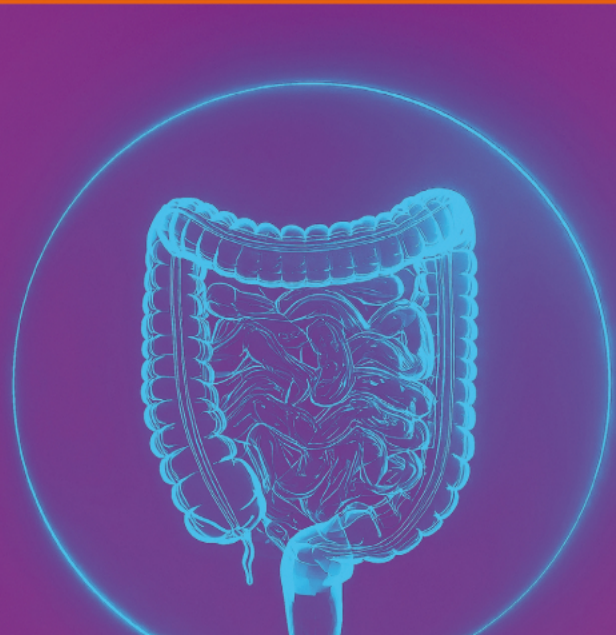
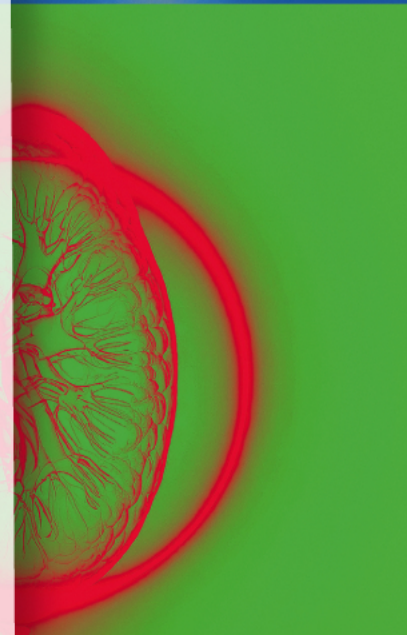
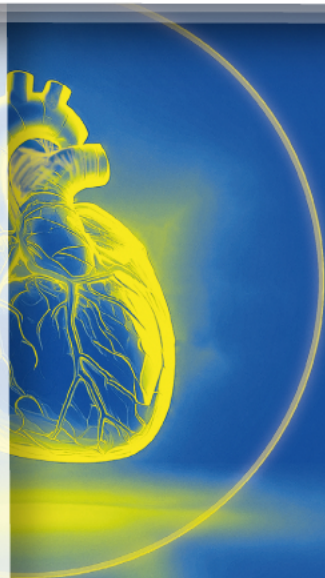




Fondamenti di Anatomia Umana

L. Calderan
M.P. Cecchini
B. Cisterna
M. Galiè
M. Malatesta
R. Mariotti
A. Sbarbati
C. Zancanaro



Accedi all'ebook e ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

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



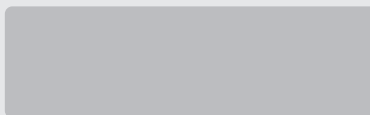
COLLEGATI AL SITO
EDISES.IT

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**.

FONDAMENTI DI ANATOMIA UMANA

Coordinamento e revisione a cura di
CARLO ZANCANARO

FONDAMENTI 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

Progetto grafico e Fotocomposizione

ProMedia Studio di Antonella Leano

Stampato presso

PrintSprint S.r.l. – Napoli

per conto della

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

www.edises.it

assistenza.edises.it

ISBN 978 88 3623 247 5

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

Laura Calderan	Università degli Studi di Verona
Maria Paola Cecchini	Università degli Studi di Verona
Barbara Cisterna	Università degli Studi di Verona
Mirco Galiè	Università degli Studi di Verona
Manuela Malatesta	Università degli Studi di Verona
Raffaella Mariotti	Università degli Studi di Verona
Andrea Sbarbati	Università degli Studi di Verona
Carlo Zancanaro	Università degli Studi di Verona

Coordinamento e revisione a cura di

Carlo Zancanaro	Università degli Studi di Verona
-----------------	----------------------------------

PREFAZIONE

Questo libro è stato concepito e preparato per gli studenti delle Lauree triennali che abbiano nel loro piano didattico un insegnamento di Anatomia dell'Uomo. In tutti questi Corsi di Laurea, le ore di lezione previste per questa materia, la cui conoscenza è pur indispensabile al professionista in formazione, sono limitate dall'affollamento dei corsi nei semestri. Gli Autori del libro sono tutti da molti anni docenti nei Corsi di Laurea triennale e hanno pensato di offrire agli studenti un testo conciso, che possa servire loro da riferimento per gli argomenti trattati a lezione e da guida per quelli che la ristrettezza del tempo didattico non consente al docente di affrontare. Ne è uscito un libro di dimensioni contenute con le seguenti caratteristiche.

1. Il linguaggio usato è mantenuto il più possibile piano e di facile comprensione, pur nel rispetto del necessario rigore scientifico e della corretta terminologia tecnica, necessaria in un testo destinato a futuri Laureati e professionisti.
2. L'impostazione generale è unitaria perché, appartenendo tutti gli Autori alla stessa Scuola, essi hanno avuto modo nel tempo di confrontarsi utilmente sulla modalità didattica da usare.
3. Il contenuto associa strettamente testo descrittivo e immagini per renderne più agevole lo studio integrato, cosa utilissima a comprendere e ricordare; è stato fatto uno sforzo per garantire che ogni struttura anatomica sia descritta nel testo e rappresentata nelle illustrazioni per evitare dubbi o ambiguità. Inoltre, dove opportuno, si è fatto largo uso di tabelle per integrare il testo e aiutare la memorizzazione.
4. Di moltissimi termini tecnici di origine antica, ma correntemente usati anche oggi in Anatomia, è data spiegazione del significato (etimologia) al fine di favorire, ancora una volta, comprensione e memorizzazione.

L'Anatomia dell'Uomo non è mai stata materia "facile" per lo studente di qualunque Corso di Laurea e richiede impegno e studio personali per essere assimilata e riuscire utile. Con questo libro ci proponiamo di dare uno strumento pratico per conseguire una conoscenza adeguata della materia.

Un ringraziamento sentito va all'Editore, che ci ha sostenuto e seguito nel lavoro con premura e competenza. In particolare, ringraziamo la Dott.ssa Valeria Filardo, per il preziosissimo lavoro di redazione dell'opera, e la Sig.ra Lorena Merchione, per l'elegante veste grafica e le abbondanti illustrazioni di alta qualità.

Gli Autori

INDICE GENERALE

CAPITOLO 1

ANATOMIA UMANA: UNA SCIENZA MORFOLOGICA

1.1	Cos'è l'anatomia umana	2
1.2	Perché studiare l'anatomia umana	2
1.3	Come si studia l'anatomia umana	2
1.4	Metodi e strumenti di indagine morfologica	3
1.4.1	Dissezione	3
1.4.2	Microscopia	3
1.4.3	Tecniche di immagine nel vivente	3
1.5	Il soggetto anatomico	5
1.5.1	Termini di posizione e direzione	5
1.5.2	Termini di movimento	7
1.6	Piani di sezione	8
1.7	Livelli organizzativi e dimensionali	8
1.8	Ulteriore terminologia anatomica di uso comune	9
	Domande di verifica	10

CAPITOLO 2

TESSUTI

2.1	Introduzione	12
2.2	Le quattro grandi famiglie di tessuti	12
2.3	Tessuto epiteliale	12
2.3.1	Epiteli di rivestimento	13
2.3.2	Epiteli ghiandolari	16
2.4	Tessuto connettivo	19
2.4.1	Tessuto connettivo propriamente detto	20
2.4.2	Tessuto cartilagineo	24
2.4.3	Tessuto osseo	26
2.4.4	Sangue	32
2.5	Tessuto muscolare	38
2.5.1	Tessuto muscolare scheletrico	38
2.5.2	Tessuto muscolare cardiaco	44
2.5.3	Tessuto muscolare liscio	45
2.6	Tessuto nervoso	46
2.6.1	Neurone	46
2.6.2	Sinapsi	49
2.6.3	Cellule gliali	52
	Domande di verifica	53

CAPITOLO 3

APPARATO TEGUMENTARIO

3.1	Introduzione	58
3.2	Cute	58
3.2.1	Caratteristiche generali	58
3.2.2	Organizzazione morfologica	58
3.2.3	Vascolarizzazione e innervazione	61

3.3	Annessi cutanei	62
3.3.1	Peli	62
3.3.2	Ghiandole	62
3.3.3	Unghie	65
3.4	Rapporto tra struttura e funzione	65
	Domande di verifica	67

CAPITOLO 4

APPARATO LOCOMOTORE

4.1	Introduzione	70
4.2	L'osso come organo	70
4.2.1	Componente ossea	70
4.2.2	Componente connettivale	70
4.2.3	Vasi e nervi	70
4.2.4	Midollo osseo	70
4.3	Caratteristiche generali delle ossa	70
4.3.1	Classificazione	70
4.3.2	Elementi descrittivi di superficie	73
4.4	Articolazioni	73
4.4.1	Classificazione generale	74
4.4.2	Articolazioni per continuità: sinartrosi	74
4.4.3	Articolazioni per contiguità: diartrosi	75
4.5	Scheletro	78
4.5.1	Scheletro assile	78
4.5.2	Scheletro appendicolare	79
4.6	Il muscolo come organo	79
4.6.1	Componente muscolare	82
4.6.2	Componente connettivale	82
4.6.3	Vasi sanguigni	82
4.6.4	Nervi e recettori	82
4.7	Caratteristiche generali dei muscoli	82
4.7.1	Classificazione	82
4.7.2	Terminologia	84
4.7.3	Fasce muscolari e annessi tendinei	86
4.7.4	Funzionalità dei muscoli	87
4.8	Ossa, articolazioni e muscoli della testa	88
4.8.1	Ossa del cranio	88
4.8.2	Articolazioni del cranio	99
4.8.3	Muscoli della testa	99
4.9	Ossa, articolazioni e muscoli del collo e del dorso	104
4.9.1	Colonna vertebrale	104
4.9.2	Articolazioni intervertebrali	109
4.9.3	Muscoli del collo	117
4.9.4	Muscoli del dorso	122
4.10	Ossa, articolazioni e muscoli del torace	124
4.10.1	Coste e sterno	124
4.10.2	Articolazioni del torace	124
4.10.3	Muscoli del torace	126

4.11	Muscoli dell'addome	134
4.11.1	Muscoli posteriori dell'addome	134
4.11.2	Muscoli laterali dell'addome	134
4.11.3	Muscoli anteriori dell'addome	134
4.11.4	Muscoli del diaframma pelvico	136
4.12	Ossa, articolazioni e muscoli dell'arto superiore	138
4.12.1	Ossa della spalla	138
4.12.2	Ossa del braccio	140
4.12.3	Ossa dell'avambraccio	140
4.12.4	Ossa della mano	142
4.12.5	Articolazioni dell'arto superiore	143
4.12.6	Muscoli della spalla	145
4.12.7	Muscoli del braccio	149
4.12.8	Muscoli dell'avambraccio	151
4.12.9	Muscoli della mano	151
4.13	Ossa, articolazioni e muscoli dell'arto inferiore	157
4.13.1	Ossa dell'anca	157
4.13.2	Ossa della coscia	159
4.13.3	Ossa della gamba	161
4.13.4	Ossa del piede	162
4.13.5	Articolazioni dell'arto inferiore	165
4.13.6	Muscoli dell'anca	170
4.13.7	Muscoli della coscia	172
4.13.8	Muscoli della gamba	172
4.13.9	Muscoli del piede	175
Domande di verifica		180

CAPITOLO 5 SISTEMA NERVOSO

5.1	Introduzione	184
5.2	Principi di organizzazione morfo-funzionale	184
5.2.1	Vie nervose, decussazione, recettori, effettori	184
5.2.2	Modalità di raggruppamento dei corpi cellulari dei neuroni	185
5.2.3	Somiglianze e differenze fra SNC e SNP	185
5.3	Sistema nervoso centrale	187
5.3.1	Caratteri generali	187
5.3.2	Midollo spinale	187
5.3.3	Encefalo	191
5.4	Vascolarizzazione del sistema nervoso centrale	205
5.5	Meningi, liquido cerebrospinale e sistema ventricolare cerebrale	208
5.5.1	Meningi	210
5.5.2	Liquido cerebrospinale	210
5.5.3	Sistema ventricolare cerebrale	211
5.6	Sistema nervoso periferico	212
5.6.1	Nervi	212
5.6.2	Gangli	213
5.6.3	Nervi spinali	213
5.6.4	Nervi cranici	219
5.7	Principali vie nervose	229
5.7.1	Vie sensitive somatiche e viscerali	229
5.7.2	Vie motorie somatiche	232

5.8	Sistema nervoso autonomo	235
5.8.1	Ortosimpatico	237
5.8.2	Parasimpatico	239
5.8.3	Sistema nervoso enterico	240
5.9	Recettori	240
5.9.1	Recettori per la sensibilità generale	241
5.9.2	Recettori per la sensibilità specifica	241
Domande di verifica		245

CAPITOLO 6 APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO

6.1	Introduzione	248
6.2	Sangue	249
6.3	Cuore	250
6.3.1	Ciclo cardiaco	253
6.3.2	Sistema di conduzione del cuore	255
6.4	Vasi sanguigni	257
6.5	Circolazione polmonare (o piccolo circolo)	262
6.6	Circolazione sistemica (o grande circolo)	263
6.6.1	Arterie della circolazione sistemica	263
6.6.2	Vene della circolazione sistemica	279
6.7	Circolazione fetale e modificazioni alla nascita	290
6.8	Sistema linfatico	291
6.8.1	Struttura dei linfonodi	293
6.8.2	Struttura dei vasi linfatici	294
6.8.3	Vie linfatiche	295
6.8.4	Organi linfoidi ed emopoietici	298
Domande di verifica		302

CAPITOLO 7 APPARATO RESPIRATORIO

7.1	Introduzione	306
7.2	Vie aeree	306
7.2.1	Naso esterno e cavità nasali	306
7.2.2	Seni paranasali	309
7.2.3	Faringe	310
7.2.4	Laringe	310
7.2.5	Trachea	316
7.2.6	Bronchi principali	317
7.3	Polmoni, bronchi intrapolmonari e pleure	318
7.3.1	Vascolarizzazione e innervazione	320
7.3.2	Pleure	322
7.4	Rapporto tra struttura e funzione	324
Domande di verifica		324

CAPITOLO 8 APPARATO DIGERENTE

8.1	Introduzione	328
8.2	Organizzazione generale della parete del canale alimentare	328
8.2.1	Tonaca mucosa	328
8.2.2	Tonaca sottomucosa	329
8.2.3	Tonaca muscolare	329
8.2.4	Tonaca avventizia	330

8.3	Movimenti del canale alimentare: peristalsi e segmentazione	330
8.4	Peritoneo	331
8.5	Cavità orale	332
8.5.1	Vascolarizzazione e innervazione	332
8.5.2	Lingua	334
8.5.3	Denti	334
8.6	Faringe	337
8.6.1	Deglutizione	338
8.6.2	Vascolarizzazione e innervazione	338
8.7	Esofago	338
8.7.1	Vascolarizzazione e innervazione	339
8.8	Stomaco	340
8.8.1	Vascolarizzazione e innervazione	342
8.9	Intestino tenue	342
8.9.1	Duodeno	342
8.9.2	Intestino mesenterico (digiuno e ileo)	344
8.10	Intestino crasso	345
8.10.1	Vascolarizzazione e innervazione	345
8.11	Organi accessori del canale alimentare	345
8.11.1	Ghiandole salivari	345
8.11.2	Pancreas	347
8.11.3	Fegato	348
8.11.4	Cistifellea	351
Domande di verifica		352

CAPITOLO 9 SISTEMA ENDOCRINO

9.1	Introduzione	356
9.2	Ipofisi	356
9.3	Tiroide	358
9.4	Paratiroidi	361
9.5	Ghiandole surrenali	361
9.5.1	Corticale del surrene	361
9.5.2	Midollare del surrene	363
9.6	Pancreas endocrino	363
9.7	Epifisi	364
9.8	Gonadi	364
9.9	Attività endocrina di altri tessuti e organi	364
Domande di verifica		365

CAPITOLO 10 APPARATO URINARIO

10.1	Introduzione	368
10.2	Anatomia topografica	368
10.3	Reni	368
10.3.1	Anatomia macroscopica	370
10.3.2	Anatomia microscopica	372
10.3.3	Vascolarizzazione e innervazione	376
10.4	Vie urinarie	377
10.4.1	Prime vie urinarie	377
10.4.2	Ureteri	377
10.4.3	Vescica urinaria	381
10.4.4	Uretra	383
Domande di verifica		385

CAPITOLO 11 APPARATO GENITALE

11.1	Introduzione	388
11.2	Apparato genitale femminile	388
11.2.1	Anatomia topografica	388
11.2.2	Ovaie	388
11.2.3	Tube uterine	392
11.2.4	Utero	394
11.2.5	Vagina	399
11.2.6	Genitali esterni	401
11.3	Apparato genitale maschile	404
11.3.1	Anatomia topografica	404
11.3.2	Testicoli	404
11.3.3	Vie genitali intratesticolari	407
11.3.4	Vie genitali extratesticolari	407
11.3.5	Pene	411
11.3.6	Ghiandole annesse alle vie genitali	413
Domande di verifica		416

RISPOSTE ALLE DOMANDE DI VERIFICA	419
--	-----

INDICE ANALITICO	421
-------------------------	-----

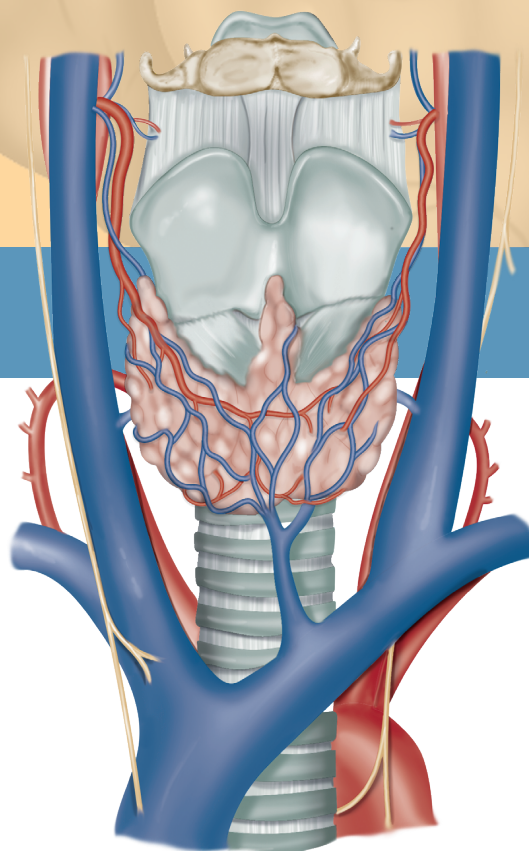
CAPITOLO

9

SISTEMA ENDOCRINO

CONTENUTO DEL CAPITOLO

- 9.1 Introduzione
 - 9.2 Ipofisi
 - 9.3 Tiroide
 - 9.4 Paratiroidi
 - 9.5 Ghiandole surrenali
 - 9.6 Pancreas endocrino
 - 9.7 Epifisi
 - 9.8 Gonadi
 - 9.9 Attività endocrina di altri tessuti e organi
- DOMANDE DI VERIFICA



9.1 Introduzione

L'omeostasi (dal greco *omoios*, simile, e *stasis*, stabilità) dell'organismo è garantita dall'integrazione e dall'azione coordinata dei vari sistemi e apparati. Questo coordinamento si realizza principalmente attraverso l'attività combinata dei sistemi endocrino e nervoso. I due sistemi si complementano nel controllare e regolare le funzioni dell'organismo e, in alcuni casi, si sovrappongono.

Il sistema nervoso reagisce con risposte immediate (nell'ordine di millisecondi), di breve durata e limitate al tempo dello stimolo. Il sistema endocrino, invece, produce risposte più lente ma durature, i cui effetti possono prolungarsi per giorni. Inoltre, mentre il sistema nervoso esercita un effetto diretto e specifico, poiché una fibra efferente innerva solo poche cellule effettrici di un organo, il sistema endocrino agisce in modo più diffuso, in quanto, immettendo i propri messaggeri chimici nei liquidi corporei, può influenzare un gran numero di cellule in distretti diversi.

Il sistema endocrino è costituito dall'insieme delle cellule e degli organi endocrini che producono messaggeri chimici chiamati **ormoni**. Gli ormoni vengono secreti e immessi nel sangue per raggiungere le cellule o gli organi bersaglio e regolarne l'attività.

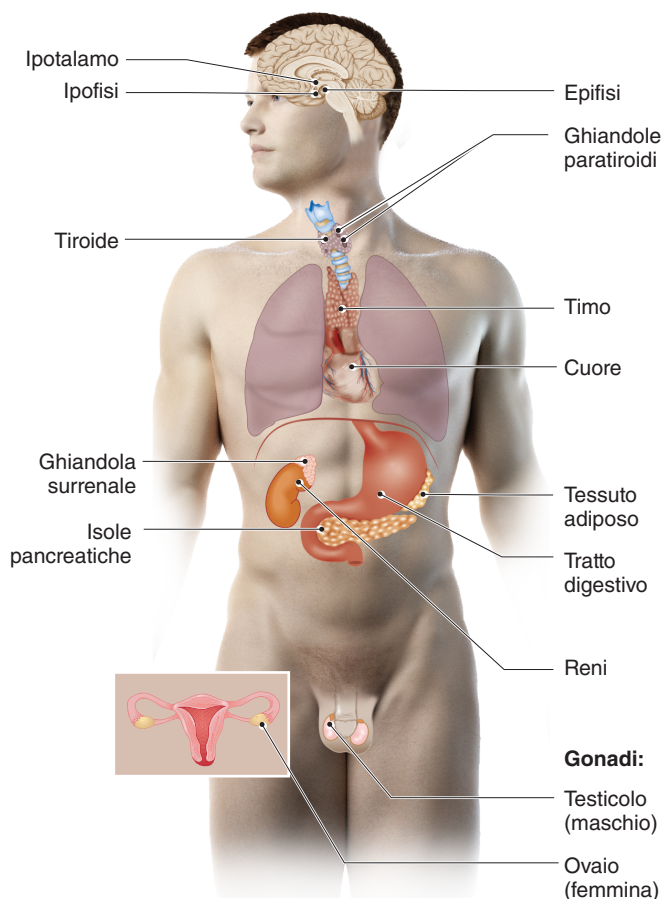
Queste cellule o organi possiedono **recettori specifici** per ciascun ormone, perciò un ormone circolante nel sangue agisce solo su quelle strutture che presentano recettori idonei.

Gli ormoni possono essere prodotti da **ghiandole endocrine** dedicate esclusivamente a questa funzione (come la tiroide o le ghiandole surrenali), ma anche da **organi con altre funzioni principali** (come le gonadi, che producono ormoni oltre ai gameti) o da **cellule endocrine isolate**, come quelle presenti nella mucosa del canale alimentare (FIG. 9.1).

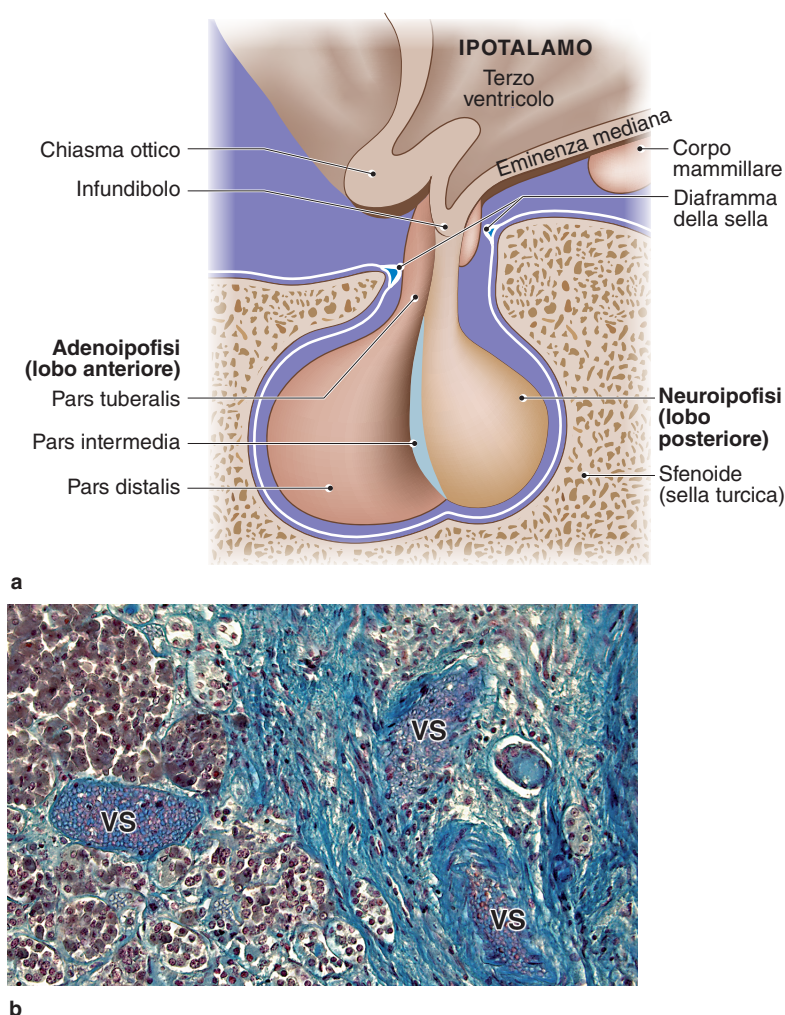
Quando gli ormoni entrano nel sangue e raggiungono organi o cellule bersaglio lontani dalla sede di produzione, si dice che svolgono un'*azione endocrina*. Quando la loro azione è limitata a un ambito locale, si dice che svolgono un'*azione paracrina*.

9.2 Ipofisi

L'ipofisi, o *ghiandola pituitaria*, è una struttura di forma ellissoidale situata al di sotto dell'ipotalamo e collegata a questo attraverso uno stretto peduncolo a forma di imbuto detto **infundibolo**. L'ipofisi è accolta in una depressione del corpo dell'osso sfenoide, la **sella turcica**, ed è costituita da due porzioni principali: un **lobo anteriore**, detto *adenipofisi*,



► **FIGURA 9.1** Panoramica del sistema endocrino.



► **FIGURA 9.2** Ipofisi (o ghiandola pituitaria). (a) Topografia e anatomia macroscopica. (b) Anatomia microscopica. VS: vaso sanguigno.

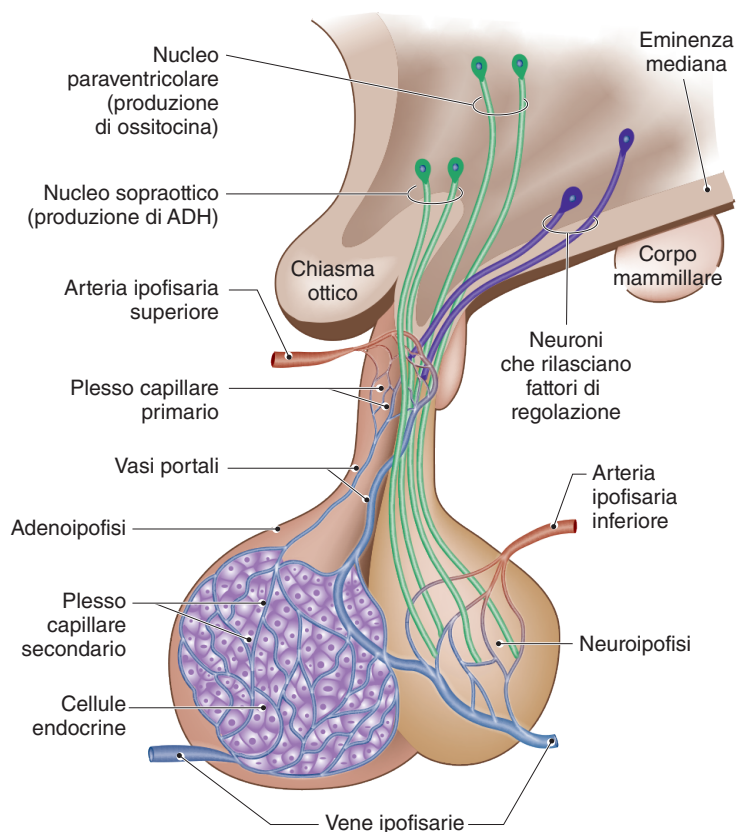
e un **lobo posteriore**, detto *neuroipofisi* (FIG. 9.2). Questi due lobi hanno origine embriologica diversa e sono funzionalmente indipendenti.

Nell'**adenopofisi** si distinguono tre regioni: la *pars distalis*, che ne rappresenta la parte principale; la *pars intermedia*, zona di confine tra adenoipofisi e neuroipofisi, che tende a regredire nell'età adulta; la *pars tuberalis*, prolungamento della pars distalis che avvolge anteriormente la porzione adiacente dell'infundibolo (FIG. 9.2a).

L'adenopofisi è formata da cordoni di cellule cubiche anastomizzati tra loro e circondati da una fitta rete di capillari sanguigni (FIG. 9.2b). Le cellule dei cordoni sono classificate in *cellule cromofobe*, che si colorano debolmente e appaiono pallide, e *cellule cromofile*, che si colorano con coloranti acidi (*acidofile*) o basici (*basofile*). Le cellule cromofile sono dotate di intensa attività secretoria e producono i numerosi ormoni rilasciati dall'adenopofisi. Le cel-

lule cromofobe, invece, mostrano un'attività secretoria ridotta o assente; la loro funzione non è del tutto chiara, ma potrebbero rappresentare cellule staminali destinate a generare nuove cellule cromofile o cellule temporaneamente inattive.

L'*ipotalamo* controlla l'attività dell'adenopofisi attraverso il **sistema portale ipotalamo-ipofisario** (FIG. 9.3). Un sistema portale è un dispositivo vascolare in cui il sangue scorre da un primo letto capillare, attraverso vene portali, verso un secondo letto capillare prima di tornare al cuore. Nel caso del sistema portale ipofisario, un primo letto capillare, detto **plesso capillare primario**, origina dall'*arteria ipofisaria superiore* e si trova nell'ipotalamo. Neuroni ipotalamici specializzati rilasciano nel plesso capillare primario ormoni regolatori (di stimolazione o di inibizione), che passano nelle *venule portali* dell'infundibolo e raggiungono il **plesso capillare secondario** dell'adenopofisi. In questo modo, gli



► FIGURA 9.3 Sistema portale ipotalamo-ipofisario.

ormoni ipotalamici possono modulare la secrezione ormonale delle cellule adenoipofisarie.

La **neuroipofisi** è costituita da **pituiciti** (cellule gliali di sostegno) e dagli assoni non mielinizzati dei neuroni i cui corpi cellulari si trovano nei **nuclei supraottico** e **paraventricolare** dell'ipotalamo. Questi neuroni producono due ormoni: *ossitocina* e *ormone antidiuretico (ADH o vasopressina)*. Gli ormoni sono sintetizzati nei corpi cellulari neuronali, accumulati in vescicole e trasportati lungo gli assoni fino ai bottoni terminali assonici, che entrano in contatto con i capillari della neuroipofisi. Qui gli ormoni vengono accumulati e rilasciati nel sangue, a seconda delle necessità, nel letto capillare originato dall'*arteria ipofisaria inferiore*, poi drenato da vene che confluiscono nella circolazione generale (FIG. 9.3). Il rilascio degli ormoni è controllato da impulsi nervosi che percorrono gli stessi assoni.

Gli ormoni prodotti dall'ipofisi, i loro organi bersaglio e i loro principali effetti sono riassunti nella FIG. 9.4.

9.3 Tiroide

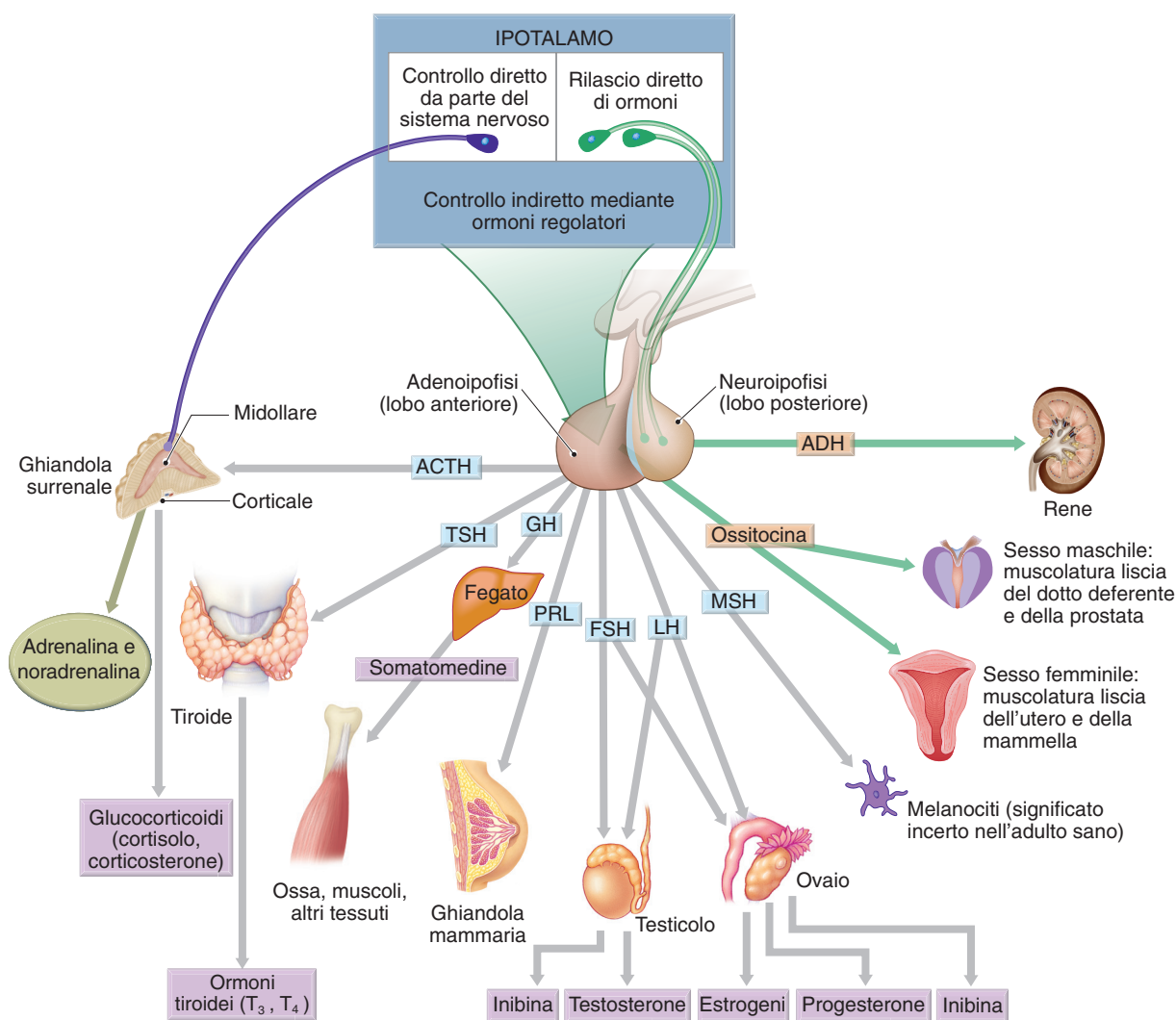
La tiroide (o *ghiandola tiroide*) è una ghiandola endocrina costituita da due **lobi tiroidei** che avvolgono la trachea fino a raggiungere il margine inferiore della cartilagine tiroidea della laringe, dalla quale la

ghiandola prende il nome. I due lobi tiroidei sono uniti da un sottile ponte detto **istmo**, situato all'altezza del secondo-terzo anello tracheale (FIG. 9.5a).

La tiroide riceve un cospicuo apporto di sangue, che le conferisce il caratteristico colore brunoastro. La vascolarizzazione arteriosa è garantita da una coppia di **arterie tiroidee superiori**, che originano dalle arterie carotidi esterne, e da una coppia di **arterie tiroidee inferiori**, che derivano dalle arterie succlavie. Il drenaggio venoso avviene tramite una coppia di **vene tiroidee superiori** e una coppia di **vene tiroidee medie**, che sboccano nelle vene giugulari interne, e una coppia di **vene tiroidee inferiori**, che drenano nelle vene brachiocefaliche (FIG. 9.5a).

La tiroide è rivestita da una capsula di tessuto connettivo che si approfonda nel parenchima dell'organo, suddividendolo in unità funzionali dette **follicoli tiroidei**. Ciascun follicolo è una struttura sferoidale delimitata da un monostato di cellule epiteliali cubiche, i **tireociti**, che racchiudono una cavità centrale contenente una sostanza proteica viscosa detta **colloide** (FIG. 9.5b,c). Il principale costituente della colloide è la *tireoglobulina*, una proteina globulare iodurata.

Quando gli ormoni tiroidei devono essere rilasciati e immessi in circolo per raggiungere gli organi bersaglio, i tireociti recuperano la tireoglobulina dalla colloide e la scindono per produrre i due ormoni ti-



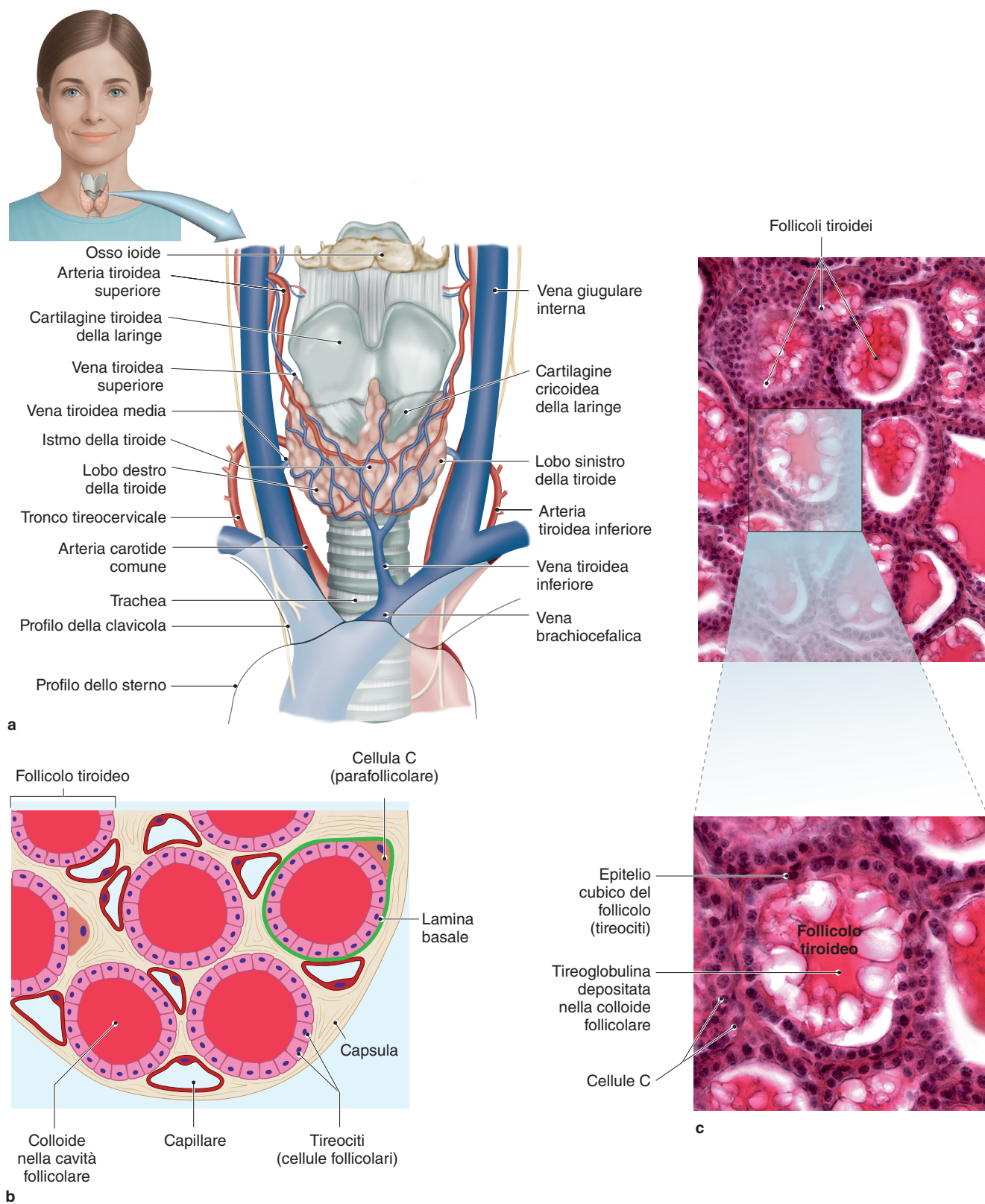
► FIGURA 9.4 Ormoni ipofisari, organi bersaglio e principali effetti.

roidei principali: la **tiroxina** (T_4), contenente quattro atomi di iodio, e la **triiodotironina** (T_3), con tre atomi di iodio. Diversamente da quanto accade per le altre ghiandole endocrine, che producono e rilasciano piccole quantità di ormoni in tempi brevi, la tiroide accumula e conserva gli ormoni per periodi più lunghi, fino a diverse settimane.

I follicoli tiroidei sono circondati da una fitta rete capillare attraverso la quale i tireociti ricevono gli ormoni che regolano la loro attività, in particolare l'**ormone tireostimolante** (TSH) prodotto dall'ipofisi. Una volta sintetizzati, T_3 e T_4 vengono rilasciati nel sistema circolatorio e raggiungono numerosi organi bersaglio, determinando una serie di effetti che conducono a un aumento del metabolismo basa-

le dell'organismo. In particolare, gli ormoni tiroidei determinano un aumento del ritmo cardiaco, stimolano la sintesi proteica, favoriscono l'utilizzo del glucosio per la produzione di ATP e contribuiscono alla termogenesi.

All'interno del monostrato epiteliale del follicolo tiroideo, in posizione basale, si trovano anche le **cellule parafollicolari** o **cellule C** (per "chiare") (FIG. 9.5b,c). Queste producono l'ormone **calcitonina**, che regola la concentrazione di calcio nei liquidi corporei. In condizioni di *ipercalemia* (aumento del contenuto di calcio nel sangue), la calcitonina stimola la deposizione di osso, favorendo l'incorporazione del calcio nella matrice minerale ossea e riducendone la concentrazione ematica.



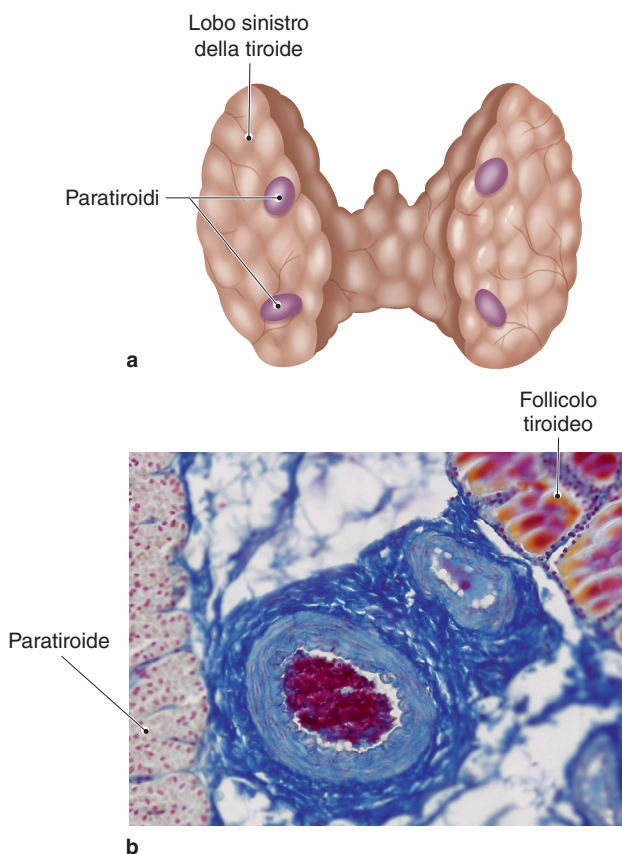
► **FIGURA 9.5** Tiroide. (a) Topografia e anatomia macroscopica. (b) Organizzazione del parenchima ghiandolare in follicoli. (c) Anatomia microscopica.

9.4 Paratiroidi

Le paratiroidi (o *ghiandole paratiroidi*) sono tipicamente costituite da due coppie di piccoli corpuscoli ovoidali, delle dimensioni di un chicco di riso, situati sulla superficie posteriore dei lobi della tiroide (FIG. 9.6a). La vascolarizzazione è uguale quella della tiroide.

Le paratiroidi sono rivestite da una sottile capsula di tessuto connettivo che le separa dal parenchima tiroideo (FIG. 9.6b). Le cellule che le compongono sono organizzate in cordoni cellulari e si distinguono in due tipi principali: le **cellule principali**, che producono il *paratormone*, e le **cellule ossifile**, la cui funzione non è del tutto chiara e che tendono ad aumentare di numero con l'avanzare dell'età.

Il **paratormone (PTH)** regola la concentrazione ematica di calcio esercitando un'azione opposta a quella della calcitonina prodotta dalle cellule parafollicolari della tiroide. In condizioni di *ipocalcemia* (riduzione del contenuto di calcio nel sangue al di sotto dei valori normali), il paratormone stimola l'attività degli osteoclasti, promuovendo il rilascio di calcio dalla matrice ossea; inoltre, aumenta il riassorbimento renale del calcio, ne riduce l'escrezione urinaria e ne favorisce l'assorbimento intestinale.



► FIGURA 9.6 Paratiroidi. (a) Topografia e anatomia macroscopica. (b) Anatomia microscopica.

9.5 Ghiandole surrenali

La ghiandola surrenale (FIG. 9.7), o semplicemente *surrene*, è un organo di forma piramidale situato sul polo superiore di ciascun rene. Come i reni, le ghiandole surrenali sono organi retroperitoneali, ossia localizzati tra la parete addominale posteriore e il peritoneo, che ne riveste la superficie anteriore. I surreni sono riccamente vascolarizzati dalle **arterie surrenali superiore, media e inferiore**, rami rispettivamente dell'arteria frenica inferiore, dell'aorta e dell'arteria renale. Il ritorno venoso avviene attraverso la **vena surrenale** (FIG. 9.7a).

Ogni ghiandola surrenale è rivestita da una capsula di tessuto connettivo fibroso, dalla quale si diparte una delicata rete che sostiene il parenchima dell'organo.

Il surrene è suddiviso in due porzioni principali: una **corticale** o **corteccia**, più esterna, che rappresenta circa l'80-90% del volume ghiandolare, e una **midollare**, più interna, che costituisce il restante 10-20% (FIG. 9.7b,c). Corticale e midollare differiscono profondamente per struttura, funzione e origine embriologica.

9.5.1 Corticale del surrene

La corticale del surrene (FIG. 9.7b,c) produce numerosi ormoni, collettivamente detti **corticosteroidi**, tutti derivati dal colesterolo. L'elevato contenuto lipidico conferisce alla corticale una caratteristica colorazione giallastra.

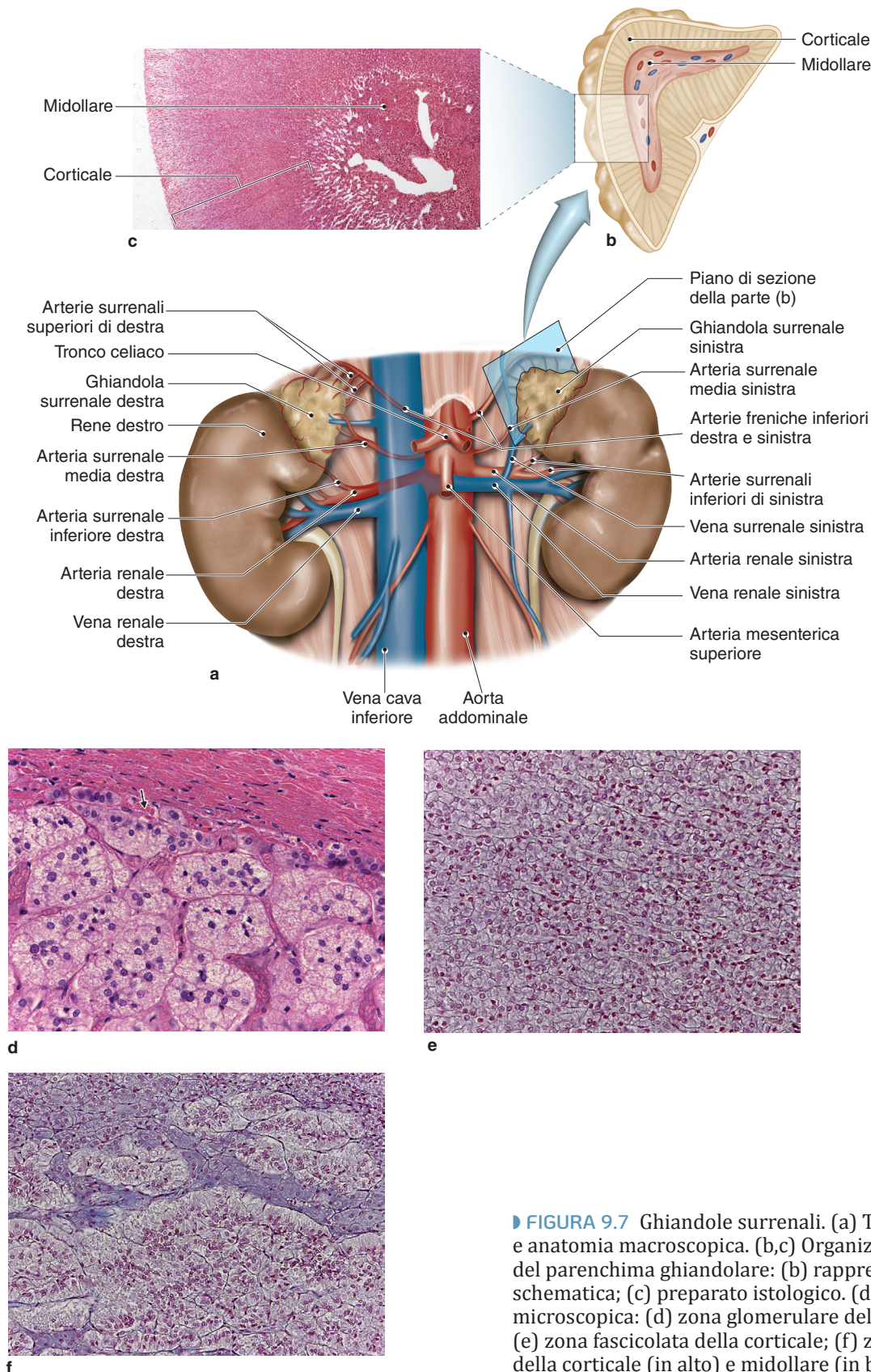
Nella corticale si distinguono tre zone, diverse per disposizione cellulare e per funzione: la zona glomerulare, la zona fascicolata e la zona reticolare.

La **zona glomerulare**, che occupa circa il 15% della corticale, è situata subito al di sotto della capsula connettivale. È costituita da cordoni cellulari disposti in piccoli aggregati tondeggianti, simili a nidi (FIG. 9.7d). Produce **ormoni mineralcorticoidi**, che regolano la composizione elettrolitica dei liquidi corporei. Il principale ormone secreto è l'*aldosterone*, che favorisce la ritenzione di sodio e l'eliminazione di potassio da parte del rene (vedi Capitolo 10).

La **zona fascicolata**, la zona intermedia e la più estesa (circa l'80% della corticale), è organizzata in cordoni paralleli di cellule disposti perpendicolarmente alla superficie della ghiandola (FIG. 9.7e). I cordoni sono separati da sottili setti connettivali nei quali decorrono capillari. Le cellule, di grandi dimensioni, presentano citoplasma chiaro e schiumoso per l'abbondanza di goccioline lipidiche. Questa zona secerne **ormoni glucocorticoidi**, principalmente *cortisolo* e *corticosterone*, che regolano il metabolismo glucidico (es. stimolando la sintesi di glucosio nel fegato).

La **zona reticolare**, la zona più interna e la meno estesa (circa il 5% della corticale), confina con la midollare ed è formata da una rete irregolare di cordoni di piccole cellule intensamente colorabili (FIG. 9.7f).

Produce una modesta quantità di **ormoni sessuali** (*androgeni* ed *estrogeni*), che assumono importanza soprattutto durante la pubertà, favorendo la comparsa dei peli pubici e ascellari in entrambi i sessi.



► **FIGURA 9.7** Ghiandole surrenali. (a) Topografia e anatomia macroscopica. (b,c) Organizzazione del parenchima ghiandolare: (b) rappresentazione schematica; (c) preparato istologico. (d-f) Anatomia microscopica: (d) zona glomerulare della corticale; (e) zona fascicolata della corticale; (f) zona reticolare della corticale (in alto) e midollare (in basso).

9.5.2 Midollare del surrene

La midollare del surrene (FIG. 9.7b,c) è costituita da **cellule cromaffini**, così denominate perché si colorano intensamente con i sali di cromo (FIG. 9.7f). Queste cellule rappresentano neuroni modificati del sistema nervoso ortosimpatico; la midollare può, infatti, essere considerata un ganglio simpatico specializzato (vedi Capitolo 5).

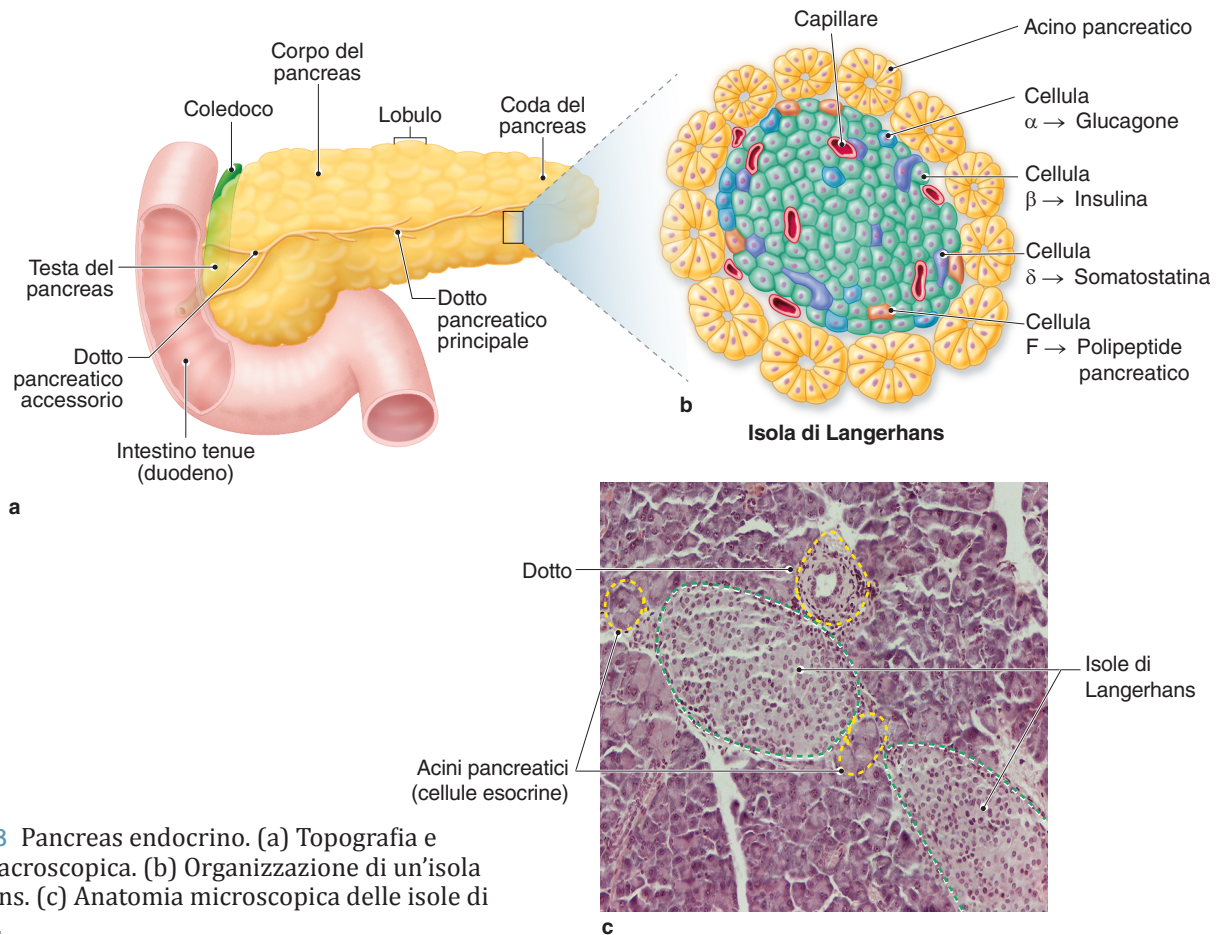
Le cellule cromaffini sono innervate da fibre ortosimpatiche pregangliari, che ne stimolano la secrezione di **catecolamine**, principalmente *adrenalina* e *noradrenalina*. Questi ormoni potenziano l'azione del sistema nervoso ortosimpatico, determinando aumento della frequenza e della forza cardiaca, vaso-costrizione periferica, incremento del metabolismo basale e mobilitazione delle riserve energetiche sotto forma di glucosio e acidi grassi.

9.6 Pancreas endocrino

Il pancreas (FIG. 9.8a) è una ghiandola che possiede una **componente esocrina**, costituita da ghiandole tubulo-acinose composte secernenti succo pancreatico digestivo nel duodeno (vedi Capitolo 8), e una **componente endocrina**, rappresentata dalle isole pancreatiche (FIG. 9.8b,c).

Le **isole pancreatiche** (o **di Langerhans**) sono fino a 2 milioni, disperse nel pancreas esocrino. Sono costituite da gruppi di cellule organizzate in cordoni (FIG. 9.8c), fra i quali decorre una fitta rete di capillari fenestrati. Le cellule che formano i cordoni sono di quattro tipi (FIG. 9.8b).

- **Cellule alfa** (α) o **cellule A** (circa il 30% della popolazione totale delle isole pancreatiche), che secernono *glucagone*. Questo ormone è secreto in risposta a un calo del contenuto di glucosio nel sangue. Agendo su fegato e tessuto adiposo, il glucagone vi mobilita, rispettivamente, le riserve di glucosio e di acidi grassi, che sono messi in circolo come fonte di energia.
- **Cellule beta** (β) o **cellule B** (circa il 60% della popolazione totale delle isole pancreatiche), che secernono *insulina*. Questo ormone è secreto in risposta a un aumento del contenuto di glucosio nel sangue. Agendo su gran parte dei tessuti dell'organismo, l'insulina stimola l'assorbimento, l'immagazzinamento e il metabolismo del glucosio e degli amminoacidi.
- **Cellule delta** (δ) o **cellule D** (circa il 10% della popolazione totale delle isole pancreatiche), che secernono *somatostatina*. Questo ormone inibisce la produzione e la secrezione dell'insulina e del glucagone. Inoltre, la somatostatina regola la velocità di assorbimento dei nutrienti.



► **FIGURA 9.8** Pancreas endocrino. (a) Topografia e anatomia macroscopica. (b) Organizzazione di un'isola di Langerhans. (c) Anatomia microscopica delle isole di Langerhans.

- **Cellule PP o cellule F** (poche), che secernono *polipeptide pancreatico*. Questo ormone inibisce le contrazioni della cistifellea e regola la produzione di alcuni enzimi pancreatici.

9.7 Epifisi

L'epifisi, o *ghiandola pineale*, è una piccola ghiandola endocrina situata nella parte centrale dell'encefalo, tra i due emisferi cerebrali, e collegata al terzo ventricolo. Deve il suo nome alla forma che ricorda una pigna. Pur essendo di dimensioni ridotte, svolge funzioni fondamentali per l'organismo: regola, infatti, il ciclo sonno-veglia producendo **melatonina**, l'ormone che governa il ritmo circadiano, cioè l'alternanza naturale di sonno e veglia. La sua attività è strettamente influenzata dai cicli di luce e oscurità, poiché riceve indirettamente dal nervo ottico informazioni sulla luminosità ambientale. Oltre al controllo del ritmo circadiano, l'epifisi contribuisce anche alla regolazione dell'apparato genitale e del sistema immunitario e sembra esercitare effetti benefici sul sistema nervoso e sulla salute mentale.

9.8 Gonadi

Le gonadi, ossia ovaie e testicoli, sono gli organi sessuali femminili e maschili deputati non solo alla produzione dei gameti (ovociti e spermatozoi), ma anche all'attività endocrina, sotto il controllo degli ormoni ipofisari FSH e LH. Tale funzione consiste nella secrezione di **ormoni gonadici**, per lo più di natura steroidea, che regolano numerosi processi legati alla riproduzione e ai caratteri sessuali.

Le *ovaie* producono principalmente estrogeni, progesterone e inibina: gli **estrogeni** e il **progesterone**, secreti rispettivamente dal follicolo in maturazione e dal corpo luteo dopo l'ovulazione, favoriscono lo sviluppo dell'apparato genitale femminile e dei caratteri sessuali secondari, regolano il ciclo mestruale, sostengono la gravidanza e preparano la ghiandola mammaria alla lattazione. L'**inibina**, invece, inibisce la secrezione di FSH da parte dell'adenoipofisi.

Nei *testicoli*, le cellule di Leydig sintetizzano il **testosterone**, mentre le cellule di Sertoli sostengono

i processi di spermatogenesi e spermiogenesi. Il testosterone promuove lo sviluppo dell'apparato genitale maschile durante lo sviluppo fetale e la pubertà, contribuisce all'insorgenza dei caratteri sessuali secondari e sostiene il desiderio e l'attività sessuale nell'età adulta.

9.9 Attività endocrina di altri tessuti e organi

Oltre alle principali ghiandole endocrine, anche altri organi e tessuti dell'organismo svolgono un'importante funzione endocrina.

I *reni* producono la **renina**, che avvia la cascata dell'angiotensina e contribuisce alla regolazione della pressione arteriosa, l'**eritropoietina (EPO)**, che stimola la produzione di eritrociti nel midollo osseo in risposta alla carenza di ossigeno, e il **calcitriolo**, una forma attiva della vitamina D che, sotto l'influenza del paratormone, regola il riassorbimento del calcio a livello renale e il suo assorbimento a livello intestinale.

Anche il *cuore* ha un ruolo endocrino: in caso di aumento della pressione sanguigna o del volume ematico, le sue cellule secernono il **peptide natriuretico atriale** e il **peptide natriuretico encefalico**, ormoni che favoriscono l'eliminazione renale di acqua e sodio, riducendo così la pressione arteriosa.

Il *timo*, situato nel mediastino, produce ormoni come **timosina**, **timopoietina** e **timulina**, indispensabili per la maturazione dei linfociti T e quindi per il corretto funzionamento del sistema immunitario, soprattutto durante l'infanzia e l'adolescenza.

Anche l'apparato digerente partecipa all'attività endocrina: *stomaco* e *intestino* secernono diversi ormoni, tra cui **gastrina**, **colecistochinina**, **grelina** e **peptide YY**, che regolano la digestione, la secrezione di succhi gastrici e biliari, la sensazione di fame e di sazietà.

Infine, il *tessuto adiposo* rilascia **leptina**, che contribuisce al controllo dell'appetito e del bilancio energetico, mentre il *tessuto osseo* produce **osteo-calcina**, un ormone che potenzia l'attività dell'insulina e limita l'accumulo di grasso corporeo.

DOMANDE DI VERIFICA

- 1) **L'ipofisi è collegata anatomicamente a:**
 - a) talamo
 - b) ipotalamo
 - c) cervelletto
 - d) telencefalo
 - e) mesencefalo
- 2) **L'ipofisi è contenuta:**
 - a) nell'osso frontale
 - b) nell'osso occipitale
 - c) nelle grandi ali dello sfenoide
 - d) nelle piccole ali dello sfenoide
 - e) nella sella turcica dello sfenoide
- 3) **L'adenoipofisi è composta da:**
 - a) pars tuberalis
 - b) pars intermedia
 - c) pars distalis
 - d) nessuna delle precedenti risposte è corretta
 - e) tutte le precedenti risposte sono corrette
- 4) **La neuroipofisi:**
 - a) produce ossitocina
 - b) produce ormone antidiuretico
 - c) contiene assoni
 - d) nessuna delle precedenti risposte è corretta
 - e) tutte le precedenti risposte sono corrette
- 5) **Quale delle seguenti affermazioni sulla tiroide è corretta?**
 - a) È una ghiandola bilobata a struttura follicolare
 - b) L'epitelio secernente tiroideo accumula ormoni inattivi nella collide dei follicoli
 - c) La secrezione è controllata dall'asse ipotalamo-ipofisario
 - d) Le cellule parafollicolari tiroidee secernono calcitonina
 - e) Tutte le precedenti risposte sono corrette
- 6) **La tiroide si trova:**
 - a) nella parte posteriore del collo
 - b) nella parte anteriore del collo
 - c) nella parte alta del mediastino
 - d) nel pavimento della bocca
 - e) dietro la laringe
- 7) **La colloide è un materiale proteico depositato:**
 - a) nelle isole di Langerhans
 - b) nei follicoli tiroidei
 - c) nelle paratiroidi
 - d) nelle ghiandole surrenali
 - e) nell'ipofisi
- 8) **Le cellule che producono calcitonina sono contenute:**
 - a) nelle isole di Langerhans
 - b) nella midollare del surrene
 - c) nella corticale del surrene
 - d) nell'ipofisi
 - e) nella tiroide
- 9) **Le paratiroidi sono generalmente localizzate:**
 - a) sulla faccia anteriore dei lobi tiroidei
 - b) sulla faccia posteriore dei lobi tiroidei
 - c) sulla faccia posteriore del muscolo platisma
 - d) sulla faccia anteriore della laringe
 - e) nessuna delle precedenti risposte è corretta
- 10) **La corteccia (corticale) del surrene produce ormoni:**
 - a) mineralcorticoidi
 - b) glucocorticoidi
 - c) sessuali
 - d) tutte le precedenti risposte sono corrette
 - e) nessuna delle precedenti risposte è corretta
- 11) **La midollare del surrene è costituita da cellule di origine:**
 - a) epiteliale
 - b) nervosa
 - c) connettivale
 - d) muscolare
 - e) indeterminata
- 12) **La midollare del surrene produce:**
 - a) esclusivamente adrenalina
 - b) esclusivamente noradrenalina
 - c) adrenalina e noradrenalina
 - d) glucocorticoidi
 - e) mineralcorticoidi
- 13) **Gli ormoni glucocorticoidi sono prodotti da:**
 - a) surrene
 - b) pancreas endocrino
 - c) ipofisi
 - d) tiroide
 - e) paratiroidi
- 14) **Nel pancreas endocrino, l'insulina è prodotta dalle cellule:**
 - a) alfa
 - b) beta
 - c) gamma
 - d) delta
 - e) PP

15) Il pancreas endocrino produce:

- a) glucagone
- b) calcitonina
- c) tetraiodotironina (T_4)
- d) ossitocina
- e) aldosterone

16) Il calcitriolo è prodotto da:

- a) tiroide
- b) corticale del surrene
- c) rene
- d) cuore
- e) epifisi



Fondamenti 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**.

