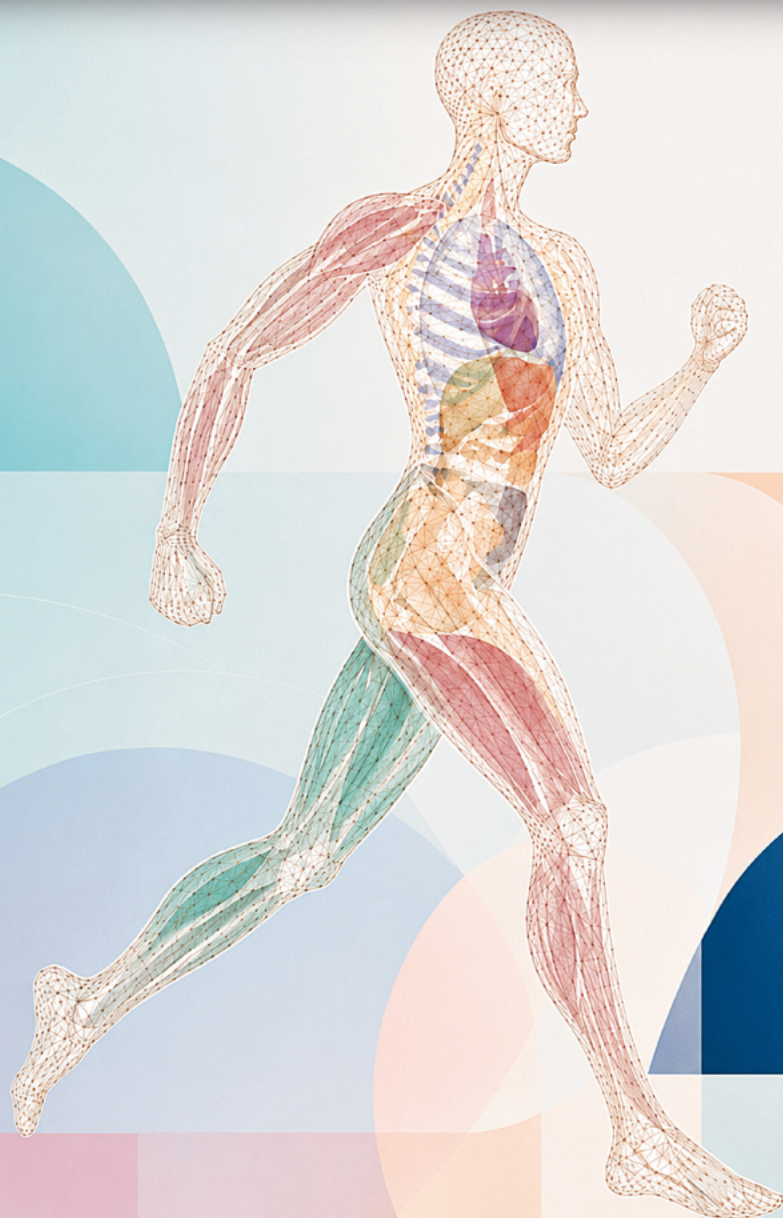


Guido Cavaletti • Germano Guerra • Alessandro Vercelli

Lineamenti di Anatomia Umana

Paola **Alberti**
Pasquale **Bandiera**
Marina Maria **Boido**
Alessandra **Pacini**
Marina **Protasoni**
Arianna **Scuteri**



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

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



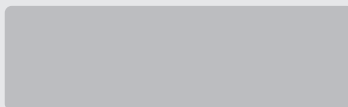
COLLEGATI AL SITO
EDISES.IT

ACCEDI AL
MATERIALE DIDATTICO

SEGUI LE
ISTRUZIONI

Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edises.it** e attiva 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 **edises.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 **edises.it**
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edises.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.

L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito per **18 mesi**.

LINEAMENTI DI ANATOMIA UMANA

Coordinamento a cura di

GUIDO CAVALETTI, GERMANO GUERRA, ALESSANDRO VERCELLI

LINEAMENTI DI ANATOMIA UMANA

Copyright © 2026 Edises Edizioni S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
2030 2029 2028 2027 2026

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

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o 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.

Illustrazioni

Lorena Merchione

Fotocomposizione

ProMedia Studio di Antonella Leano

Stampato presso

A.C.M. S.p.A. – Via dei Velaioni 7, Torre del Greco (NA)

per conto della

Edises Edizioni S.r.l. – Piazza Dante, 89 – Napoli

www.edises.it

assistenza.edises.it

ISBN 978 88 3623 248 2

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 sulla piattaforma assistenza.edises.it.

AUTORI

Paola Alberti

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Pasquale Bandiera

Università degli Studi di Sassari

Marina Maria Boido

Università degli Studi di Torino

Alessandra Pacini

Università degli Studi di Firenze

Marina Protasoni

Università degli Studi dell'Insubria

Arianna Scuteri

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Coordinamento a cura di

Guido Cavaletti

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Germano Guerra

Università degli Studi del Molise

Alessandro Vercelli

Università degli Studi di Torino



PREFAZIONE

Quest'opera è uno strumento di studio rigoroso, chiaro e adeguato alle esigenze della formazione universitaria e ha l'obiettivo di agevolare la comprensione della complessità dell'anatomia umana.

La trattazione propone una visione organica del corpo umano, dalle caratteristiche fondamentali dei tessuti all'organizzazione degli organi, degli apparati e dei sistemi. I contenuti sono stati selezionati e calibrati privilegiando gli aspetti anatomici essenziali, i rapporti tra le strutture e i collegamenti tra morfologia e funzione, così da favorire una comprensione ragionata della disciplina.

Particolare attenzione è riservata alla chiarezza espositiva e alla terminologia anatomica, introdotta con gradualità e utilizzata con il necessario rigore scientifico. L'apparato iconografico, strettamente integrato con il testo, accompagna lo studio e facilita la comprensione della disposizione e dei rapporti tridimensionali delle strutture anatomiche.

Richiami funzionali e riferimenti di interesse clinico completano la trattazione, evidenziando il ruolo dell'Anatomia come fondamento per lo studio delle altre discipline biomediche e per la successiva formazione professionale.

Il risultato è un manuale concepito per accompagnare lo studente nell'acquisizione delle conoscenze anatomiche fondamentali, offrendo al tempo stesso una base solida per affrontare gli insegnamenti successivi del percorso di studi.

Si ringraziano la Dott.ssa Valeria Filardo per il preziosissimo lavoro di redazione dell'opera e la Sig.ra Lorena Merchione per la veste grafica.



INDICE GENERALE

CAPITOLO 1 **INTRODUZIONE ALL'ANATOMIA** **UMANA**

1.1	Linguaggio anatomico	2
1.2	Assi e piani anatomici	2
1.3	Movimenti	4
1.4	Organizzazione del corpo umano	6
1.4.1	Parti del corpo	6
1.4.2	Punti di repere e linee di riferimento	7
1.4.3	Regioni corporee	8
1.4.4	Cavità corporee	9

CAPITOLO 2 **TESSUTI**

2.1	Tessuto epiteliale	12
2.1.1	Epiteli di rivestimento	13
2.1.2	Epiteli ghiandolari	15
2.2	Tessuto connettivo	15
2.2.1	Tessuto connettivo propriamente detto	16
2.2.2	Tessuto adiposo	16
2.2.3	Tessuto cartilagineo	17
2.2.4	Tessuto osseo	17
2.2.5	Sangue	20
2.3	Tessuto muscolare	20
2.4	Tessuto nervoso	21
2.4.1	Neuroni	22
2.4.2	Cellule della glia	24
2.4.3	Fibre nervose e nervi	25
2.4.4	Sostanza grigia e sostanza bianca	26
2.4.5	Rigenerazione del tessuto nervoso	26
2.5	Integrazione funzionale dei tessuti	26

CAPITOLO 3 **APPARATO TEGUMENTARIO**

3.1	Cute	29
3.1.1	Epidermide	29
3.1.2	Derma	30
3.2	Ipoderma	30
3.3	Vascolarizzazione e innervazione della cute	31
3.3.1	Irrorazione arteriosa e drenaggio venoso	31
3.3.2	Drenaggio linfatico	32
3.3.3	Innervazione	32

3.4	Annessi cutanei	33
3.4.1	Unghie	33
3.4.2	Ghiandole sebacee	33
3.4.3	Ghiandole sudoripare	35
3.4.4	Peli	36

CAPITOLO 4 **APPARATO LOCOMOTORE:** **GENERALITÀ**

4.1	Ossa	40
4.1.1	Anatomia macroscopica	40
4.1.2	Anatomia microscopica	41
4.1.3	Tipi di tessuto osseo	42
4.1.4	Istogenesi dell'osso	45
4.2	Cartilagini	46
4.2.1	Anatomia microscopica	47
4.3	Articolazioni	48
4.3.1	Sinartrosi	49
4.3.2	Diartrrosi	49
4.4	Muscoli scheletrici	52
4.4.1	Anatomia macroscopica	52
4.4.2	Nomenclatura	53
4.4.3	Anatomia microscopica	55
4.4.4	Contrazione muscolare	56

CAPITOLO 5 **APPARATO LOCOMOTORE:** **SISTEMA SCHELETRICO**

5.1	Scheletro della testa (cranio)	62
5.1.1	Calotta cranica	63
5.1.2	Base cranica	63
5.1.3	Neurocranio	67
5.1.4	Splancnocranio	71
5.1.5	Osso ioide	74
5.1.6	Articolazioni	74
5.1.7	Cavità orbitaria	75
5.1.8	Cavità nasali	75
5.2	Scheletro del dorso (colonna vertebrale)	76
5.2.1	Curvature fisiologiche	76
5.2.2	Vertebre	76
5.2.3	Articolazioni	80
5.3	Scheletro del torace (gabbia toracica)	87
5.3.1	Sterno	87

5.3.2	Coste	87
5.3.3	Articolazioni	87
5.4	Scheletro dell'arto superiore	92
5.4.1	Cingolo scapolare	93
5.4.2	Scheletro del braccio	93
5.4.3	Scheletro dell'avambraccio	95
5.4.4	Scheletro della mano	97
5.4.5	Articolazioni	97
5.5	Scheletro dell'arto inferiore	101
5.5.1	Cingolo pelvico	101
5.5.2	Scheletro della coscia	101
5.5.3	Scheletro della gamba	105
5.5.4	Scheletro del piede	107
5.5.5	Articolazioni	110

CAPITOLO 6

APPARATO LOCOMOTORE: SISTEMA MUSCOLARE

6.1	Muscoli della testa	117
6.1.1	Muscoli mimici	118
6.1.2	Muscoli masticatori	118
6.2	Muscoli del collo	118
6.2.1	Muscoli anteriori superficiali	118
6.2.2	Muscoli anteriori profondi	118
6.2.3	Muscoli laterali	122
6.2.4	Muscoli profondi	122
6.3	Muscoli del dorso	124
6.3.1	Muscoli spinoappendicolari	124
6.3.2	Muscoli spinocostali	124
6.3.3	Muscoli spinodorsali (intrinseci)	124
6.4	Muscoli del torace	128
6.4.1	Muscoli estrinseci	128
6.4.2	Muscoli intrinseci	128
6.5	Muscoli dell'addome	132
6.5.1	Muscoli anteriori	132
6.5.2	Muscoli laterali	133
6.5.3	Muscoli posteriori	134
6.6	Muscoli del perineo	134
6.6.1	Piano superficiale	134
6.6.2	Piano intermedio	134
6.6.3	Piano profondo	134
6.7	Muscoli dell'arto superiore	136
6.7.1	Muscoli della spalla	136
6.7.2	Muscoli del braccio	136
6.7.3	Muscoli dell'avambraccio	136
6.7.4	Muscoli della mano	139
6.8	Muscoli dell'arto inferiore	143
6.8.1	Muscoli dell'anca	143
6.8.2	Muscoli della coscia	144

6.8.3	Muscoli della gamba	145
6.8.4	Muscoli del piede	148
APPENDICE ANATOMICA DEI MUSCOLI		149
A.	Muscoli della testa	149
B.	Muscoli del collo	149
C.	Muscoli del dorso	151
D.	Muscoli del torace	151
E.	Muscoli dell'addome	152
F.	Muscoli del perineo	152
G.	Muscoli dell'arto superiore	153
H.	Muscoli dell'arto inferiore	156

CAPITOLO 7

APPARATO CARDIOVASCOLARE: GENERALITÀ

7.1	Circolazione sistemica (grande circolo)	160
7.2	Circolazione polmonare (piccolo circolo)	161
7.3	Circolazione prenatale	161
7.4	Vasi sanguigni	163
7.4.1	Arterie	164
7.4.2	Vene	164
7.4.3	Capillari	165
7.4.4	Anastomosi e reti mirabili	166
7.5	Sangue	166

CAPITOLO 8

APPARATO CARDIOVASCOLARE: CUORE

8.1	Cavità cardiache	170
8.2	Pericardio	175
8.3	Parete cardiaca	175
8.4	Valvole cardiache	176
8.5	Scheletro fibroso	179
8.6	Vascolarizzazione	182

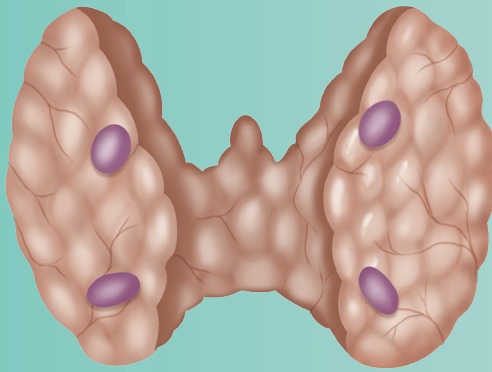
CAPITOLO 9

APPARATO CARDIOVASCOLARE: SISTEMA CIRCOLATORIO

9.1	Arterie del piccolo circolo	186
9.2	Vene del piccolo circolo	186
9.3	Arterie del grande circolo	186
9.3.1	Aorta	188
9.3.2	Arterie della testa e del collo	190
9.3.3	Arterie dell'arto superiore	191
9.3.4	Arterie del torace	191
9.3.5	Arterie dell'addome	193
9.3.6	Arterie della pelvi e dell'arto inferiore	194
9.4	Vene del grande circolo	196
9.4.1	Vena cava superiore	197



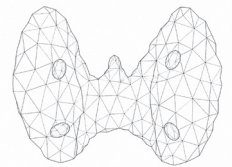
CAPITOLO 16		
SISTEMA NERVOSO		
16.1	Tessuto nervoso	311
16.2	Sistema nervoso centrale	312
16.2.1	Midollo spinale	312
16.2.2	Encefalo	315
16.2.3	Meningi	330
16.2.4	Vascolarizzazione dell'encefalo	331
16.2.5	Sistema ventricolare	333
16.2.6	Liquido cerebrospinale	334
16.3	Sistema nervoso periferico	335
16.3.1	Nervi spinali	336
16.3.2	Nervi cranici	338
16.4	Vie nervose	348
16.4.1	Vie ascendenti	348
16.4.2	Principali vie discendenti	350
16.5	Sistema nervoso autonomo	352
16.5.1	Sistema simpatico	353
16.5.2	Sistema parasimpatico	354
16.5.3	Sistema nervoso enterico	355
16.6	Recettori sensitivi	355
16.6.1	Recettori per la sensibilità generale	355
16.6.2	Recettori per la sensibilità speciale	357
INDICE ANALITICO		363



Sistema endocrino

CAPITOLO

15



- 15.1 Ormoni
- 15.2 Ipotalamo
- 15.3 Ipofisi
- 15.4 Tiroide
- 15.5 Paratiroidi
- 15.6 Ghiandole surrenali
- 15.7 Epifisi
- 15.8 Pancreas endocrino

Il sistema endocrino (**FIG. 15.1**) è uno dei principali sistemi di controllo dell'organismo e agisce in stretta integrazione con il sistema nervoso (*sistema neuroendocrino*) per mantenere l'omeostasi, rispondere agli stimoli esterni e coordinare le funzioni corporee.

A differenza del sistema nervoso, che utilizza impulsi elettrici, producendo effetti rapidi e di breve durata, il sistema endocrino si basa su messaggeri chimici chiamati **ormoni**, rilasciati nel circolo sanguigno e in grado di raggiungere cellule anche molto distanti dal sito di produzione. Gli effetti degli ormoni sono generalmente più lenti ma più prolungati nel tempo, risultando particolarmente adatti al controllo di processi come crescita, metabolismo, riproduzione ed equilibrio idroelettrolitico.

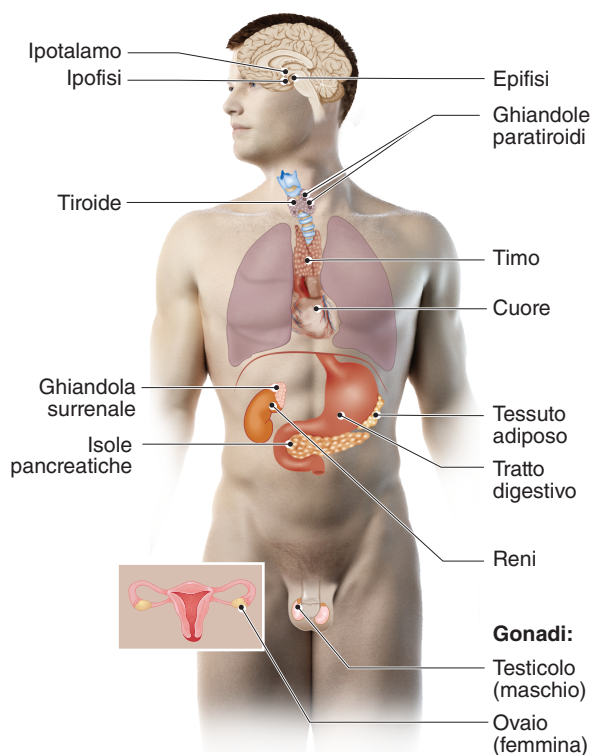
L'attività endocrina è regolata da *meccanismi di feedback*, prevalentemente negativi, nei quali l'ormone prodotto da una ghiandola periferica riduce la propria secrezione agendo sulle strutture che lo controllano. Un esempio tipico è rappresentato dagli *assi endocrini* che coinvolgono ipotalamo, ipofisi e ghiandole periferiche (**FIG. 15.2**).

Le **ghiandole endocrine** sono prive di dotti e rilasciano gli ormoni direttamente nel circolo sanguigno. Per questo motivo sono riccamente vascolarizzate, caratteristica che consente un rapido passaggio degli ormoni nel circolo.

Le principali ghiandole endocrine sono *ipofisi*, *tiroide*, *paratiroidi*, *ghiandole surrenali* (o *surreni*), *pancreas endocrino* ed *epifisi* (vedi **FIG. 15.1**). Anche altri organi, pur non essendo ghiandole endocrine propriamente dette, svolgono funzioni endocrine: le *gonadi* producono ormoni sessuali; il *cuore*, i *reni*, il *tessuto adiposo* e la *placenta* secernono sostanze con attività ormonale.

ASSI ENDOCRINI

Gli assi endocrini rappresentano sistemi di regolazione gerarchica in cui l'ipotalamo produce fattori di rilascio che stimolano l'ipofisi. Quest'ultima secreta ormoni tropici che agiscono su ghiandole periferiche (come tiroide, surreni o gonadi). Gli ormoni prodotti dalle ghiandole periferiche esercitano un feedback negativo su ipotalamo e ipofisi, regolando la loro stessa produzione e mantenendo l'equilibrio endocrino (**FIG. 15.2**).



15.1 Ormoni

Gli ormoni sono molecole segnale che agiscono a concentrazioni molto basse, regolando l'attività delle cellule bersaglio. Dal punto di vista chimico, si distinguono tre principali categorie: **ormoni peptidici e proteici**, **ormoni steroidei** e **ormoni derivati da aminoacidi**. Questa classificazione è importante perché il tipo di ormone determina il suo meccanismo d'azione.

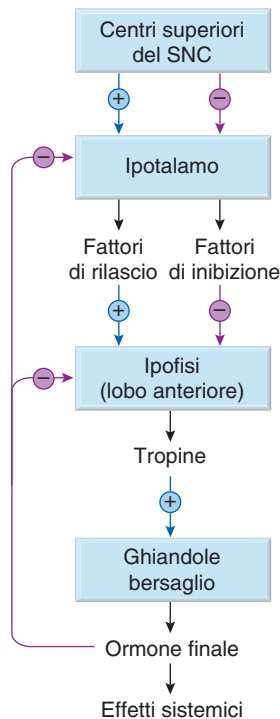
Una caratteristica fondamentale dell'azione ormonale è la *specificità*: solo le cellule dotate di recettori specifici possono rispondere a un determinato ormone.

CLASSIFICAZIONE DEGLI ORMONI

Gli ormoni possono essere classificati in:

- ormoni peptidici e proteici (es. insulina, ormone della crescita), generalmente idrosolubili;
- ormoni steroidei (es. cortisolo, estrogeni), derivati dal colesterolo e liposolubili;
- ormoni derivati da aminoacidi (es. adrenalina, ormoni tiroidei).

● **FIGURA 15.1** Panoramica del sistema endocrino.



● FIGURA 15.2 Asse ipotalamo-ipofisi.

Il meccanismo d'azione dipende dalla natura chimica dell'ormone. Gli **ormoni idrosolubili** si legano a recettori di membrana e attivano segnali intracellulari, mentre quelli **liposolubili** attraversano la membrana cellulare e agiscono a livello nucleare, modulando l'espressione genica.

La secrezione ormonale è regolata principalmente da meccanismi di feedback negativo, che mantengono stabile la concentrazione degli ormoni nel sangue (FIG. 15.2). Più raramente si osservano meccanismi di feedback positivo, in cui l'ormone stimola ulteriormente la propria produzione.

FEEDBACK

Nel **feedback negativo**, l'ormone prodotto riduce la propria secrezione agendo sui centri di controllo. Un esempio è l'**asse ipotalamo-ipofisi-tiroide**: gli ormoni tiroidei inibiscono la produzione di TRH e TSH. Il **feedback positivo** è più raro ed è tipicamente osservato durante l'ovulazione, quando gli estrogeni stimolano il picco di LH.

15.2 Ipotalamo

L'ipotalamo rappresenta il principale punto di integrazione tra i sistemi nervoso ed endocrino.

È una struttura del diencefalo situata inferiormente al talamo ed è costituito da numerosi nuclei con funzioni specifiche (vedi Cap. 16). Pur essendo parte del sistema nervoso, l'ipotalamo svolge un ruolo fondamentale nel controllo endocrino grazie alla sua stretta connessione con l'ipofisi. Contiene neuroni specializzati, detti **neurosecretori**, capaci di produrre e rilasciare ormoni.

Alcuni di questi neuroni, detti **magnocellulari**, producono *ossitocina* e *vasopressina* (ADH, *ormone antidiuretico*), che vengono trasportate lungo gli assoni fino alla neuroipofisi, dove sono rilasciate nel circolo sanguigno (vedi Par. 15.3.1).

Altri neuroni, detti **parvocellulari**, producono *fattori di rilascio* e *di inibizione*, che regolano l'attività dell'adenoipofisi (FIG. 15.2). Queste sostanze raggiungono l'ipofisi attraverso un sistema vascolare specializzato, il *sistema portale ipotalamo-ipofisario* (vedi oltre).

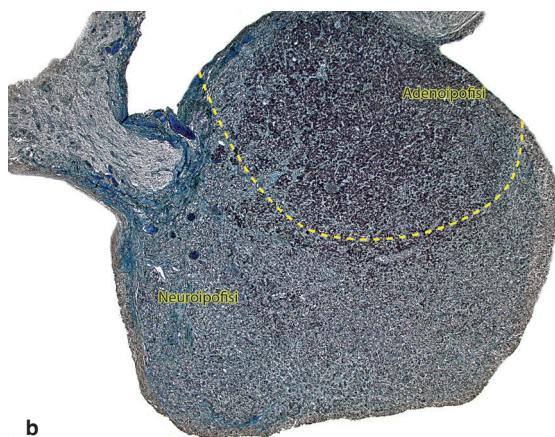
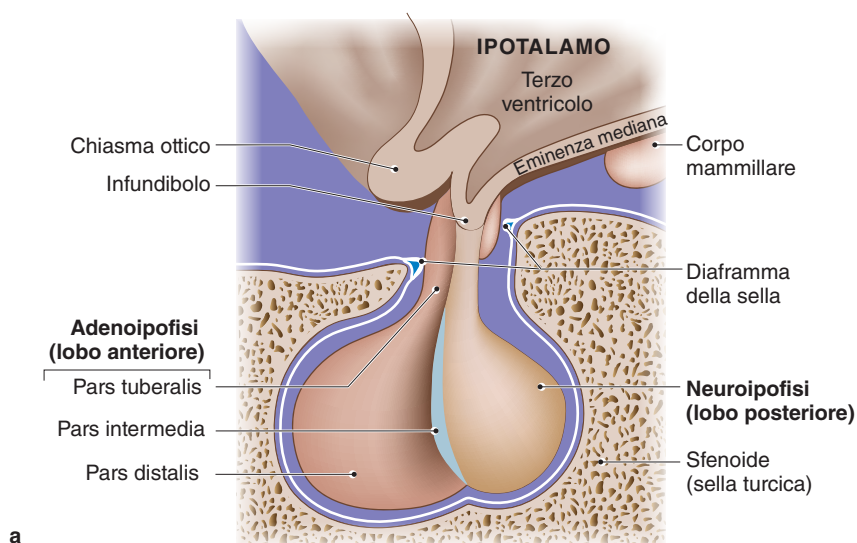
L'ipotalamo integra informazioni provenienti da numerose fonti: segnali nervosi dalla corteccia cerebrale che riflettono stati emotivi, segnali dal sistema limbico legati alle emozioni e alla memoria, informazioni sensoriali e segnali umorali relativi alla composizione chimica del sangue che l'ipotalamo monitora direttamente. Sulla base di queste informazioni integrate, l'ipotalamo regola non solo la secrezione ipofisaria, ma anche la temperatura corporea, l'appetito, la sete, il ritmo sonno-veglia e numerose altre funzioni omeostatiche, rappresentando così il principale centro di integrazione delle risposte fisiologiche dell'organismo.

15.3 Ipofisi

L'ipofisi, o *ghiandola pituitaria*, è una piccola ghiandola delle dimensioni di un pisello, situata alla base del cranio, nella sella turcica dell'osso sfenoide. Nonostante le dimensioni ridotte, svolge un ruolo centrale nel sistema endocrino, poiché regola l'attività di numerose altre ghiandole.

È collegata all'ipotalamo tramite il **peduncolo ipofisario**, attraverso il quale riceve segnali nervosi e ormonali che ne controllano l'attività.

Dal punto di vista strutturale, l'ipofisi è costituita da due porzioni principali: l'**adenoipofisi**, (*lobo anteriore*), di natura ghiandolare, e la **neuroipofisi** (*lobo posteriore*), di origine nervosa (FIG. 15.3). Le due porzioni hanno origine, strut-



● **FIGURA 15.3** Ipofisi. (a) Anatomia topografica e macroscopica. (b) Anatomia microscopica.

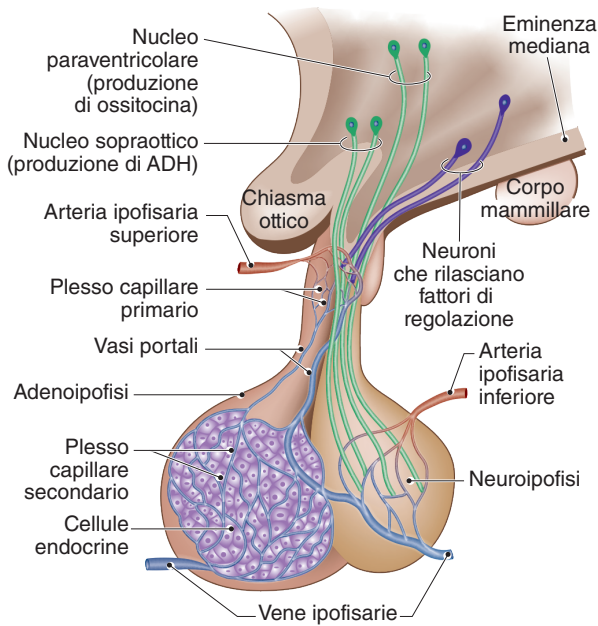
TABELLA 15.1 Principali ormoni ipofisari e loro controllo ipotalamico		
Porzione ipofisaria	Ormoni secreti	Controllo ipotalamico
Adenoipofisi	GH, TSH, ACTH, FSH, LH, PRL	GHRH, TRH, CRH, GnRH, dopamina
Neuroipofisi	ADH (vasopressina), ossitocina	sintetizzati nell'ipotalamo

tura e funzioni differenti, ma agiscono in modo coordinato sotto il controllo dell'ipotalamo. I principali ormoni secreti dalle diverse porzioni dell'ipofisi sono riassunti nella **TAB. 15.1**.

L'ipofisi è caratterizzata da una vascolarizzazione particolare, che include il **sistema portale ipotalamo-ipofisario**, fondamentale per il controllo della secrezione ormonale (**FIG. 15.4**).

Le **arterie ipofisarie superiori** formano un primo plesso capillare a livello dell'ipotalamo,

dove vengono rilasciati i fattori di rilascio e di inibizione prodotti dai neuroni ipotalamici. Da questo plesso originano vasi portali che raggiungono l'adenoipofisi e si ramificano in un secondo plesso capillare, attraverso il quale i fattori ipotalamici regolano direttamente la secrezione degli ormoni ipofisari (**FIG. 15.4**). L'**arteria ipofisaria inferiore** vascolarizza direttamente il lobo posteriore. Il sangue refluo drena quindi nelle **vene ipofisarie** e nei **seni venosi della dura madre**.



● FIGURA 15.4 Sistema portale ipotalamo-ipofisario.

15.3.1 Neuroipofisi

La neuroipofisi rappresenta un'estensione funzionale dell'ipotalamo più che una vera ghiandola endocrina. È costituita principalmente da assoni di neuroni i cui corpi cellulari si trovano nei **nuclei supraottico e paraventricolare** dell'ipotalamo.

Questi neuroni producono due ormoni peptidici: la *vasopressina* (o *ormone antidiuretico*, *ADH*) e l'*ossitocina* (FIG. 15.5). Gli ormoni vengono sintetizzati nei corpi cellulari ipotalamici, trasportati lungo gli assoni e immagazzinati nei terminali nervosi della neuroipofisi, da cui sono rilasciati nel circolo sanguigno in risposta a stimoli nervosi. Nella neuroipofisi sono presenti anche cellule di supporto chiamate **pitu-iciti**.

La **vasopressina** agisce principalmente a livello renale, dove aumenta la permeabilità all'acqua dei dotti collettori. Questo determina un maggiore riassorbimento di acqua, con riduzione della diuresi e aumento della concentrazione urinaria.

L'**ossitocina** agisce principalmente su utero e ghiandola mammaria. Durante il parto stimola la contrazione del miometrio, mentre dopo il parto induce la contrazione delle cellule mioepiteliali della mammella, favorendo l'eiezione del latte. Nell'uomo, contribuisce alla contrazione

della muscolatura liscia delle vie spermatiche e alla secrezione prostatica.

REGOLAZIONE DELLA SECREZIONE DI VASOPRESSINA

La secrezione di vasopressina è regolata principalmente da variazioni dell'osmolarità plasmatica e del volume ematico. Un aumento dell'osmolarità (ad esempio in caso di disidratazione) stimola i neuroni ipotalamici a rilasciare ADH, favorendo il riassorbimento di acqua a livello renale. Al contrario, una riduzione dell'osmolarità o un aumento del volume ematico inibiscono la secrezione dell'ormone. Alterazioni di questo sistema possono portare a condizioni cliniche come il *diabete insipido* o la *sindrome da inappropriata secrezione di ADH (SIADH)*.

15.3.2 Adenoipofisi

L'adenoipofisi è una ghiandola endocrina costituita da cellule epiteliali organizzate in cordoni, immerse in una ricca rete di capillari sinusoidi fenestrati che permettono il rapido passaggio degli ormoni nel sangue.

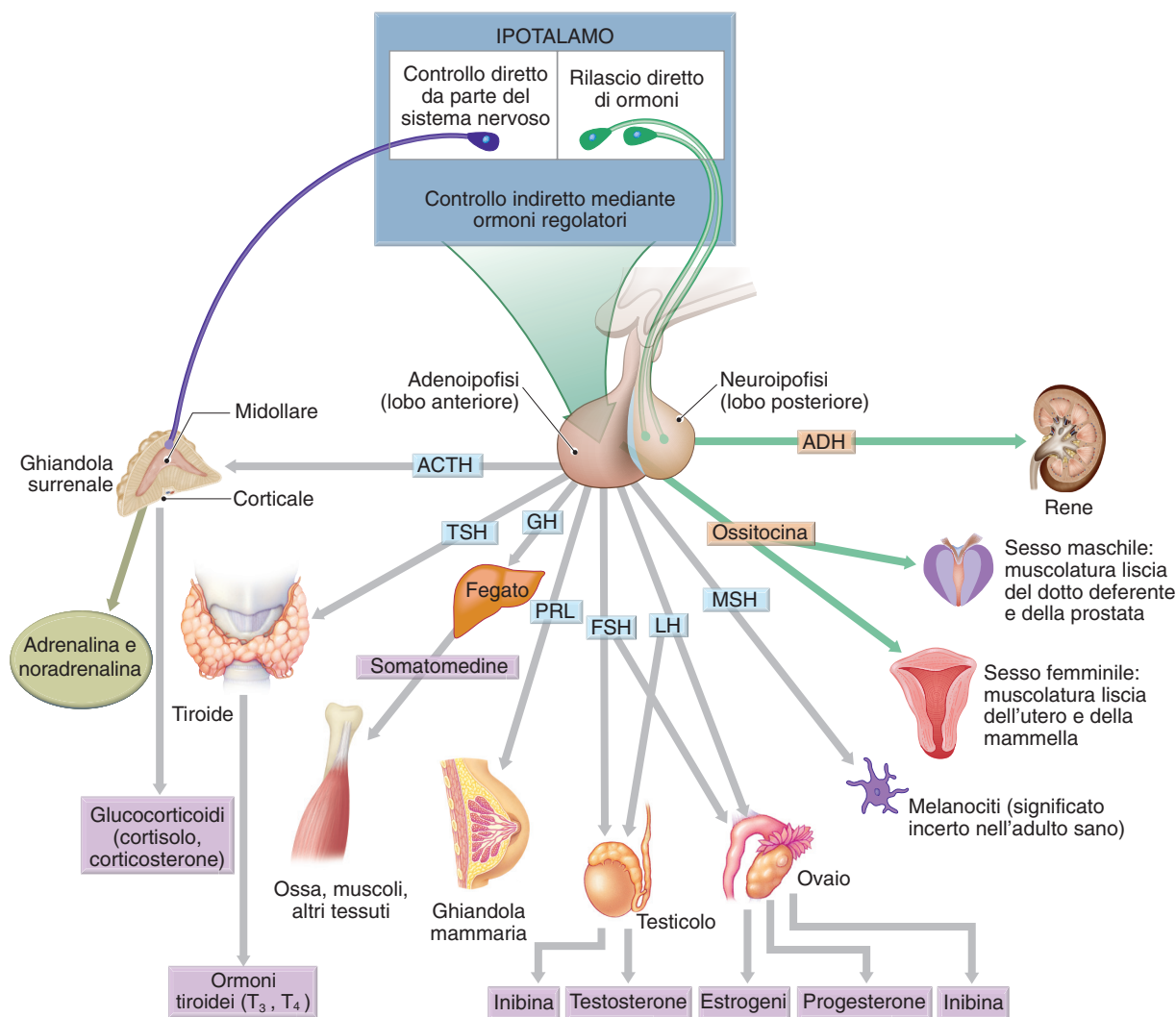
Dal punto di vista anatomico, si distinguono tre porzioni (vedi FIG. 15.3a): la **pars distalis**, più voluminosa e funzionalmente più importante; la **pars tuberalis**, che avvolge il peduncolo ipofisario; la **pars intermedia**, poco sviluppata nell'adulto.

L'adenoipofisi produce diversi ormoni fondamentali per la regolazione dell'attività endocrina (FIG. 15.5): *ormone della crescita* (GH), *prolattina* (PRL), *ormone tiro-stimolante* (TSH), *ormone adrenocorticotropo* (ACTH), *ormone follicolo-stimolante* (FSH) e *ormone luteinizzante* (LH); la pars intermedia produce, inoltre, l'*ormone melanocito-stimolante* (MSH), con ruolo limitato nell'adulto. La secrezione di questi ormoni è stimolata da fattori ipotalamici, ad eccezione della prolattina, la cui secrezione è principalmente inibita dalla dopamina prodotta dall'ipotalamo.

Da un punto di vista istologico, le cellule dell'adenoipofisi si distinguono in cromofile e cromofobe. Le **cellule cromofile** rappresentano la componente attivamente secernente e si suddividono in acidofile e basofile.

Le **cellule acidofile** comprendono:

- le **cellule somatotrope**, che producono l'ormone della crescita (GH), coinvolto nella crescita e nel metabolismo;
- le **cellule mammotrope**, che producono la prolattina, fondamentale per la produzione di latte.



● **FIGURA 15.5** Ormoni ipofisari, organi bersaglio e principali effetti.

Le **cellule basofile** comprendono:

- le **cellule corticotrope**, che producono ACTH e stimolano la corteccia surrenale;
- le **cellule tireotrope**, che producono TSH e regolano la funzione tiroidea;
- le **cellule gonadotrope**, che producono FSH e LH. FSH e LH regolano la funzione delle gonadi. Nella donna controllano la maturazione follicolare, l'ovulazione e la produzione di ormoni ovarici; nel maschio stimolano la spermatogenesi (FSH) e la produzione di testosterone da parte delle cellule di Leydig (LH), nel maschio chiamato anche *ICSH* (*Interstitial Cell Stimulating Hormone*).

Le **cellule cromofobe** corrispondono a cellule staminali scarsamente differenziate o cellule in fase di riposo, inattive.

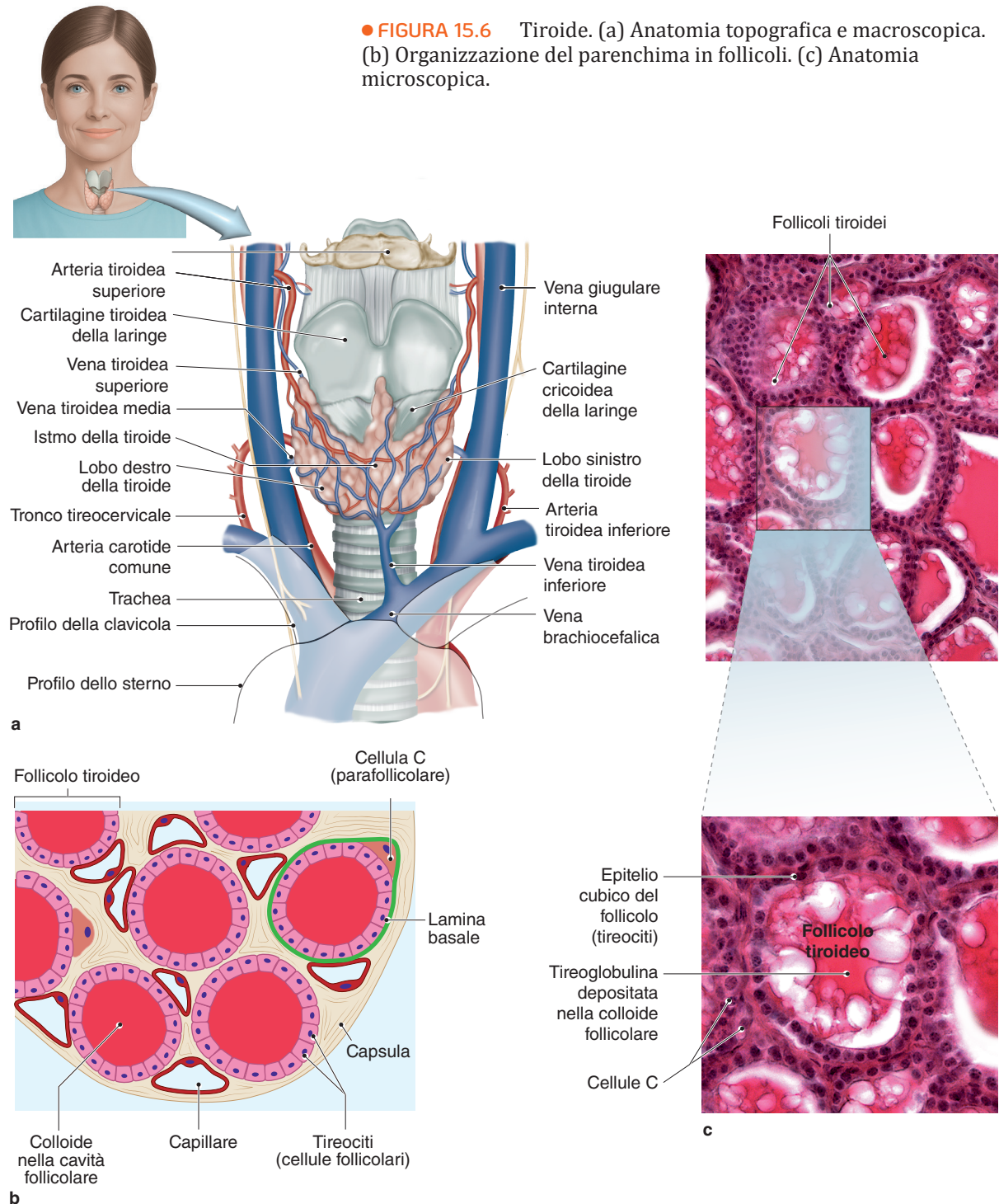
15.4 Tiroide

La tiroide è la più grande ghiandola endocrina del corpo, situata nella regione anteriore del collo, davanti alla trachea. Nell'adulto pesa circa 20-25 grammi ed è costituita da due **lobi laterali** uniti da un **istmo**, conferendole una caratteristica forma a farfalla (**FIG. 15.6a**); in alcuni individui può essere presente un prolungamento superiore, chiamato **lobo piramidale** o di Morgagni.

La ghiandola è rivestita da una capsula fibrosa aderente al parenchima, a sua volta circondata dalla **fascia pretracheale**, che la collega a strutture vicine. Questa organizzazione contribuisce a mantenere la tiroide in posizione e spiega il suo movimento durante la deglutizione.

La tiroide è una ghiandola altamente vascolarizzata (FIG. 15.6a). L'irrorazione arteriosa è garantita dalle **arterie tiroidee superiori**, rami della carotide esterna, e dalle **arterie tiroidee inferiori**, rami del tronco tireocervicale. In alcuni casi è presente un'arteria *tiroidea ima*. Il dre-

● FIGURA 15.6 Tiroide. (a) Anatomia topografica e macroscopica. (b) Organizzazione del parenchima in follicoli. (c) Anatomia microscopica.



naggio venoso avviene attraverso **vene tiroidee superiori, medie e inferiori**, che confluiscono nelle vene giugulari interne e brachiocefaliche. Il drenaggio linfatico è diretto inizialmente ai **linfonodi prelaringei, pretracheali e paratracheali**, per poi raggiungere i *linfonodi cervicali profondi*.

Da un punto di vista microscopico, la tiroide presenta un'organizzazione caratteristica in **follicoli tiroidei**, strutture sferoidali delimitate da un singolo strato di cellule epiteliali chiamate **tireociti**. Il lume dei follicoli è occupato da una sostanza chiamata **colloide**, costituita principalmente da *tireoglobulina* (FIG. 15.6b,c).

Gli **ormoni tiroidei**, *tetraiodotironina* (o *tirosina* o T_4) e *triiodotironina* (o T_3), vengono sintetizzati a partire dalla tireoglobulina e immagazzinati nella colloide. Questa modalità di deposito rappresenta una caratteristica unica tra le ghiandole endocrine e consente la presenza di una riserva ormonale utilizzabile per diverse settimane.

Gli ormoni tiroidei regolano il metabolismo dell'organismo, aumentando il consumo di ossigeno e la produzione di energia, e influenzano numerose funzioni, tra cui crescita, sviluppo e attività del sistema nervoso.

Nella parete dei follicoli, a ridosso della membrana basale ma senza raggiungere il lume, o negli spazi interfollicolari, sono presenti le **cellule parafollicolari** (o **cellule C**), che producono *calcitonina*, un ormone coinvolto nella regolazione della calcemia, favorendo la deposizione di calcio nell'osso (FIG. 15.6b,c).

ORMONI TIROIDEI

La produzione degli ormoni tiroidei richiede la presenza di iodio. I tireociti captano lo iodio dal

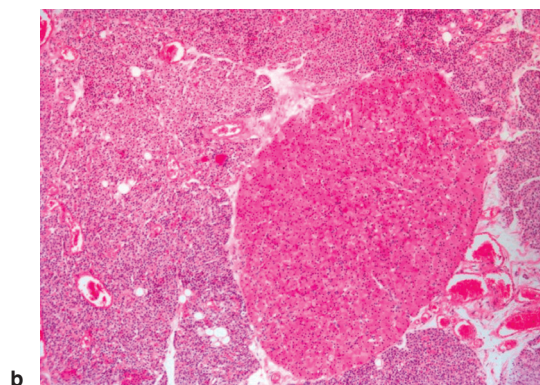
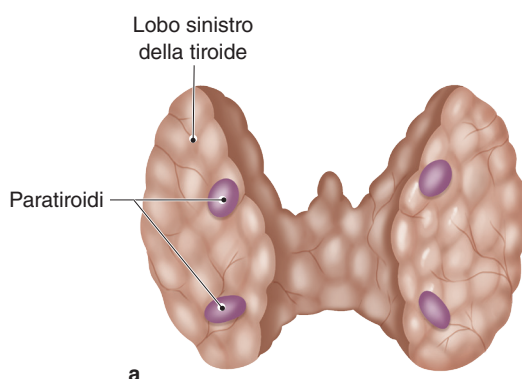
sangue e lo utilizzano per iodare i residui di tirosina della tireoglobulina. Questo processo porta alla formazione di T_3 e T_4 , che rimangono immagazzinati nella colloide fino al momento del loro rilascio. Quando stimolata dal TSH, la cellula follicolare riassorbe la colloide e libera gli ormoni nel circolo sanguigno.

La *secrezione degli ormoni tiroidei* è regolata dall'asse ipotalamo-ipofisi-tiroide. L'ipotalamo produce TRH, che stimola l'ipofisi a secernere TSH. Il TSH agisce sulla tiroide, aumentando la sintesi e il rilascio di T_3 e T_4 . Questi ormoni esercitano un feedback negativo su ipotalamo e ipofisi, riducendo la produzione di TRH e TSH.

15.5 Paratiroidi

Le paratiroidi sono piccole ghiandole endocrine, generalmente quattro (due superiori e due inferiori), situate sulla faccia posteriore della tiroide o talvolta incluse nel suo parenchima (FIG. 15.7a). Hanno forma ovoidale, dimensioni di pochi millimetri e un peso molto ridotto. Il loro colore giallo-brunastro le distingue dal tessuto tiroideo circostante. Sono vascolarizzate principalmente da rami dell'**arteria tiroidea inferiore**.

Dal punto di vista microscopico, le paratiroidi sono costituite da cordoni di cellule immerse in una ricca rete di capillari (FIG. 15.7b). Le **cellule principali** rappresentano la componente funzionale e producono il *paratormone* (PTH). Il PTH, che con la calcitonina regola l'omeostasi del calcio, agisce su diversi organi bersaglio: a livello osseo, stimola il riassorbimento della matrice, con liberazione di calcio nel sangue; a livello renale, aumenta il riassorbimento di calcio e riduce quello di fosfato; a livello intestinale, favorisce l'assorbimento indiretto del calcio, attraverso l'attivazione della vitamina D. La secrezione di



● **FIGURA 15.7** Paratiroidi. (a) Anatomia topografica e macroscopica. (b) Anatomia microscopica.

PTH è regolata direttamente dalla concentrazione di calcio nel sangue: una riduzione della calcemia ne stimola il rilascio, mentre valori elevati lo inibiscono.

Accanto alle cellule principali sono presenti le **cellule ossifile**, più grandi e ricche di mitocondri, che aumentano con l'età. Sarebbero cellule quiescenti, in grado di riattivarsi come cellule principali in caso di necessità.

15.6 Ghiandole surrenali

Le ghiandole surrenali (o *surreni*) sono due ghiandole endocrine situate al di sopra del polo superiore dei reni, avvolte dalla fascia renale, in posizione retroperitoneale (FIG. 15.8a). Nonostante le dimensioni ridotte, producono ormoni fondamentali per la regolazione del metabolismo, dell'equilibrio idroelettrolitico e della risposta allo stress.

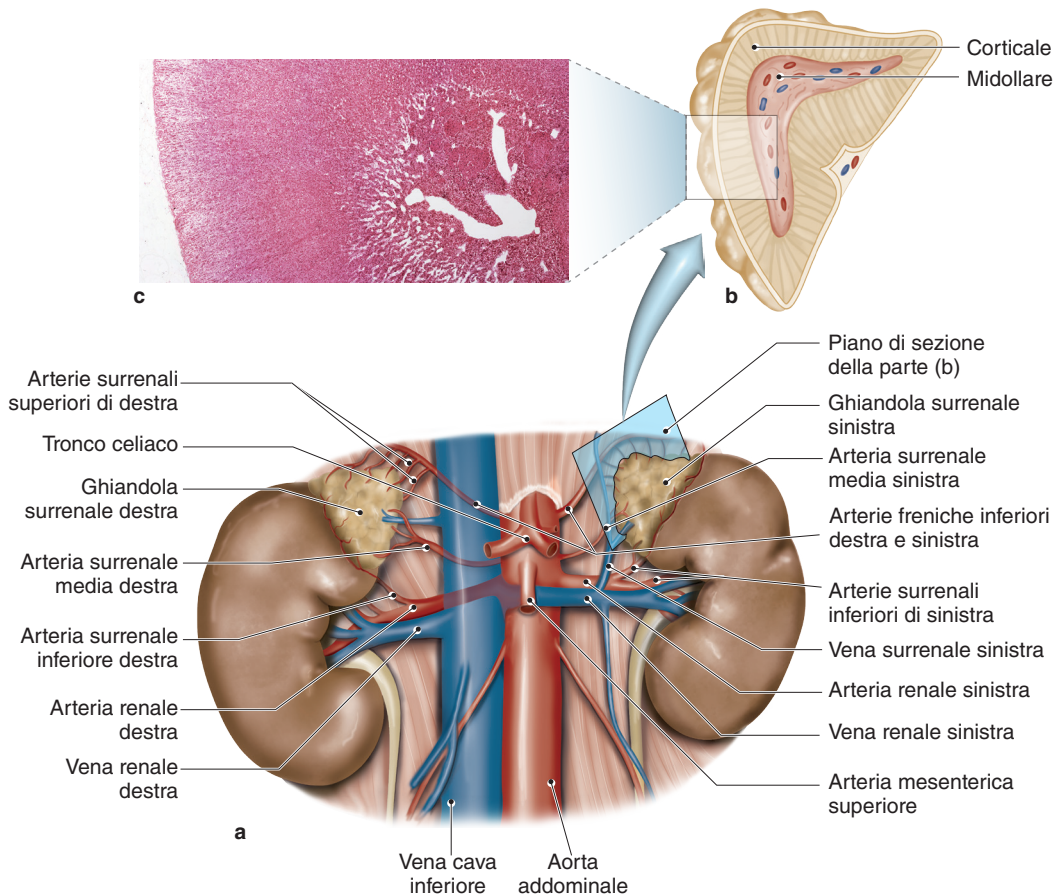
Ciascuna ghiandola è costituita da due porzioni funzionalmente distinte: una corticale esterna e una midollare interna, con diversa origine embriologica e differenti funzioni (FIG. 15.8b,c).

15.6.1 Corticale del surrene

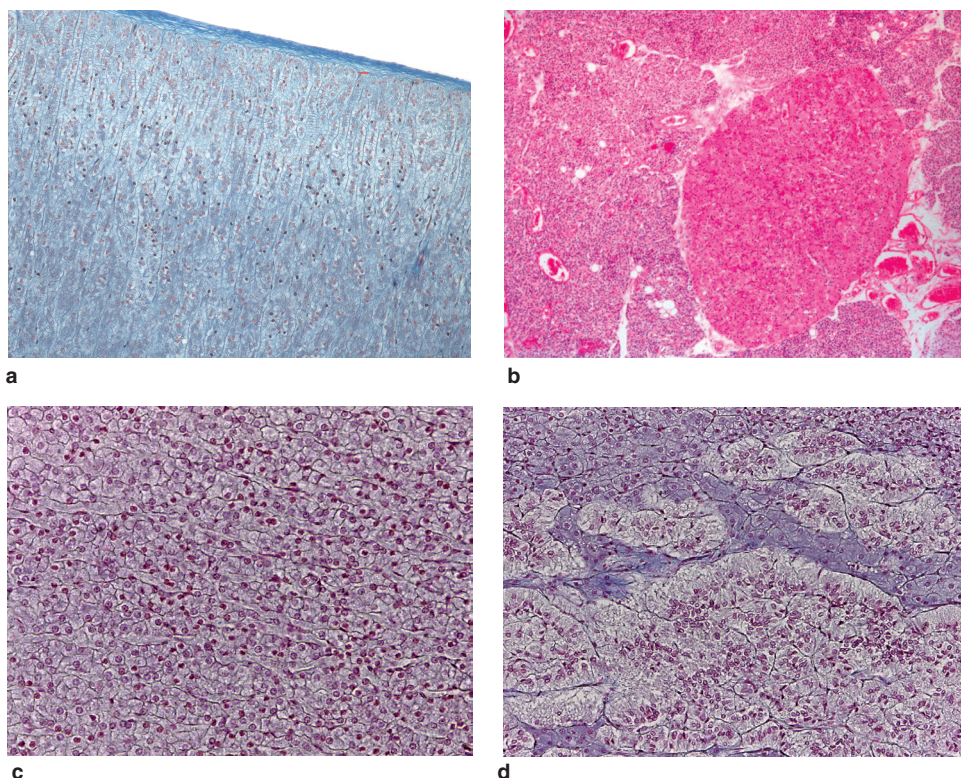
La corticale (FIG. 15.9a), di tipo cordonale, rappresenta la porzione più estesa della ghiandola ed è organizzata in tre zone concentriche, ciascuna con una specifica funzione.

La **zona glomerulare** (FIG. 15.9b), la più esterna, produce *mineralcorticoidi*, principalmente *aldosterone*, che regolano l'equilibrio idrosalino aumentando il riassorbimento di sodio e acqua e l'escrezione di potassio a livello renale.

La **zona fascicolata** (FIG. 15.9c), la regione intermedia, produce *glucocorticoidi*, in particolare *cortisolo*, che regolano il metabolismo energetico e svolgono un'importante azione antinfiammatoria e immunomodulante.



● FIGURA 15.8 Ghiandole surrenali. (a) Anatomia topografica e macroscopica. (b) Organizzazione del parenchima in corticale e midollare. (c) Anatomia microscopica.



● **FIGURA 15.9** Anatomia microscopica delle ghiandole surrenali. (a) Corticale del surrene. (b) Zona glomerulare della corticale. (c) Zona fascicolata della corticale. (d) Zona reticolare della corticale (in alto) e midollare (in basso).

La **zona reticolare** (FIG. 15.9d), la più interna, produce *androgeni surrenali*, principalmente *deidroepiandrosterone* (DHEA) e *androstenedione*, ormoni sessuali deboli che contribuiscono allo sviluppo dei caratteri sessuali secondari.

15.6.2 Midollare del surrene

La midollare (vedi FIG. 15.8c) costituisce la porzione centrale della ghiandola ed è formata da **cellule cromaffini**, derivate dal sistema nervoso simpatico. Queste cellule producono *catecolamine*, principalmente *adrenalina* (o *epinefrina*) e *noradrenalina* (o *norepinefrina*), che vengono rilasciate direttamente nel sangue.

La secrezione è controllata dal sistema nervoso simpatico: in condizioni di stress, paura o esercizio fisico, le catecolamine inducono una risposta sistemica caratterizzata da aumento della frequenza cardiaca, incremento della pressione arteriosa, broncodilatazione e aumento della glicemia. Questo insieme di effetti prepara l'organismo alla cosiddetta risposta "lotta o fuga".

Le ghiandole surrenali sono riccamente vascolarizzate e ricevono sangue da rami arteriosi provenienti dall'**aorta**, dall'**arteria frenica inferiore** e dall'**arteria renale**. Il drenaggio venoso avviene attraverso una **vena surrenale** per lato: quella di destra sbocca direttamente nella vena cava inferiore, quella di sinistra nella vena renale sinistra (vedi FIG. 15.8a). L'innervazione è prevalentemente simpatica. Le fibre pregangliari raggiungono direttamente la midollare, che funzionalmente rappresenta quindi un ganglio modificato del simpatico, regolando la secrezione di catecolamine.

15.7 Epifisi

L'epifisi, o *ghiandola pineale*, è una ghiandola endocrina situata nel diencefalo, in corrispondenza del tetto del terzo ventricolo (vedi Cap. 16). Ha forma conica e dimensioni molto ridotte, di pochi millimetri.

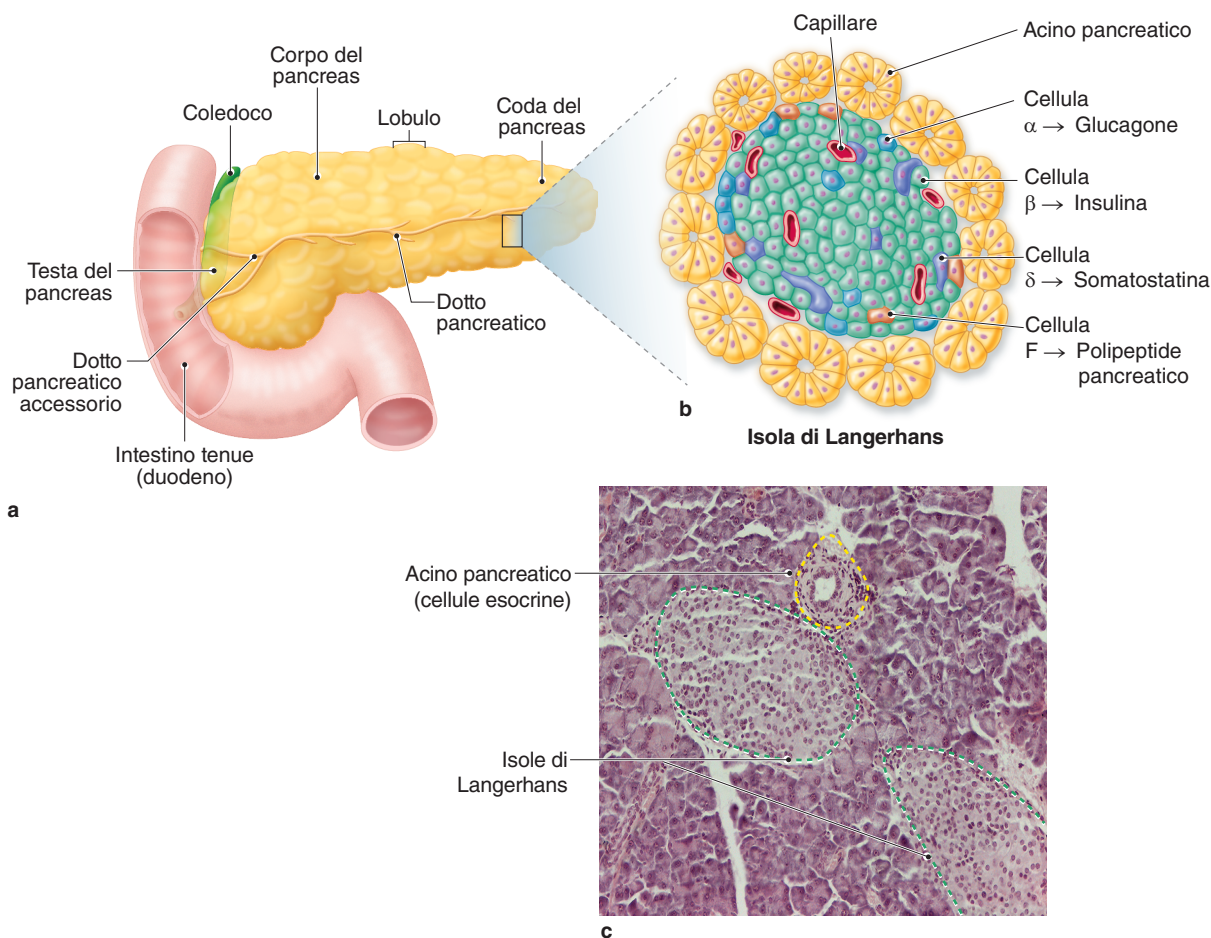
La funzione principale dell'epifisi è la produzione di *melatonina*, un ormone derivato dal

triptofano che regola i ritmi circadiani, in particolare il ciclo sonno-veglia. La secrezione di melatonina è controllata dal sistema nervoso simpatico ed è influenzata dall'alternanza luce-buio: è ridotta durante il giorno e aumenta durante la notte, con un picco nelle ore notturne. In questo modo, la melatonina contribuisce a sincronizzare le funzioni dell'organismo con il ciclo ambientale.

15.8 Pancreas endocrino

Il pancreas (FIG. 15.10a) è una *ghiandola anficrina*, cioè dotata di funzione sia esocrina che endocrina. La *componente esocrina* produce enzimi digestivi che vengono secreti nel duodeno, mentre la *componente endocrina* è rappresentata dalle

isole di Langerhans, piccoli aggregati cellulari dispersi nel tessuto pancreatico (FIG. 15.10b,c). Le isole di Langerhans sono riccamente vascolarizzate e svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione della glicemia. Sono costituite da diversi tipi cellulari (FIG. 15.10b): le **cellule beta** (β) producono *insulina*, che riduce la glicemia favorendo l'ingresso del glucosio nelle cellule e la sua utilizzazione; le **cellule alfa** (α) producono *glucagone*, che aumenta la glicemia stimolando il rilascio di glucosio nel sangue; le **cellule delta** (δ) producono *somatostatina*, che modula localmente l'azione degli altri ormoni; le **cellule PP** (o **F**) producono *polipeptide pancreatico* (PP), coinvolto nella regolazione dell'attività digestiva; le **cellule epsilon** (ϵ) producono *grelina*, un ormone che stimola l'appetito. L'azione coordinata



● **FIGURA 15.10** Pancreas. (a) Anatomia topografica e macroscopica. (b) Organizzazione di un'isola di Langerhans. (c) Anatomia microscopica.



di insulina e glucagone consente il mantenimento dell'equilibrio glicemico, fondamentale per il corretto funzionamento dell'organismo.

CONTROLLO ORMONALE DELLA GLICEMIA

La concentrazione di glucosio nel sangue è regolata principalmente da insulina e glucagone. Dopo un

pasto, l'aumento della glicemia stimola la secrezione di **insulina**, che favorisce l'ingresso del glucosio nelle cellule e il suo immagazzinamento sotto forma di glicogeno. Durante il digiuno, la riduzione della glicemia stimola il rilascio di **glucagone**, che induce il fegato a liberare glucosio nel sangue. Alterazioni di questo equilibrio sono alla base di condizioni patologiche come il *diabete mellito*.

Guido Cavaletti • Germano Guerra • Alessandro Vercelli

Lineamenti di Anatomia Umana

Accedi all'ebook e ai
contenuti digitali

➤ Espandi le tue risorse ➤

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



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere alla versione **ebook** del testo e agli ulteriori servizi.

L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

EdiSES
EDIZIONI

