

**ZANICHELLI**

David Sadava, David H. Hillis  
H. Craig Heller, Sally Hacker

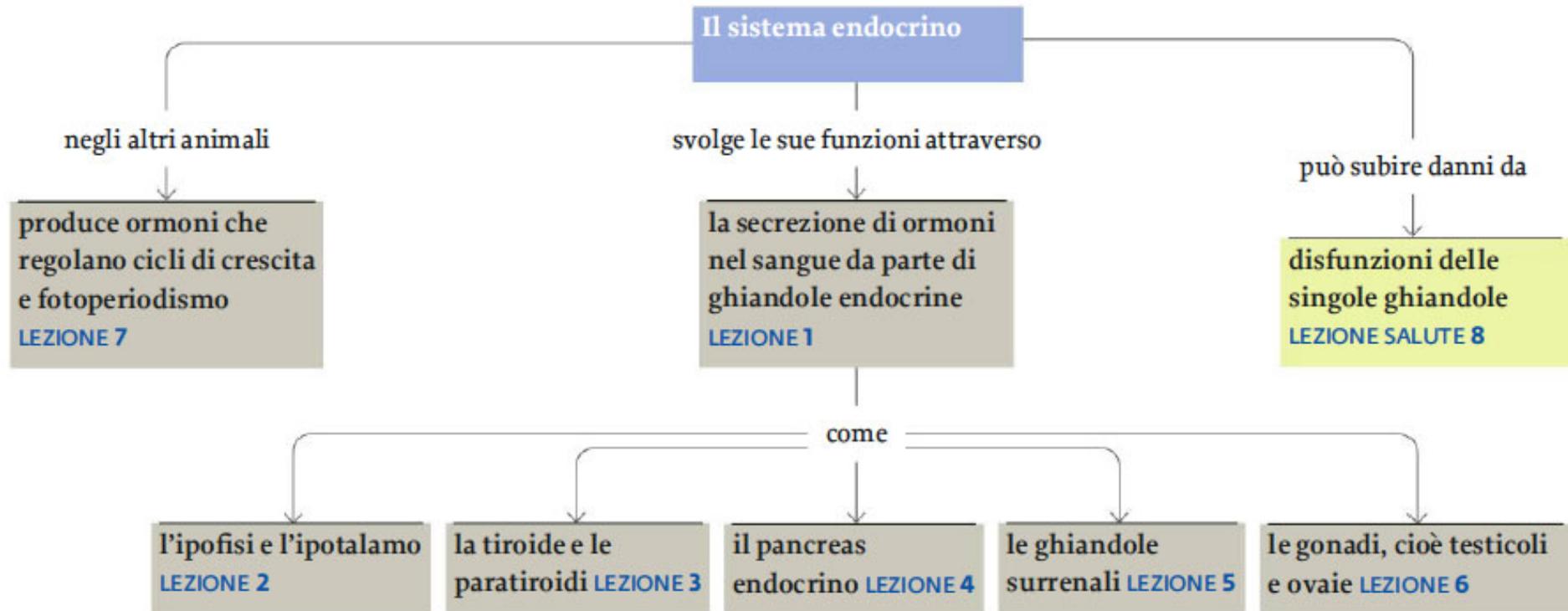
# La nuova biologia.blu

Seconda edizione

Capitolo C7

# Il sistema endocrino

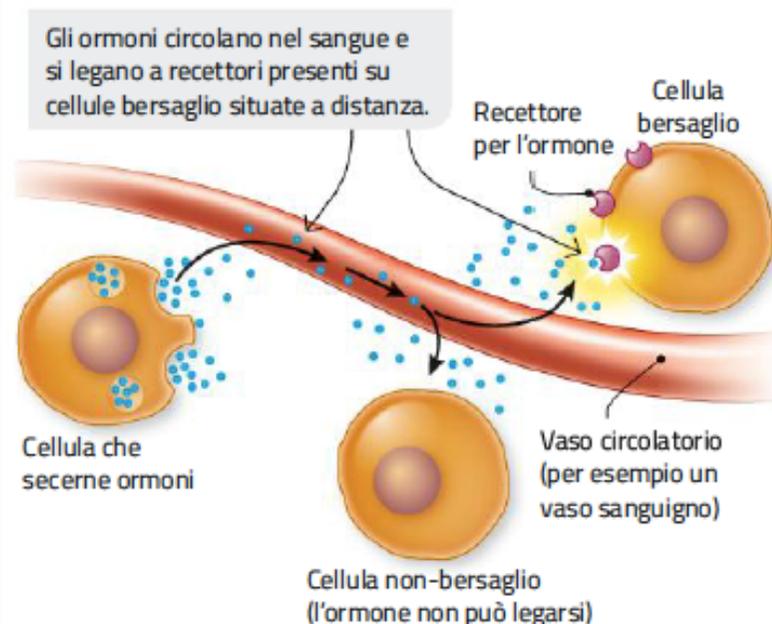
# Temi del capitolo



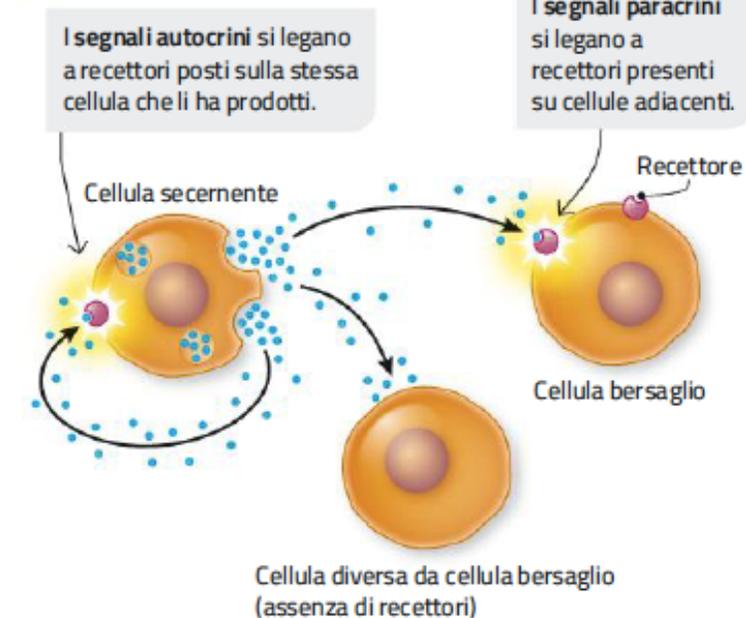
# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /1

Il **sistema endocrino** controlla diverse funzioni e differenti organi attraverso la secrezione nel sangue o nei fluidi interstiziali di **ormoni** da parte delle **ghiandole endocrine**.

## A Segnali che agiscono a distanza



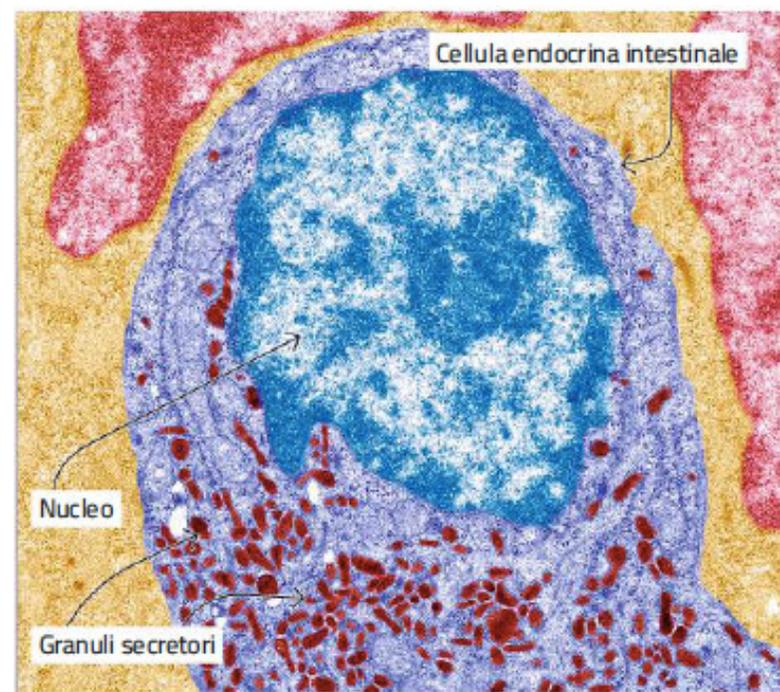
## B Segnali che agiscono localmente



# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /2

Gli ormoni si dividono in:

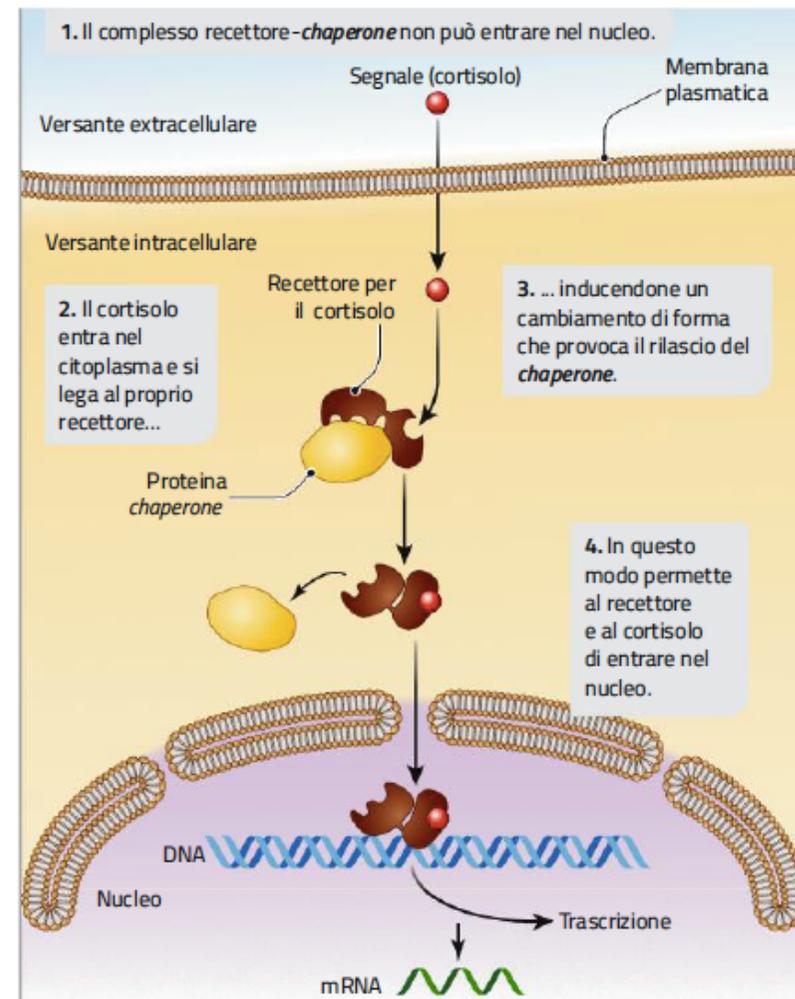
- peptidici;
- steroidi;
- derivanti da amminoacidi.



# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /3

**Il meccanismo d'azione degli ormoni** dipende dalla loro natura chimica ed è correlato alla posizione dei recettori nella cellula bersaglio.

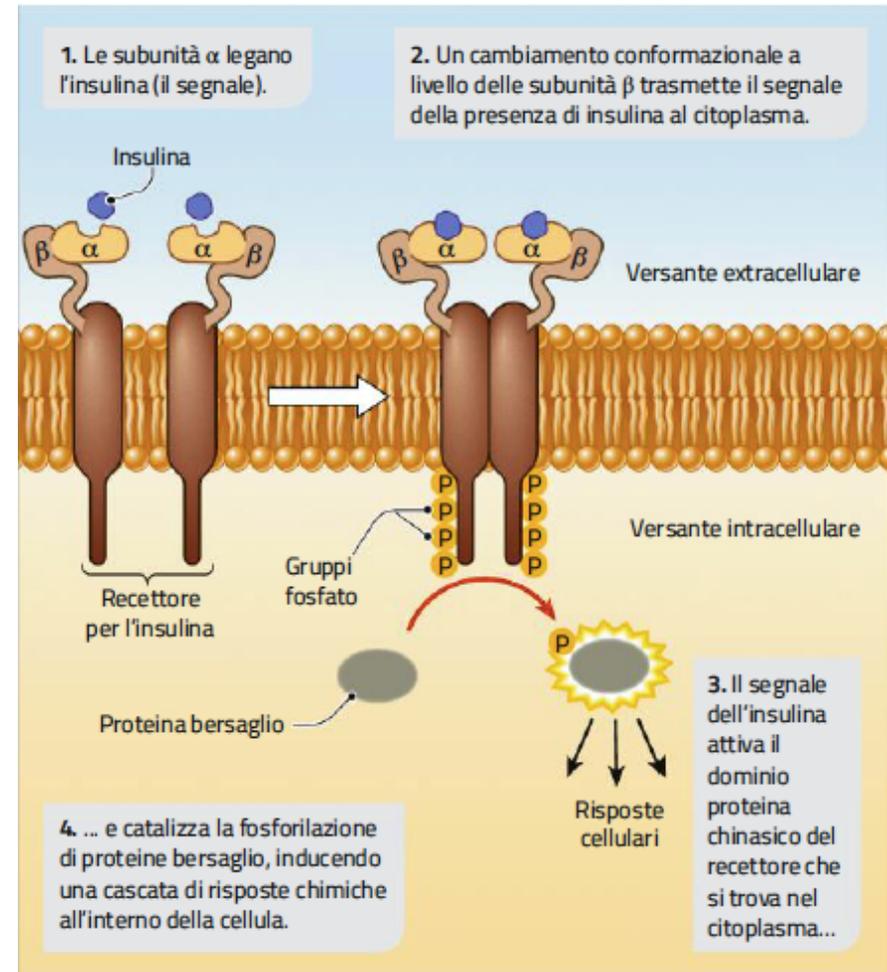
**Gli ormoni liposolubili** diffondono attraverso la membrana e raggiungono i recettori che si trovano nel citoplasma o nel nucleo.



# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /4

Gli **ormoni idrosolubili** si legano a recettori che si trovano sulla membrana cellulare.

Dopo il legame, si attiva una cascata di reazioni che possono modificare l'espressione genica.



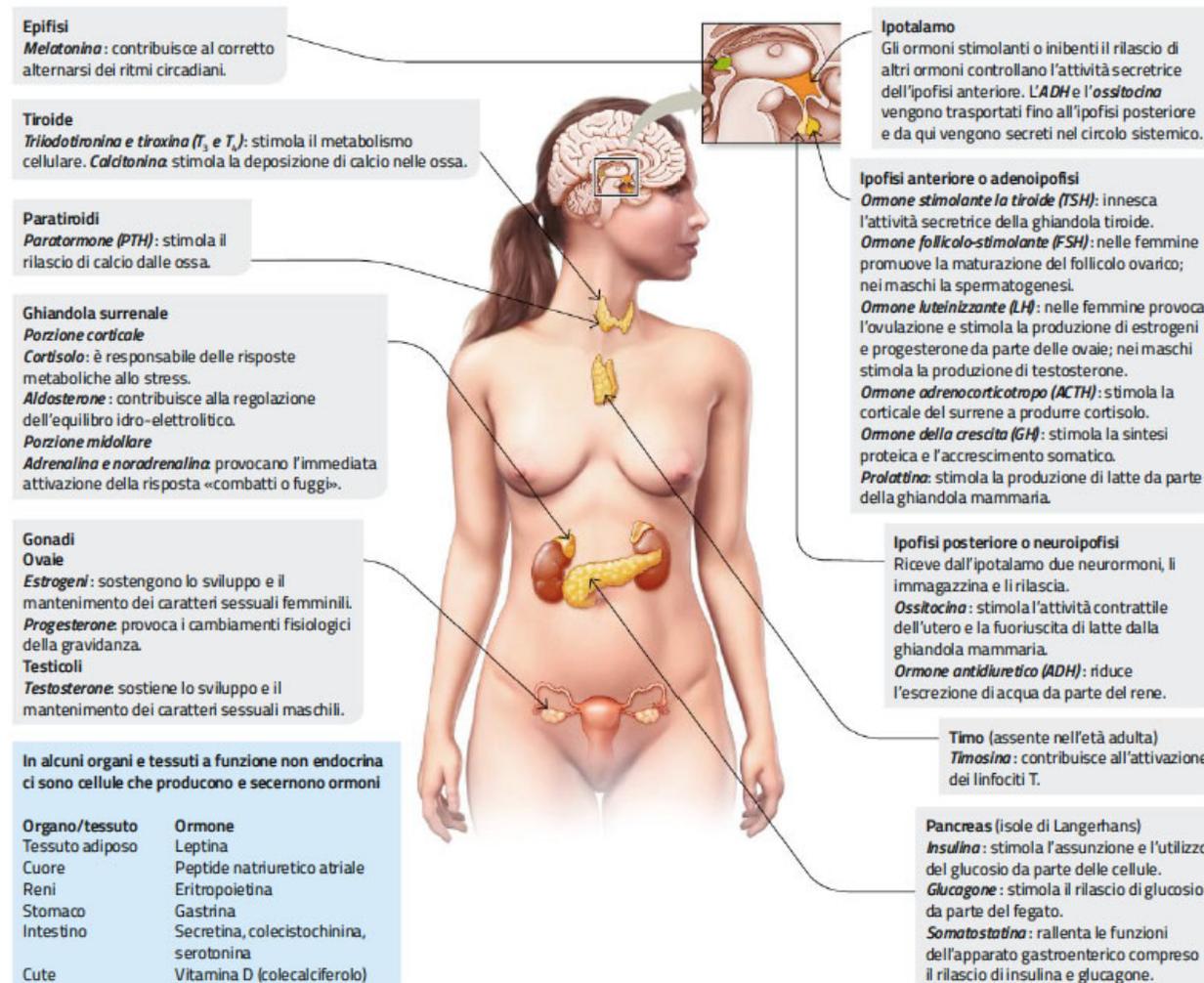
# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /5

Il sistema endocrino comprende sia **cellule endocrine isolate** sia vere e proprie **ghiandole endocrine**.

Quasi tutte le ghiandole endocrine sono formate da tessuto epiteliale, con alcune eccezioni:

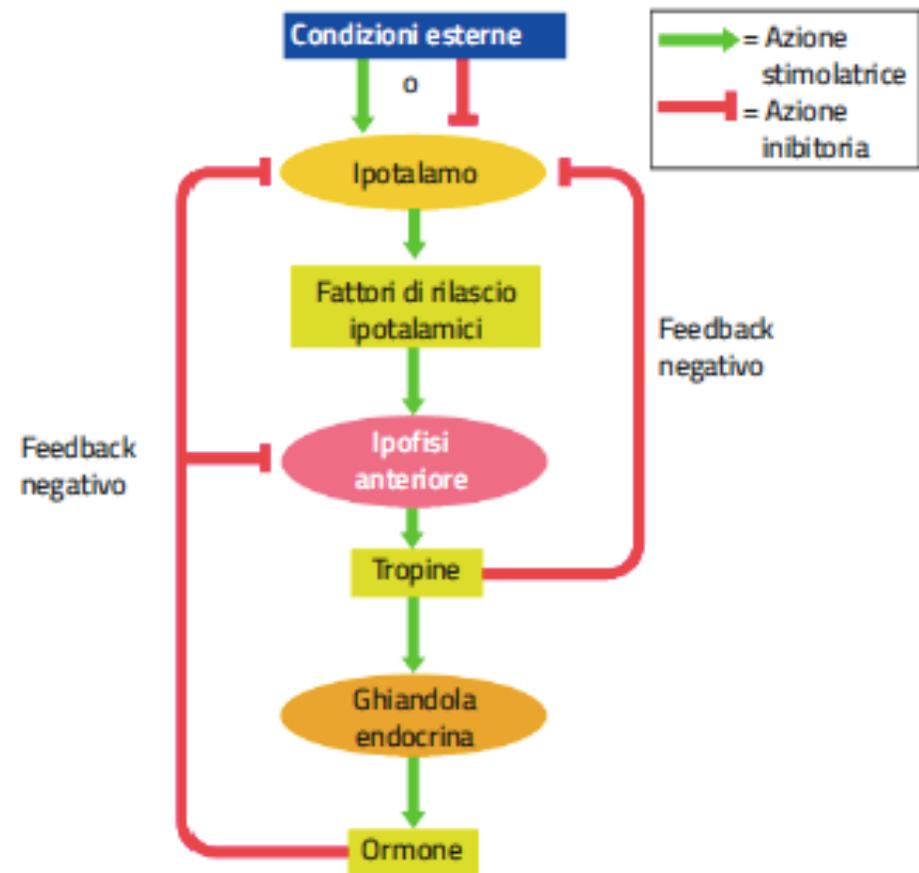
- l'**ipotalamo**, formato da neuroni (cellule neurosecretrici);
- l'**ipofisi**, formata da adenoipofisi e neuroipofisi;
- l'**epifisi**, alla base del cervello.

# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /6



# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /7

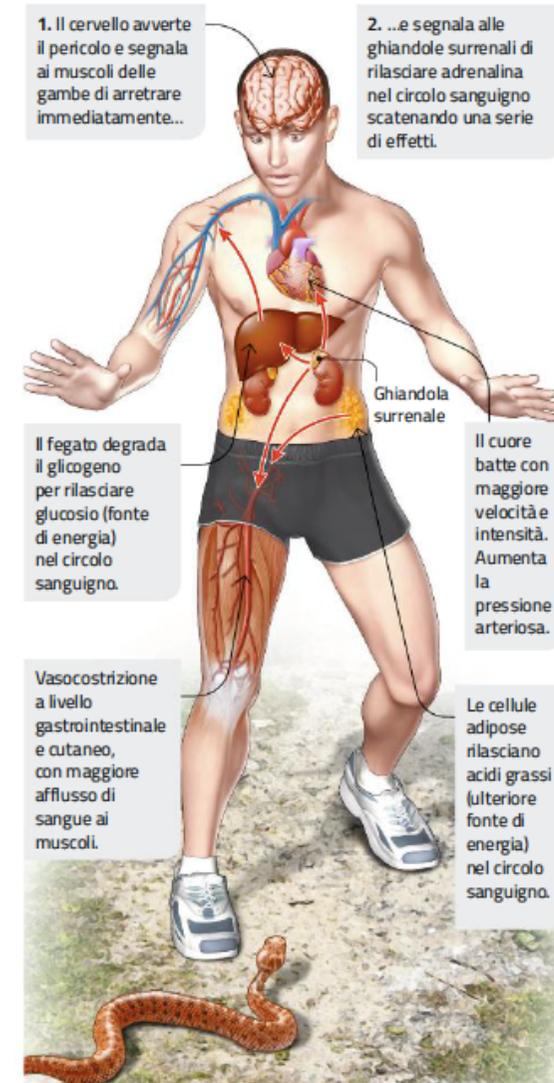
La **secrezione ormonale** non è continua, ma viene regolata in risposta a diversi stimoli esterni e interni tramite **meccanismi a feedback**.



# 1. L'organizzazione e le funzioni del sistema endocrino /8

Nonostante il **sistema endocrino** e quello **nervoso** abbiano modalità d'azione molto differenti, essi lavorano in sinergia per coordinare le risposte e regolare il metabolismo cellulare.

L'interazione tra sistema endocrino e nervoso è garantita dalla secrezione di **neurotrasmettitori**.



## Rispondi

1. Quali sono le molecole segnale usate dal sistema endocrino e come agiscono?
2. Come funziona la secrezione paracrina?
3. Quali sono le caratteristiche degli ormoni steroidei?
4. Da che cosa dipende l'effetto di un ormone e il suo meccanismo d'azione?
5. Quali organi hanno sia funzione endocrina sia esocrina?

## Scegli le parole

1. L'epifisi / ipofisi è una piccola ghiandola localizzata alla base del cervello, che produce l'ormone **melatonina / prolattina**.
2. I ..... agiscono da molecole segnale sia per il sistema endocrino sia per quello nervoso.
3. Gli ormoni **liposolubili / idrosolubili** diffondono attraverso la membrana plasmatica.

## Ora tocca a te

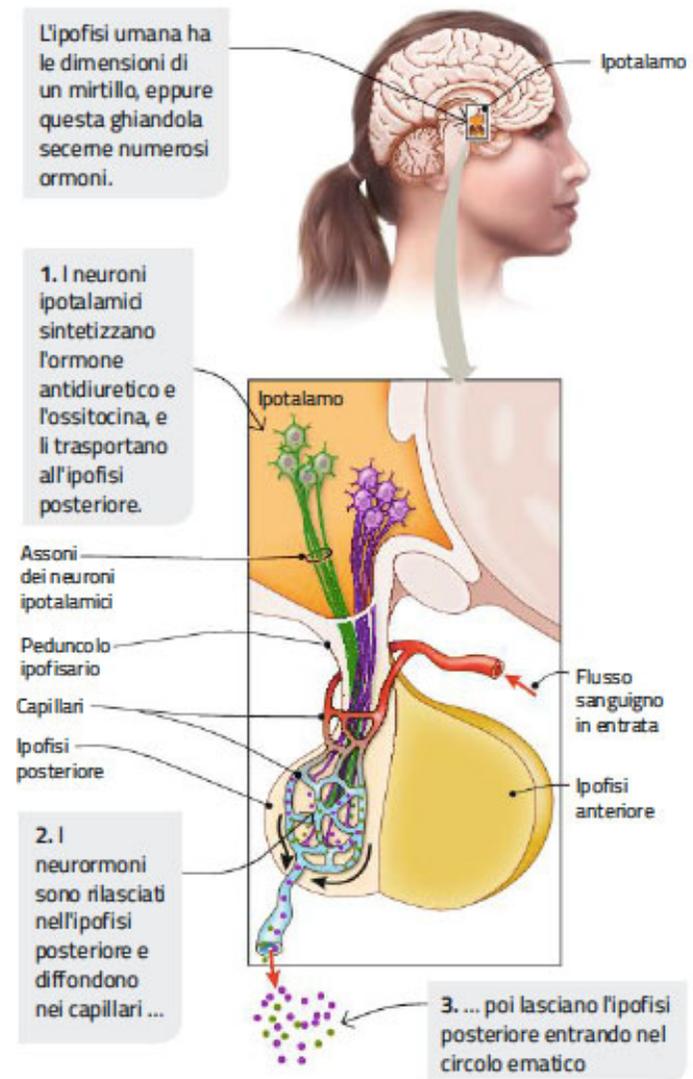
Costruisci un grafico che contenga i seguenti termini: condizioni esterne, ipotalamo, fattori ipotalamici, ipofisi anteriore, tropine, ghiandola endocrina, ormone. Metti in relazione questi elementi con delle frecce per indicare le azioni inibitorie (rappresentate con frecce rosse) o le azioni stimolatrici (frecce verdi). Spiega il grafico in un breve testo di 10 righe.

## 2. Ipofisi e ipotalamo /1

La **neuroipofisi** riceve dall'ipotalamo due neurormoni, l'ADH e l'ossitocina, che poi rilascia nel circolo sanguigno.

L'ADH agisce sui reni e l'ossitocina è rilasciata durante il parto e l'allattamento.

A loro volta, gli ormoni ipofisari influenzano il sistema nervoso



## 2. Ipofisi e ipotalamo /2

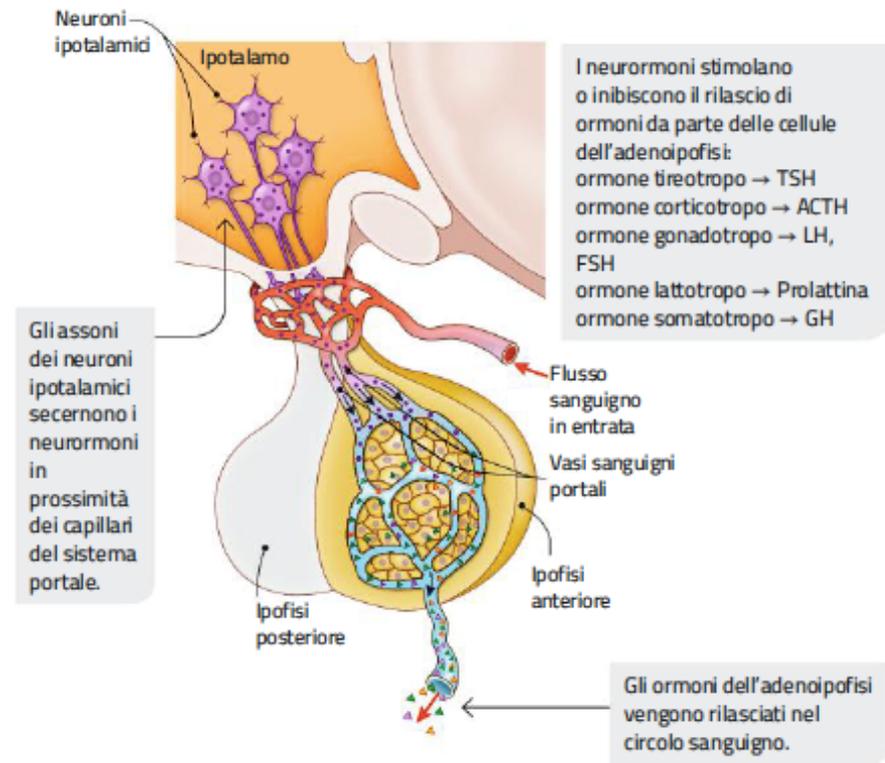
L'**adenoipofisi** produce sia ormoni che controllano altre ghiandole endocrine (**tropine**) sia ormoni che agiscono direttamente su specifiche funzioni.

1. Le tropine comprendono la tireotropina (TSH), l'ormone adrenocorticotropo, l'ormone luteinizzante e l'ormone follicolostimolante.

2. Il secondo gruppo di ormoni comprendono l'ormone della crescita, la prolattina, l'ormone melanocito-stimolante, le endorfine e le encefaline.

## 2. Ipofisi e ipotalamo /3

L'**ipotalamo** regola l'attività dell'adenoipofisi producendo fattori di rilascio e fattori di inibizione.



## Rispondi

1. Perché la neuroipofisi non è una vera e propria ghiandola?
2. Quando è rilasciata l'ossitocina e come agisce?
3. Che cosa sono le endorfine?

## Scegli le parole

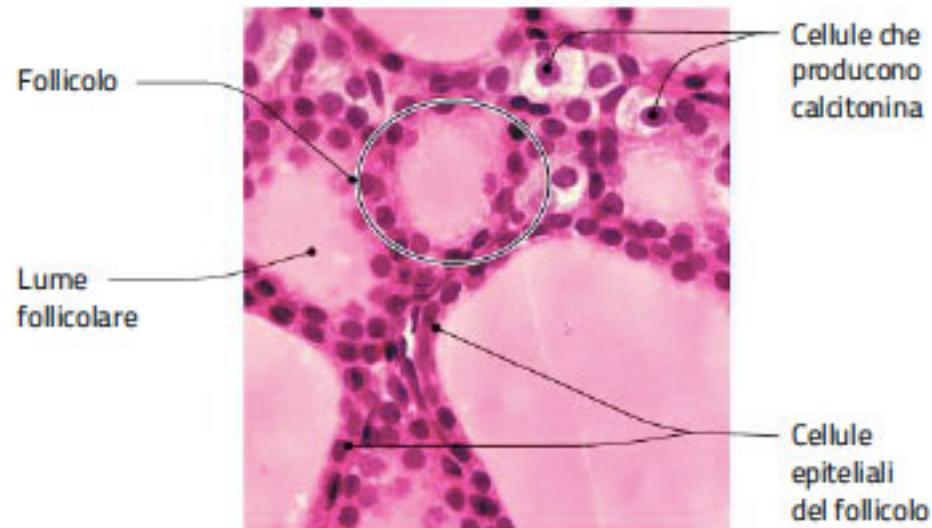
1. La prolattina / L'ossitocina stimola la secrezione di latte.
2. L'ipotalamo controlla l'attività esocrina / endocrina dell'adenoipofisi producendo fattori di rilascio e di sintesi / inibizione.

## Ora tocca a te

L'acromegalia è una situazione clinica apparentemente simile a quella del gigantismo. Cerca informazioni in Rete su queste due patologie e prepara una tabella in cui ne evidenzi le differenze e le somiglianze.

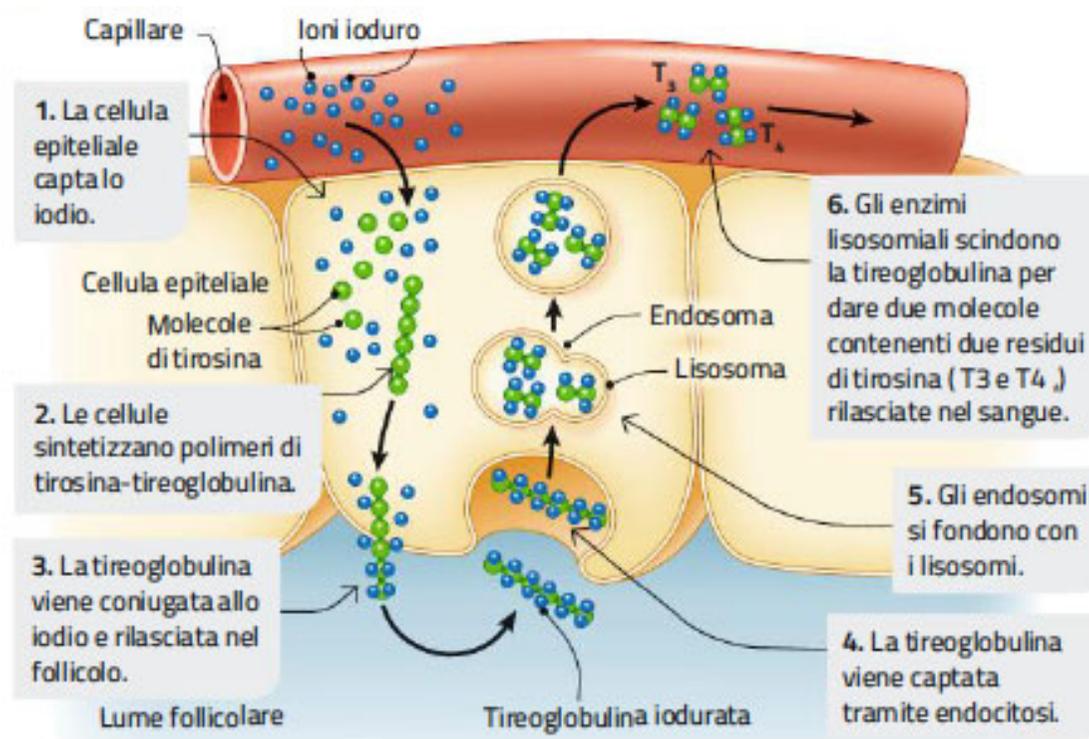
# 3. Tiroide e paratiroidi /1

La **tiroide** ha una struttura composta da follicoli contenenti colloide, circondati da cellule di due tipi: i **tireociti**, che producono l'ormone tiroideo, e le **cellule C**, che secernono la calcitonina.



# 3. Tiroide e paratiroidi /2

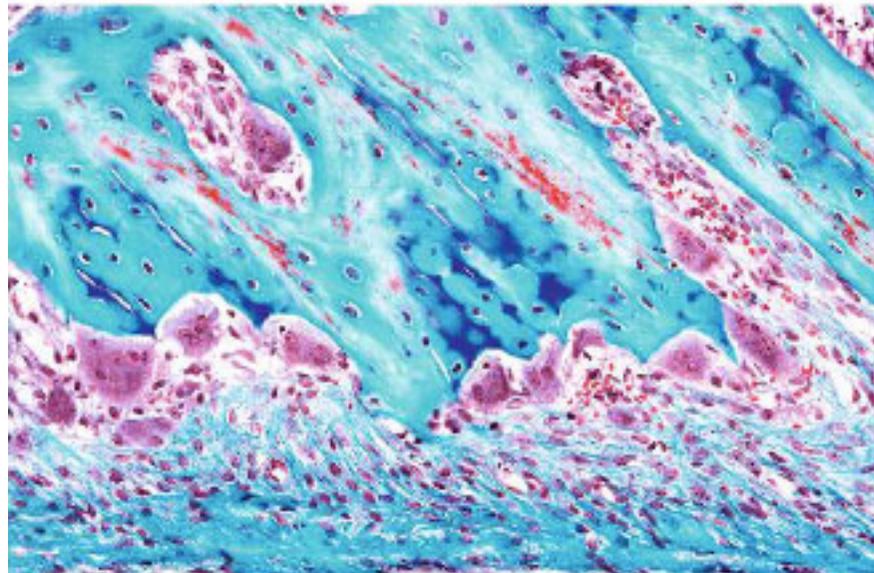
La produzione dell'**ormone tiroideo** incrementa il metabolismo ed è regolata in base alla disponibilità di iodio.



# 3. Tiroide e paratiroidi /3

È fondamentale per l'organismo che i livelli ematici di calcio, o **calcemia**, siano mantenuti costanti.

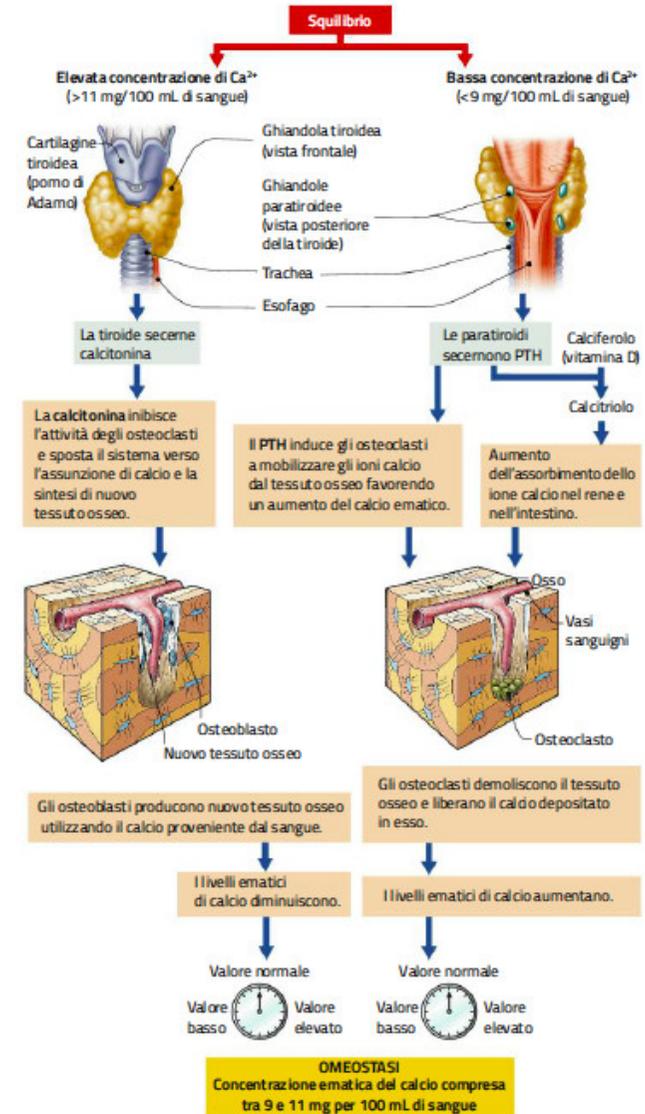
La regolazione della calcemia è modulata dalla **calcitonina** e dal **paratormone**, prodotto dalle paratiroidi.



# 3. Tiroide e paratiroidi /4

Anche la **vitamina D** agisce come un ormone.

Questa vitamina infatti media l'azione del paratormone sulla calcemia.



## Rispondi

1. Che sostanza è contenuta nei follicoli della tiroide e qual è la sua composizione?
2. Da quali cellule viene prodotto il paratormone?
3. Come agisce l'ormone tiroideo?
4. Qual è il meccanismo d'azione della calcitonina?
5. Che funzioni svolge il calcitriolo?

## Scegli le parole

1. **Le cellule C / I tireociti** secernono la calcitonina.
2. La tiroide rilascia tiroxina e **triiodotironina / tireoglobulina** in un rapporto di 4 a **1 / 3**.
3. La vitamina **D / C** viene sintetizzata a partire dal **colesterolo/calcitriolo**.
4. Il calcitriolo esercita un feedback negativo sulle **paratiroidi / ghiandole surrenali**.

## Ora tocca a te

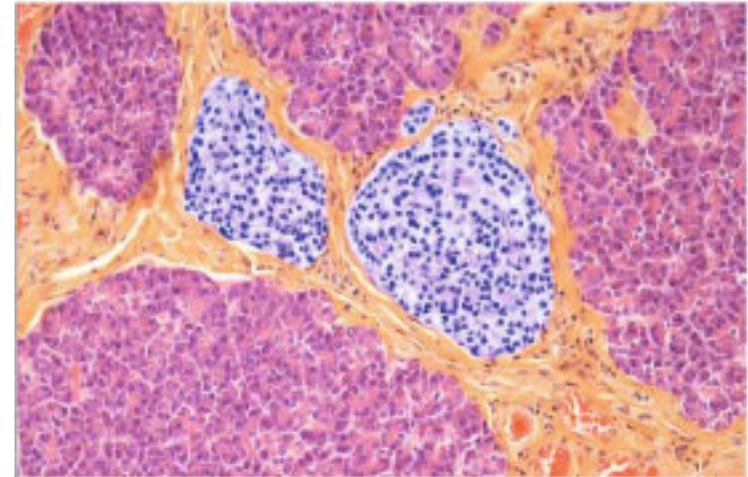
Gli osteoblasti e gli osteoclasti sono le cellule del tessuto osseo che si occupano del suo rimodellamento. Cerca informazioni in questo volume e in Rete e realizza un'infografica che spieghi graficamente i meccanismi che portano alla formazione e alla distruzione dell'osso mettendo in evidenza il ruolo della calcitonina.

## 4. Il pancreas endocrino /1

Nel pancreas si trovano le **isole di Langerhans**, dove si trovano cellule con funzione endocrina.

Si distinguono:

- le cellule alfa, che producono **glucagone** ;
- le cellule beta, che producono **insulina**;
- le cellule delta, che producono **somatostatina**.



## 4. Il pancreas endocrino /2

L'**insulina** e il **glucagone** sono due ormoni antagonisti che regolano la glicemia.

L'insulina abbassa la glicemia, facilitando l'assorbimento del glucosio ematico da parte delle cellule.

Il glucagone alza la glicemia, che agisce sul fegato stimolando le cellule epatiche a scindere il glicogeno e rilasciare glucosio nel sangue.

La somatostatina partecipa al controllo, inibendo la secrezione dei due ormoni..

## Rispondi

1. Che cosa sono le isole di Langerhans?
2. Quale ormone secernono le cellule delta?
3. Qual è il ruolo dell'insulina?
4. Quali azioni svolge la somatostatina?

## Scegli le parole

1. Il glucagone agisce **sui reni / sul fegato**.
2. Il ..... determina un accumulo di glucosio nel sangue per mancanza di insulina.

## Ora tocca a te

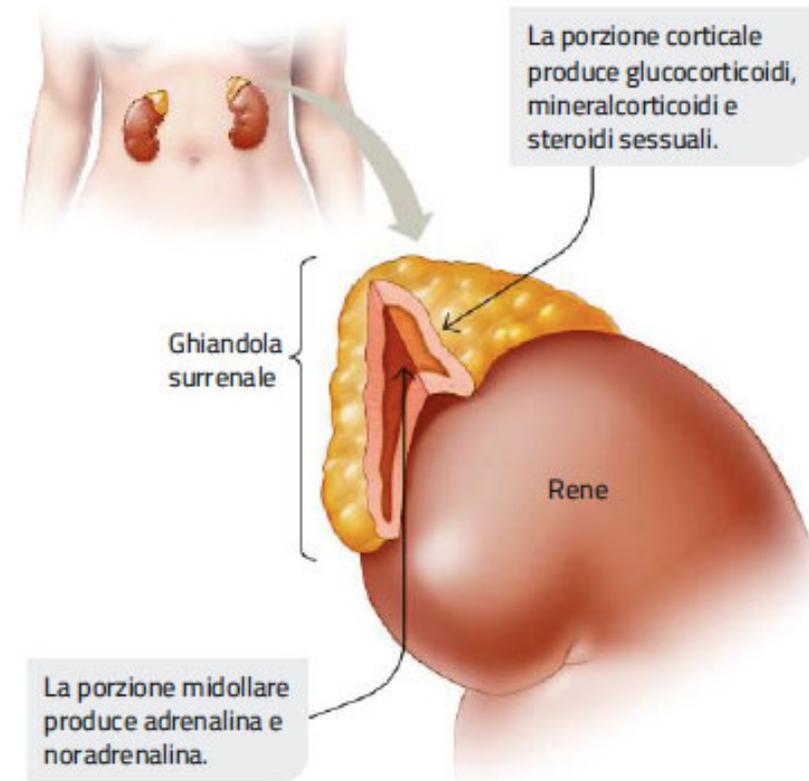
Cerca informazioni in Rete sul test da carico di glucosio e realizza un opuscolo informativo grande un quarto di pagina in cui ne descrivi il meccanismo e lo scopo.

**DIMMI LA TUA! Insulina e diabete**

# 5. Le ghiandole surrenali /1

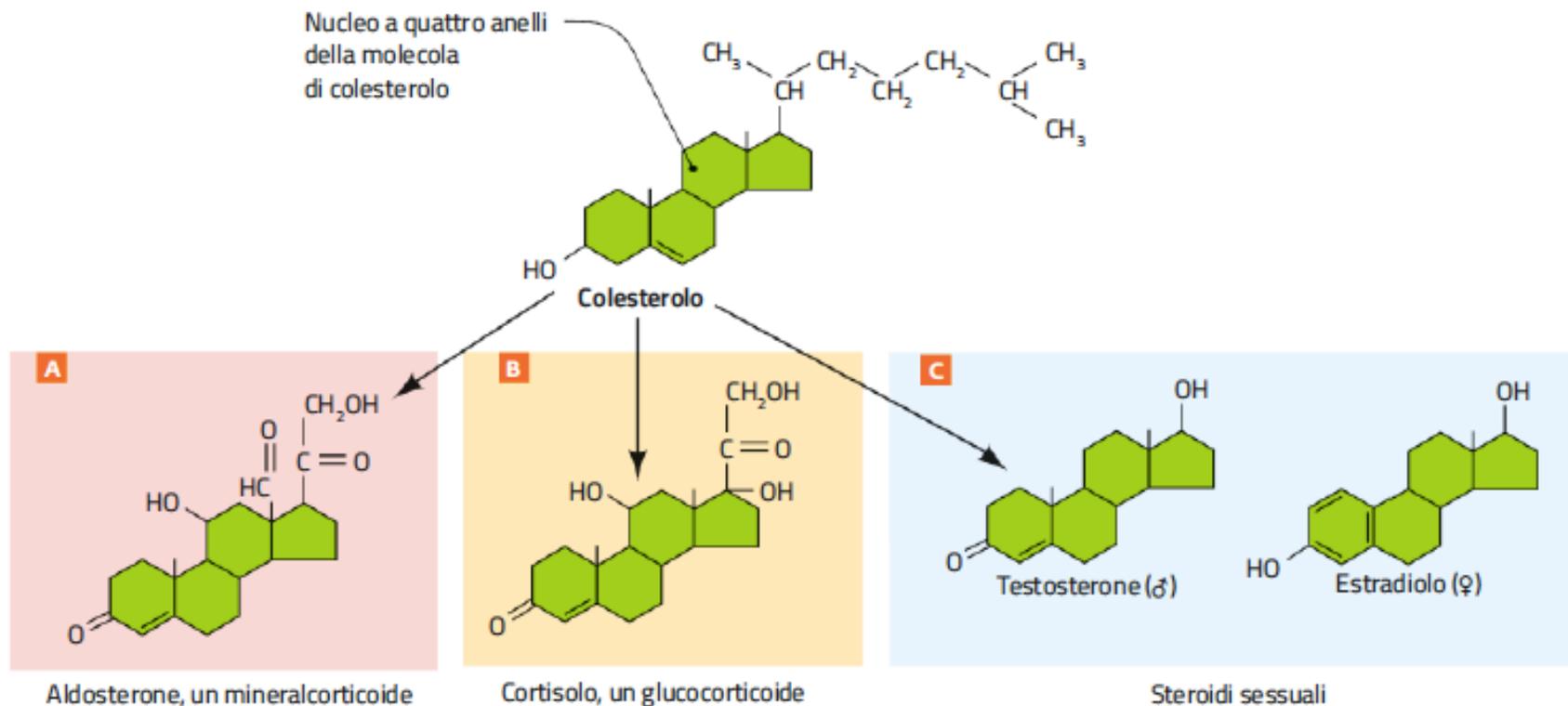
Le **ghiandole surrenali** sono formate da una zona midollare e da una zona corticale.

La regione midollare del surrene produce **adrenalina** e **noradrenalina**.



# 5. Le ghiandole surrenali /2

La regione corticale del surrene utilizza il colesterolo come molecola di partenza per produrre **glucocorticoidi**, **mineralcorticoidi** e **ormoni sessuali**.



## Rispondi

1. Come si chiama la regione più esterna delle ghiandole surrenali?
2. Quali ormoni produce la surrenale?
3. Qual è il glucocorticoide più rappresentativo nella specie umana?

## Scegli le parole

1. **L'adrenalina / La noradrenalina** determina un aumento della frequenza cardiaca.
2. Il principale ormone mineralcorticoide è l'..... che stimola il **rene / fegato** a eliminare il **sodio / potassio**.

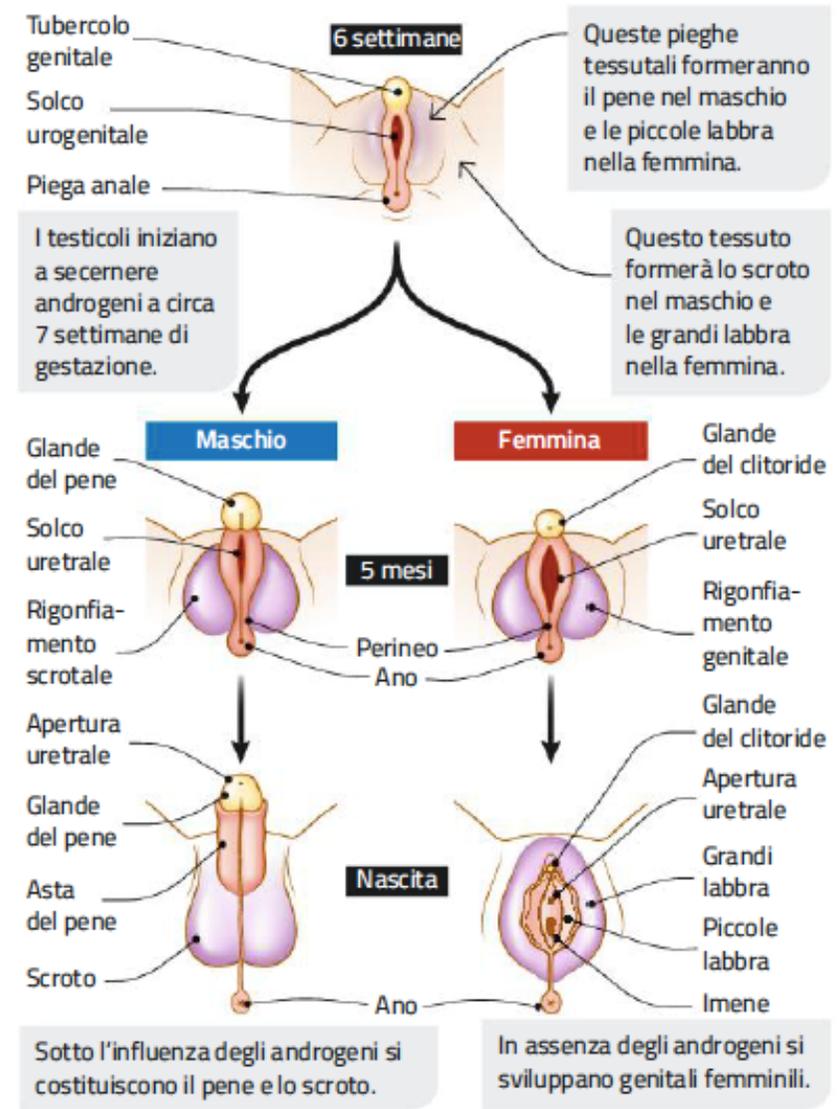
## Ora tocca a te

Cerca informazioni in Rete sulla malattia di Addison e prepara una scheda di approfondimento di una facciata in cui descrivi le cause (l'eziologia), i sintomi e l'incidenza nella popolazione mondiale.

# 6. Le gonadi, l'epifisi e il timo /1

Gli **ormoni sessuali**, prodotti all'interno delle **gonadi**, sono responsabili della comparsa dei caratteri sessuali primari e secondari durante lo sviluppo.

Durante lo sviluppo embrionale, il rilascio di ormoni sessuali è indispensabile per la determinazione di un fenotipo maschile o femminile.



## 6. Le gonadi, l'epifisi e il timo /2

Gli **ormoni sessuali** controllano i cambiamenti che si verificano nell'organismo durante la **pubertà**, il periodo della maturazione sessuale.

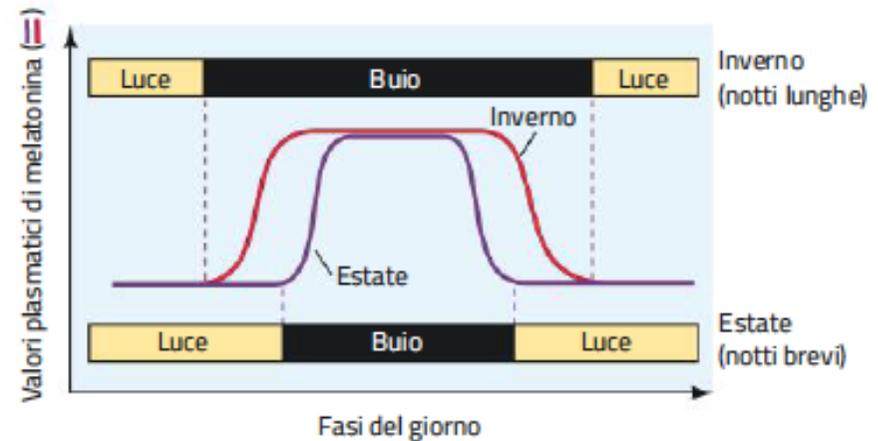
Durante la pubertà, aumenta la quantità dell'ormone rilasciante le gonadotropine rilasciato dall'ipotalamo.

Questo porta a un aumento di secrezione di gonadotropine, che a sua volta induce una maggiore sintesi di ormoni sessuali.

## 6. Le gonadi, l'epifisi e il timo /3

La **melatonina** è prodotta dall'epifisi.  
È coinvolta nella regolazione dei ritmi biologici.

Gli ormoni prodotti dal timo comprendono la **timosina** e la **timopoietina**, che hanno funzioni legate all'immunità.



# 6. Le gonadi, l'epifisi e il timo /4

Le molecole che hanno funzione ormonale sono tantissime e di varia natura chimica, tuttavia sono difficili da isolare e da riconoscere.

Ormone / Mediatore	Origine	Bersagli principali	Effetti principali
Serotonina	Sistema nervoso, apparato digerente	Sistema nervoso	Controlla l'umore, la fame e il sonno.
Dopamina	Rene, ipotalamo	Sistema nervoso	Aumenta la pressione arteriosa e le pulsazioni.
Adiponectina	Tessuto adiposo	Tessuto adiposo, muscolo scheletrico	Regola il catabolismo dei lipidi e dei carboidrati.
Angiotensina	Fegato	Vasi sanguigni	Vasocostrizione.
Peptide natriuretico atriale	Cuore	Rene	Controllo della quantità di acqua, sodio e potassio.
Eritropoietina (EPO)	Rene	Midollo osseo	Stimola la produzione di eritrociti.
Inibina	Gonadi, feto	Adenoipofisi	Inibisce la produzione di FSH.
Somatomedina (o fattore di crescita insulino-simile)	Fegato	Organismo	Effetti simili all'insulina.
Relaxina	Utero e gonadi (anche nei maschi)	Apparato genitale	È un antagonista della prolattina (nella femmina); stimola gli spermatozoi (nel maschio).
Trombopoietina	Fegato, rene, muscolo striato	Megacariociti	Produzione di piastrine.
Leucotrieni	Leucociti	Bronchi, vasi sanguigni	Partecipano ai processi infiammatori e ai meccanismi dell'immunità.
Prostaciclina	Endotelio	Apparato circolatorio	È un anticoagulante e un vasodilatatore.
Trombossano	Endotelio	Apparato circolatorio	È un antagonista della prostaciclina.
Lipotropina	Adenoipofisi		Stimola la lipolisi, la sintesi di steroidi e di melatonina.
Peptide natriuretico cerebrale	Cuore	Rene	Abbassamento della quantità di acqua, sodio e potassio.
Neuropeptide Y	Stomaco		Aumenta la tendenza a nutrirsi e inibisce l'attività fisica.
Gastrina	Stomaco	Stomaco	Stimola la secrezione gastrica.
Endotelina	Stomaco	Stomaco	Stimola la contrazione della muscolatura gastrica.
Polipeptide pancreatico	Pancreas	Pancreas	Autoregola l'attività del pancreas.
Renina	Rene	Rene	Attiva la sintesi di angiotensina.

## Rispondi

1. Quali sono gli ormoni prodotti dalle cellule interstiziali dei testicoli?
2. Che cosa si intende per «caratteri sessuali secondari»?
3. Durante lo sviluppo embrionale, qual è la funzione degli ormoni sessuali?
4. Quali ormoni regolano la sintesi degli ormoni steroidei nelle gonadi?
5. Quale ormone regola la sintesi di gonadotropine?

## Scegli le parole

1. L'estradiolo è un derivato del .....
2. L'ormone **relaxina / inibina** è un antagonista della prolattina nelle femmine e stimola gli spermatozoi nei maschi.
3. La dopamina **diminuisce / aumenta** la pressione arteriosa e le pulsazioni.
4. La **timosina / timopoietina** stimola la produzione delle cellule coinvolte nella risposta immunitaria.

## Ora tocca a te

Sempre più spesso si vedono pubblicità in televisione e sui giornali che propongono prodotti contenenti melatonina per aiutare a dormire meglio o a rilassarsi. Cerca informazioni in Rete sulle ricerche scientifiche a riguardo e realizza una presentazione di 10 slide della durata di 10 minuti in cui riassumi la tua ricerca ed esponi le tue conclusioni. Fai attenzione: utilizza solamente fonti attendibili e scrivi sempre da dove provengono i dati.

# 8. La salute del sistema endocrino

## /1

La funzionalità ormonale può essere compromessa da numerose disfunzioni a carico delle ghiandole endocrine.

Un malfunzionamento dell'ipofisi può causare **nanismo** o **gigantismo**.

L'**ipertiroidismo** e l'**ipotiroidismo** sono causati da eccessiva o ridotta attività della tiroide.

Il **diabete mellito** è legato a una disfunzione del pancreas endocrino.

# 8. La salute del sistema endocrino

## /2

STRANO  
MA VERO

### Gli interferenti endocrini: inquinanti insidiosi

**G**li interferenti endocrini (*Endocrine-Disrupting Chemicals*, EDCs) sono sostanze in grado di interferire con il sistema endocrino degli esseri umani e di altri animali. Come gli ormoni, gli EDCs interagiscono con i recettori presenti nel sistema endocrino e la loro presenza nell'organismo può causare effetti negativi sulla salute.

Tra i principali interferenti ricordiamo gli idrocarburi policiclici aromatici come il benzene, lo ftalato, la diossina, il bifenolo. Queste sostanze si trovano in moltissimi prodotti industriali, dagli insetticidi alle plastiche (Figura A).

#### Perché possono essere pericolosi?

Gli interferenti endocrini, in genere, sono in grado di legarsi ai recettori di vari ormoni come agonisti o antagonisti; per esempio, ai recettori per gli ormoni steroidei o tiroidei. A volte interferiscono tramite differenti meccanismi con la sintesi, la secrezione, il trasporto, il legame e l'eliminazione degli ormoni negli organismi viventi.

Gli interferenti endocrini, inoltre, come gli ormoni a cui assomigliano, hanno effetto anche

a dosi piuttosto basse, molto più basse di quelle che, riferite ad altri inquinanti, sarebbero considerate «sicure». Trovandosi in centinaia di prodotti di consumo quotidiano, esiste il rischio che possano entrare nel nostro cibo in quantità sufficiente per causare disfunzioni.

Nel 2015, *The Endocrine Society* ha pubblicato una dichiarazione sugli interferenti endocrini citando come conseguenze: l'obesità, il diabete, alterazioni nella riproduzione femminile e maschile, tumori ormono-sensibili nelle donne, il cancro alla prostata negli uomini, patologie tiroidee e dello sviluppo neurologico e neuroendocrino.

Inoltre, alcuni interferenti endocrini rimangono nell'ambiente molto a lungo prima di degradarsi: il DDT è stato bandito da cinquant'anni in buona parte del pianeta, ma ancora oggi continua a essere trovato nei tessuti degli animali.

Nel caso di vaste esposizioni ambientali, inoltre, gli EDCs possono produrre effetti a livello di popolazione con ripercussioni sull'ecosistema.

#### Che cosa si sta facendo per arginare il rischio?

Non tutti gli interferenti endocrini sono ugualmente pericolosi, e non sappiamo ancora quante sostanze siano classificabili in questo senso. L'Unione Europea ha stabilito alcuni

criteri per la classificarli e per stimare i rischi a essi associati. Si può, per esempio, decidere di eliminare gradualmente un interferente endocrino, oppure di restringere il suo utilizzo solo a certe categorie di prodotti. Allo stesso tempo si lavora per cercare alternative.



**Figura A** Il bisfenolo, un interferente endocrino, è fondamentale nella sintesi di alcune materie plastiche.

# 8. La salute del sistema endocrino

## /3

Il **doping** è una pratica illegale diffusa tra gli sportivi.

Alcuni ormoni sono sostanze dopanti:

- **ormoni anabolizzanti**, che stimolano la produzione di massa muscolare;
- **eritropoietina (EPO)**, che stimola la produzione di globuli rossi;
- **ormone della crescita**, che stimola la crescita corporea e la massa muscolare.

## Rispondi

1. Quali sono le cause che portano al diabete mellito di tipo 1?
2. Quali conseguenze può provocare l'assunzione di eritropoietina nel doping sportivo?

## Scegli le parole

1. La disfunzione delle cellule del pancreas endocrino è chiamata .....
2. La forma più diffusa di ipertiroidismo è una patologia autoimmune nota come **acromegalia / morbo di Graves**.

## Ora tocca a te

Visita il sito della WADA (*World Anti-Doping Agency*) con la lista delle sostanze proibite e cerca se oltre all'ormone della crescita sono incluse altre sostanze a esso correlate (per esempio i suoi fattori di rilascio).

## DATI IN AGENDA Doping dilettante