

Cristina Cavazzuti  
Daniela Damiano

# Biologia

Terza edizione

# Capitolo 9

## **Regolazione interna e riproduzione**

1. Il sistema endocrino
2. La funzione renale
3. L' apparato riproduttore
4. La fecondazione e lo sviluppo

# Lezione 1

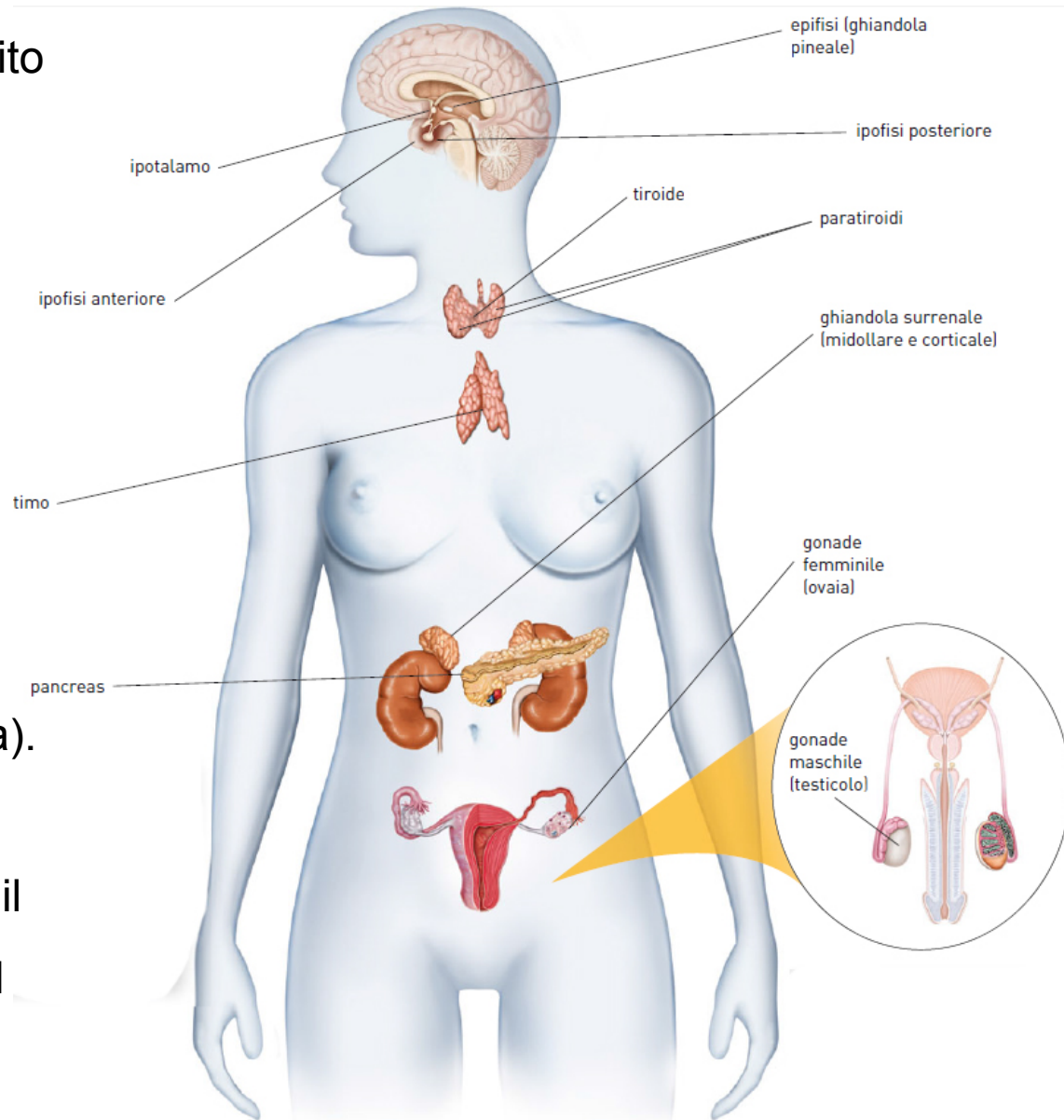
## **Il sistema endocrino**

# 1. Ghiandole endocrine e ormoni

Il **sistema endocrino** è costituito da una serie di ghiandole e cellule capaci di secernere messaggeri chimici chiamati **ormoni**.

Gli ormoni sono riversati nel sangue e trasportati fino alle **cellule bersaglio** dove provocano un effetto specifico (es. la produzione di un enzima).

Sistema endocrino e sistema nervoso interagiscono fra loro: il primo ha un'azione più lenta, il secondo più rapida.



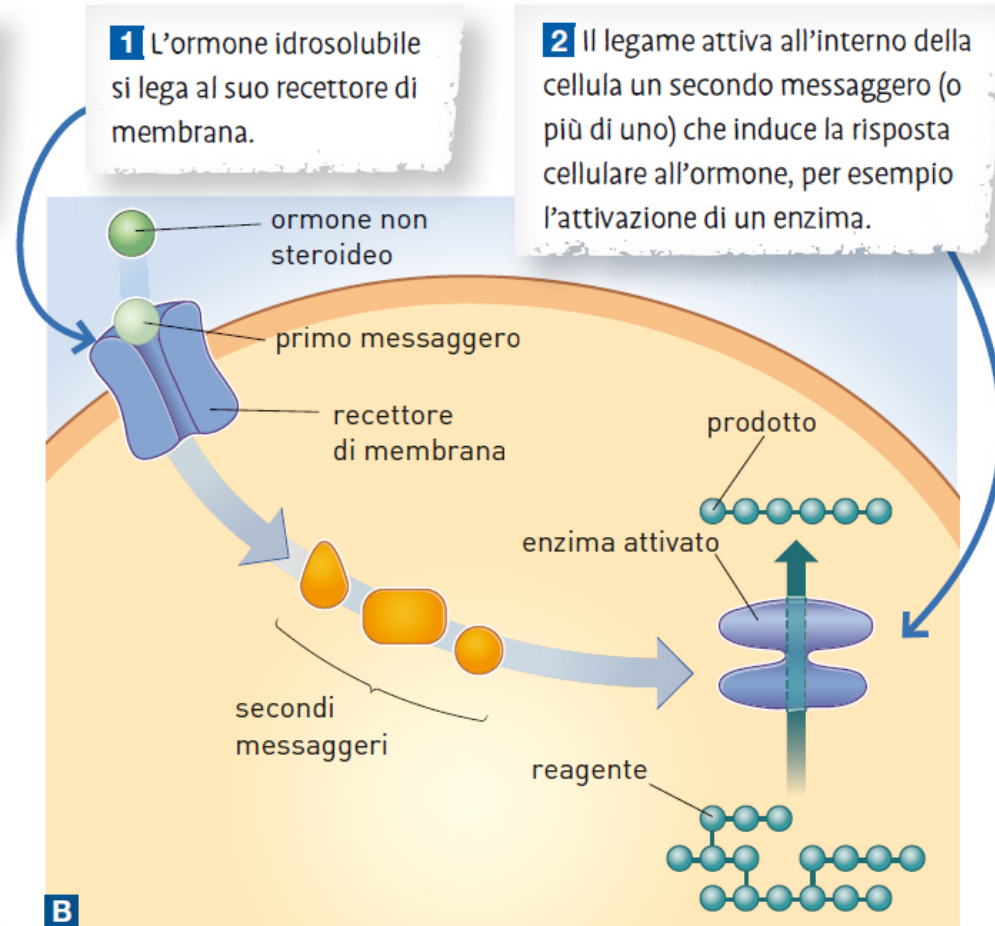
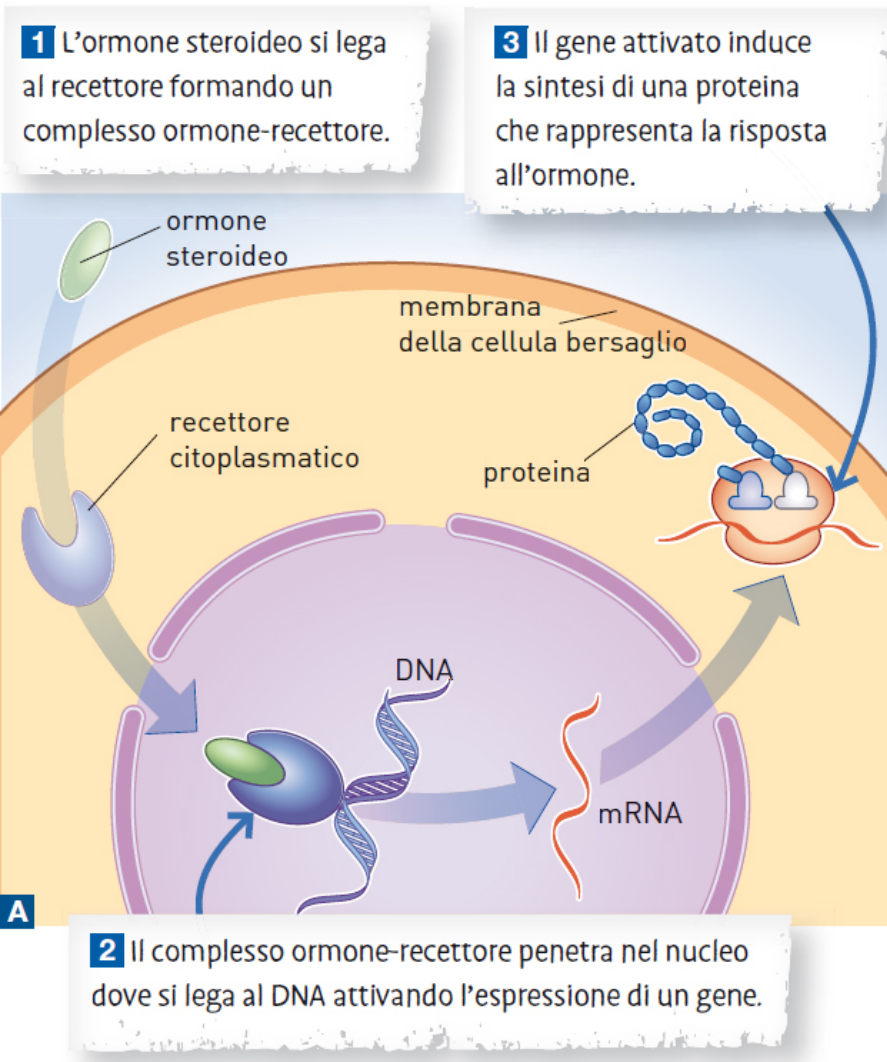
## 2. Ormoni steroidei e non steroidei

Gli ormoni si distinguono in:

- **ormoni steroidei**, derivano dal colesterolo, sono liposolubili e possono entrare facilmente nella cellula, dove si legano al recettore citoplasmatico specifico formando il *complesso ormone-recettore* che può penetrare nel nucleo;
- **ormoni non steroidei**, hanno natura idrofila e non possono entrare liberamente nelle cellule; i recettori si trovano nella membrana della cellula, pertanto un ormone idrosolubile può agire solo su cellule che presentano il suo recettore di membrana specifico. Nella maggior parte dei casi sono amminoacidi ramificati.

## 2. Ormoni steroidei e non steroidei

### Meccanismo di azione degli ormoni steroidei (A) e non steroidei (B)



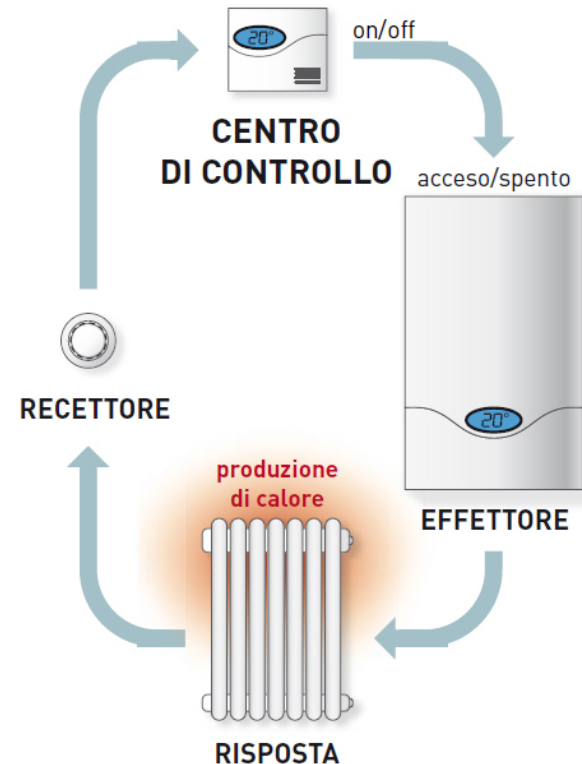
### 3. Ormoni e omeostasi

L' **omeostasi** è la tendenza dell' organismo a mantenere uno stato stazionario, che si realizza grazie all' interazione tra recettori, sistema nervoso e sistema endocrino.

I **recettori** distribuiti nel corpo monitorano e registrano diversi parametri, trasmettendo informazioni all' encefalo che a sua volta invia istruzioni agli organi effettori, tra cui le ghiandole endocrine. affinché, in caso di variazioni, agiscano di conseguenza.

La produzione ormonale è generalmente controllata da un meccanismo di **feedback negativo**, che inibisce l' attività di una ghiandola endocrina.

Esistono anche meccanismi di **feedback positivo** che amplificano la risposta ormonale.



## 4. L'ipotalamo e l'ipofisi

L' **ipotalamo** è una piccola regione dell' encefalo che rappresenta il collegamento principale tra il sistema nervoso e quello endocrino; contiene *cellule neurosecretrici* che sintetizzano diversi ormoni.

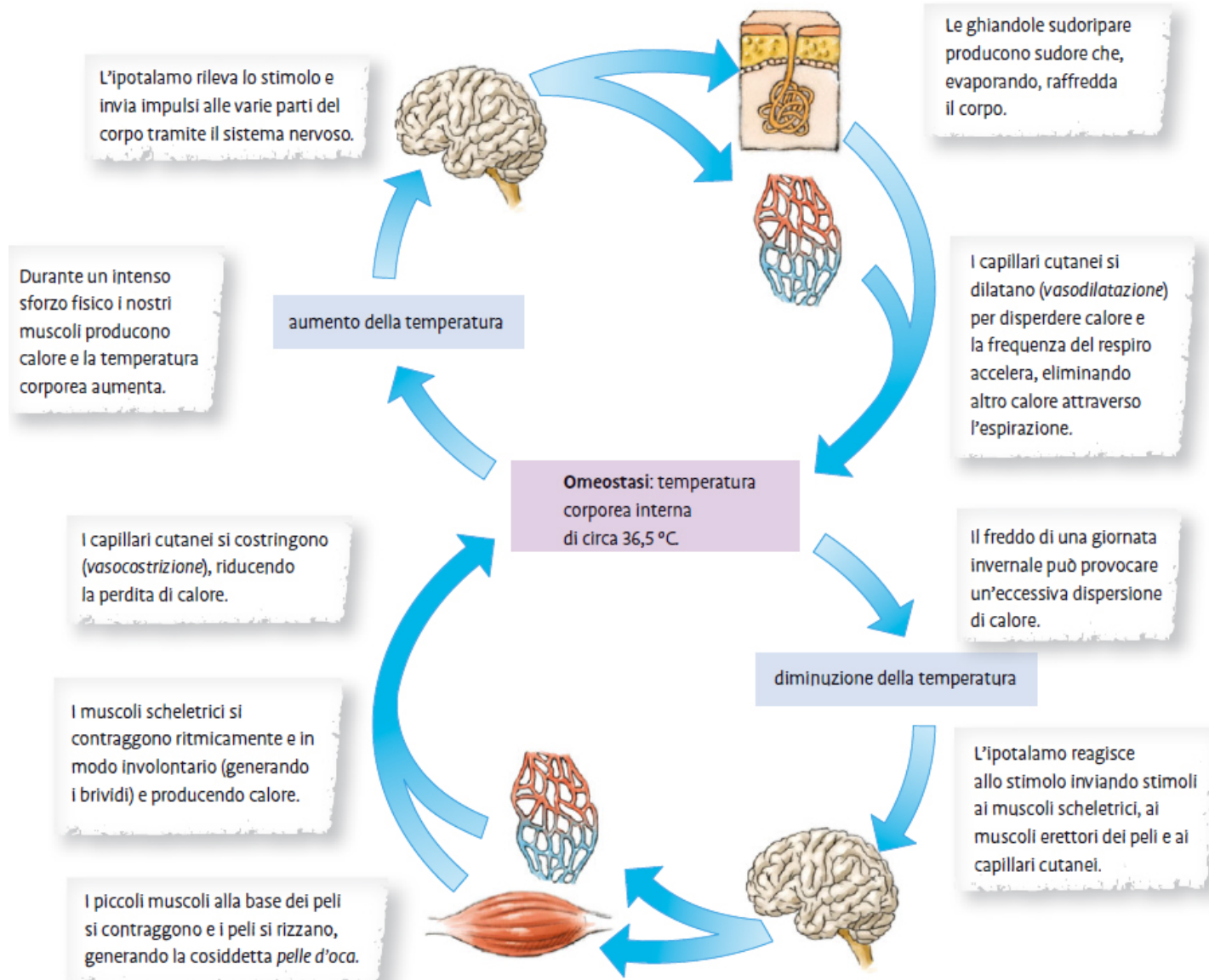
Gli ormoni ipotalamici dirigono l' attività di varie ghiandole endocrine, in particolare dell' **ipofisi**. Questa è formata da:

- **neuroipofisi**: ha la funzione di secernere e immagazzinare due ormoni prodotti dall' ipotalamo, l' *ossitocina* e l' *ormone antidiuretico*;
- **adenoipofisi**: sintetizza e secerne ormoni che regolano diverse attività fisiologiche, come la *prolattina* e l' *ormone della crescita*.



# 5. L'ipotalamo e la temperatura corporea

L'ipotalamo regola la temperatura corporea con un meccanismo a feedback negativo.



## 6. Tiroide e paratiroidi

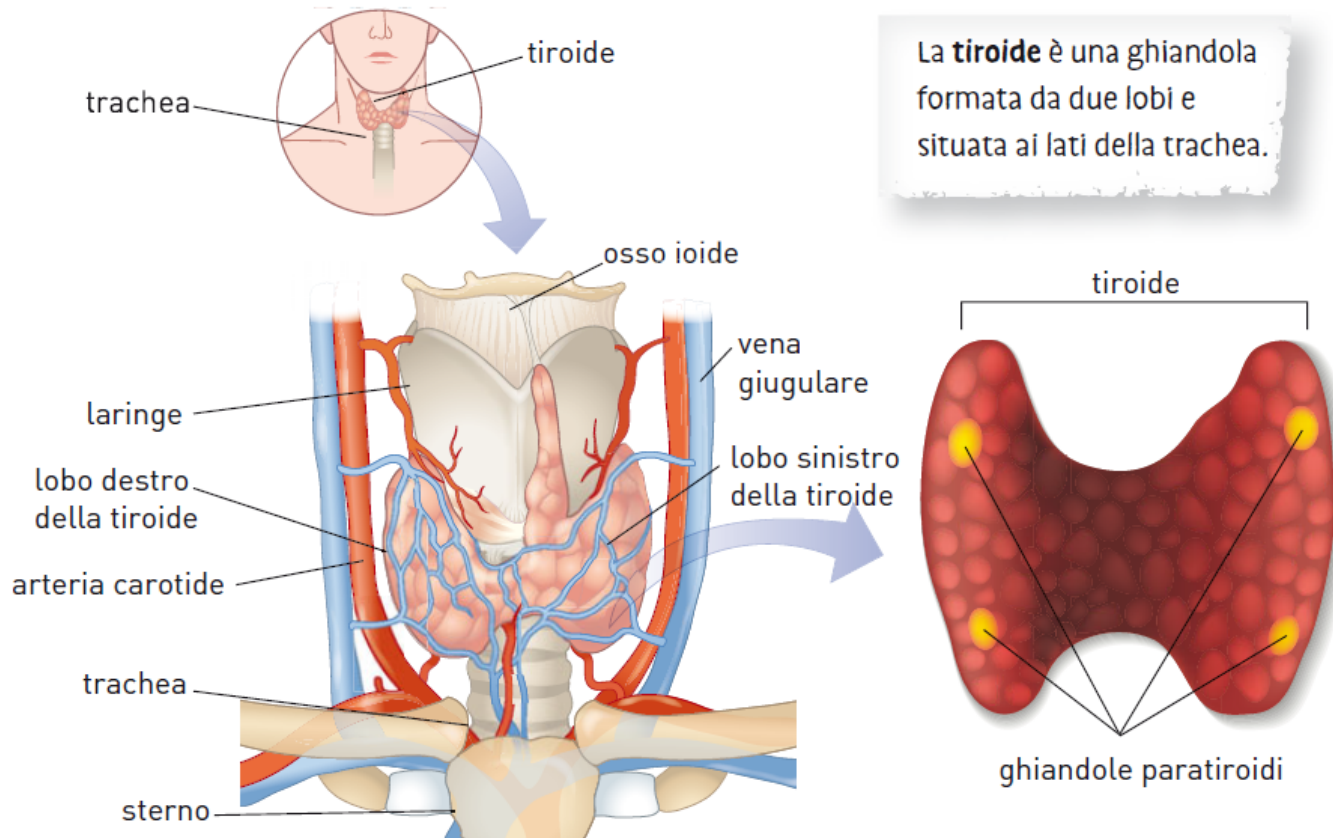
La tiroide è una ghiandola a forma di farfalla situata sotto la faringe.

La tiroide è una ghiandola a forma di farfalla situata sotto la faringe.

La tiroide produce **tiroxina** e **triiodotironina**, che esercitano i loro effetti in tutto il corpo

- **tiroxina** e **triiodotironina**, che esercitano i loro effetti in tutto il corpo aumentando la velocità del metabolismo basale dell' organismo;

- **calci**



## 6. Tiroide e paratiroidi

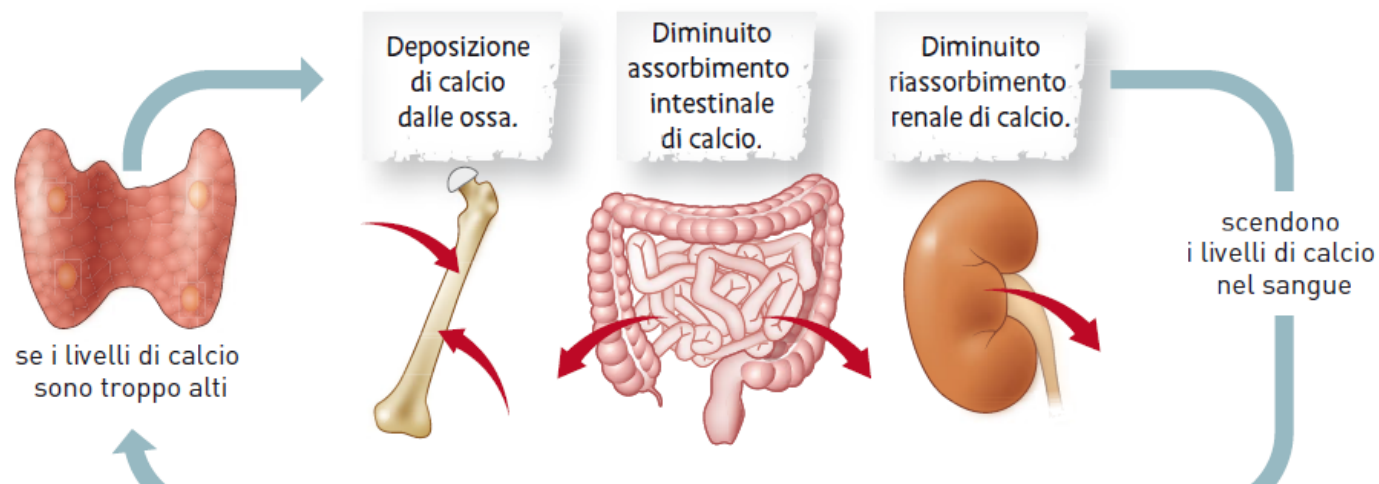
Le ghiandole paratiroidi secernono l' **ormone paratiroideo** o PTH, che regola i livelli di ioni calcio, magnesio e fosforo nel sangue.

Il PTH agisce sull' attività dei reni, stimolando la formazione dell' ormone **calcitriolo**, la forma attiva della vitamina D.

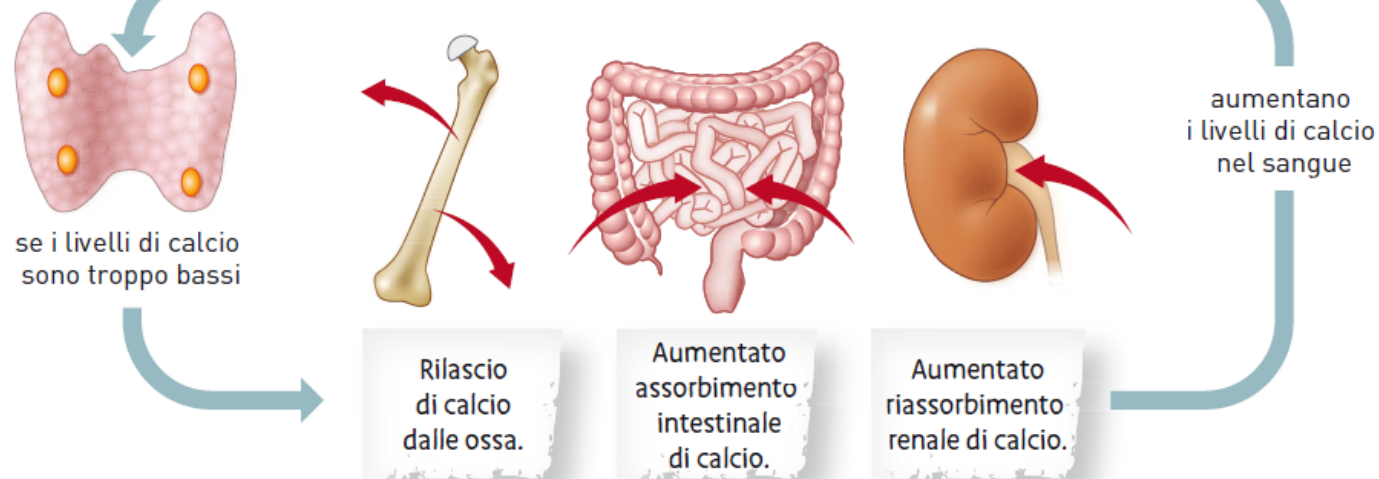
In conclusione, la **tiroide** e le **ghiandole paratiroidi** regolano con meccanismo a feedback negativo la concentrazione degli ioni **calcio** nel sangue, in modo che la sua variazione sia limitata.

# Regolazione degli ioni calcio nel sangue

la tiroide aumenta il rilascio di calcitonina



Omeostasi della calcemia  
(normale livello di calcio nel sangue).



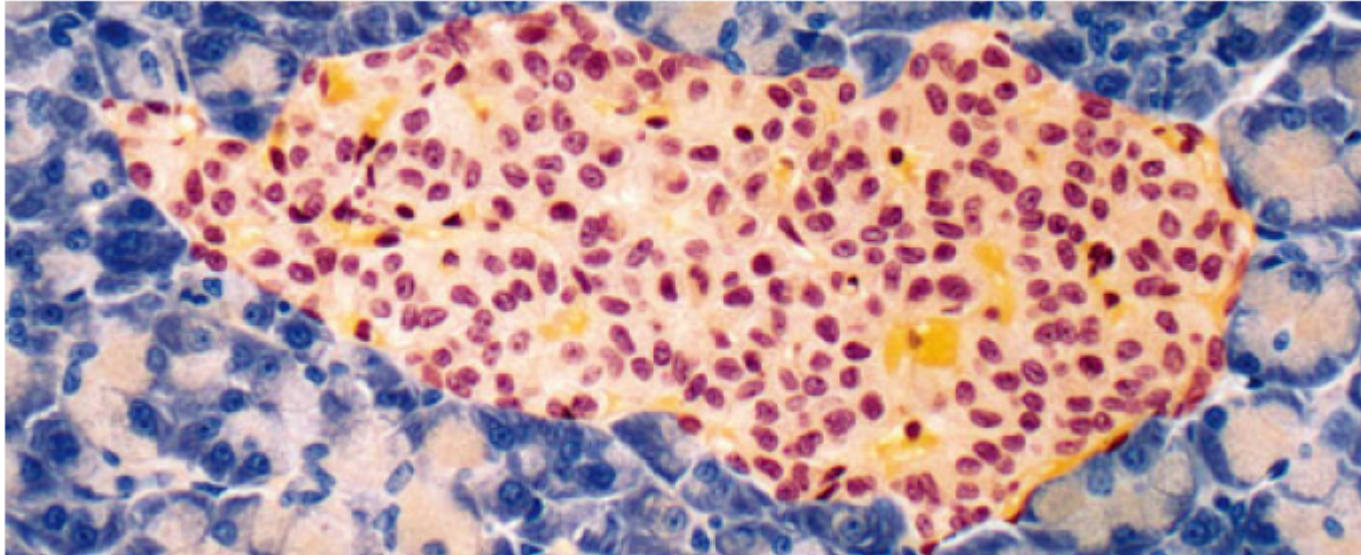
le paratiroidi aumentano il rilascio di PTH

## 7. Il pancreas e il metabolismo del glucosio

Il **pancreas** produce enzimi che riversa nell' intestino tenue.

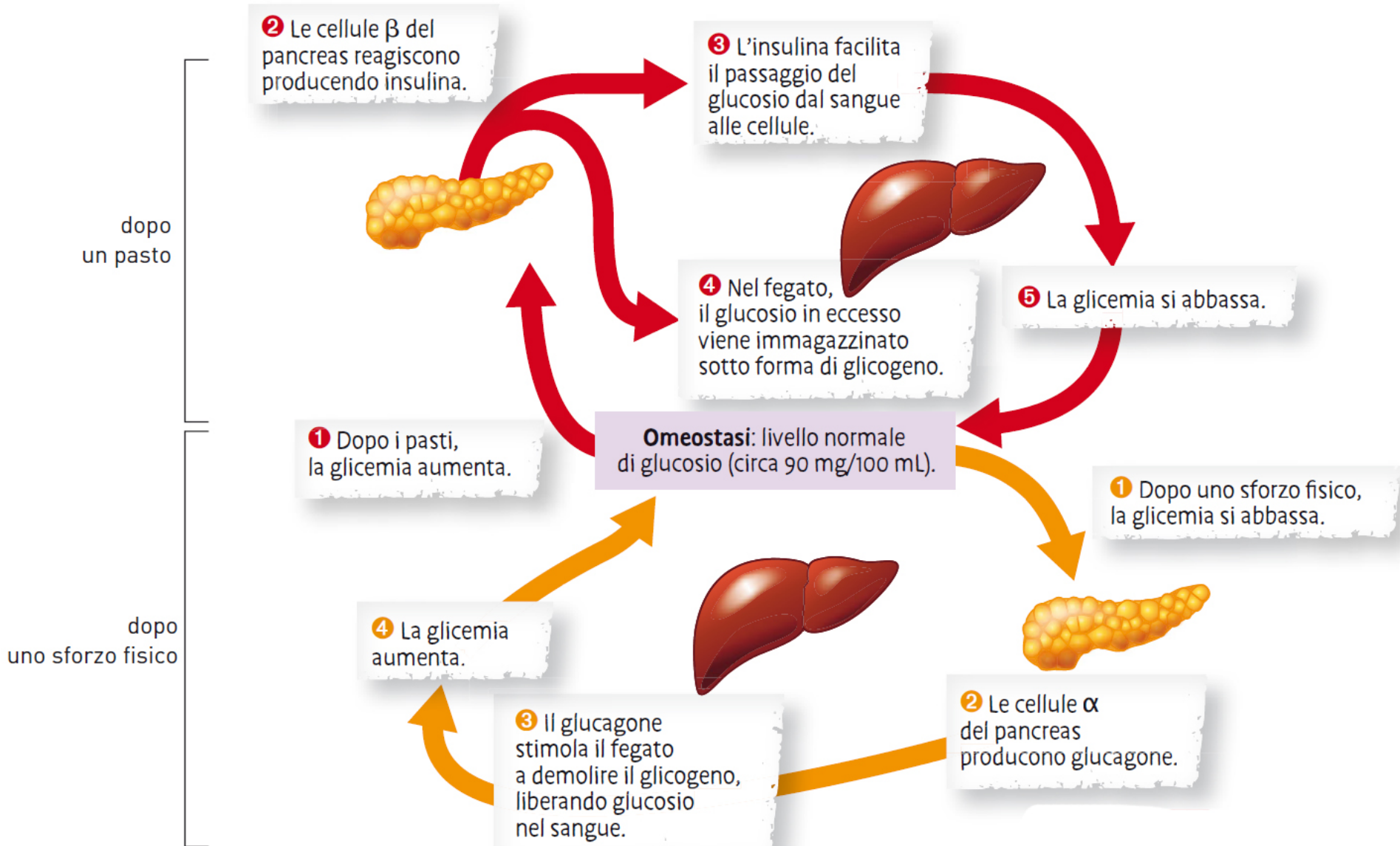
Questa grossa ghiandola ha anche una funzione endocrina con la secrezione di **glucagone** e **insulina**, che regolano la glicemia, ovvero la concentrazione di glucosio nel sangue.

La regolazione della glicemia è svolta da un gruppo di cellule chiamate *isole di Langerhans*.



# 7. Il pancreas e il metabolismo del glucosio

## Regolazione della glicemia

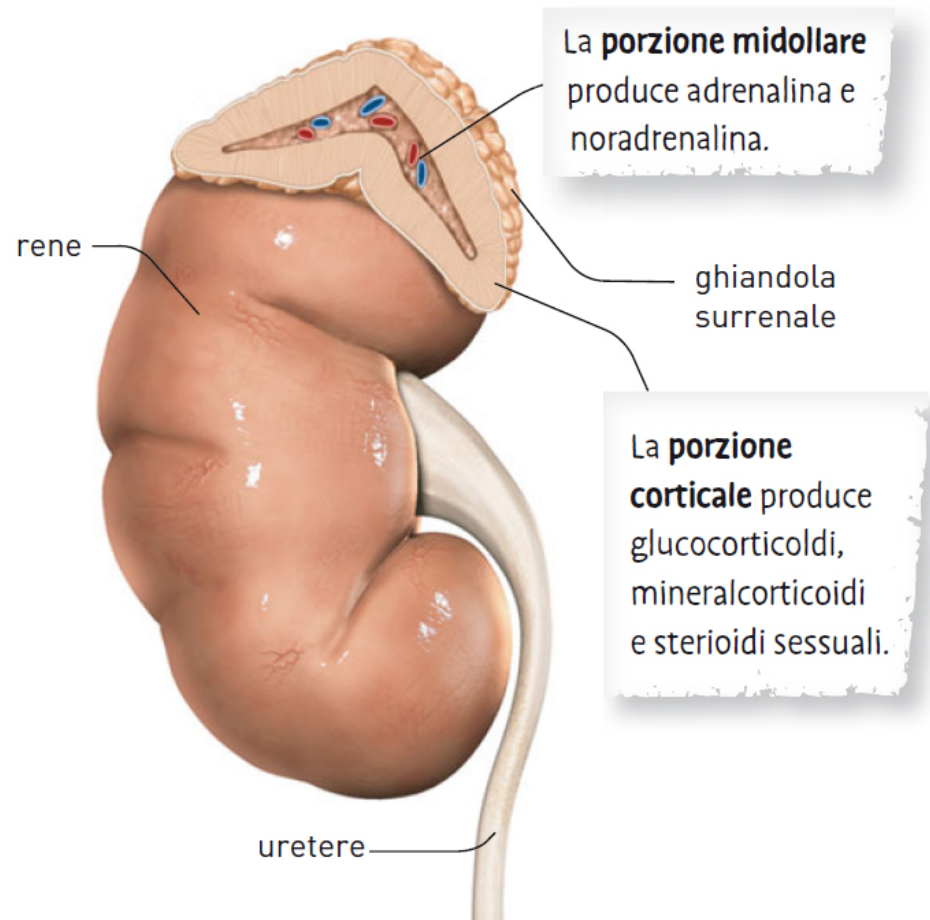


## 8. Le ghiandole surrenali

Le ghiandole surrenali, situate sopra i reni, sono formate da una zona **corticale**, esterna, e da una **midollare**, interna.

La parte midollare secerne ormoni, come l' **adrenalina** e la **noradrenalina**, che aiutano l' organismo a reagire prontamente alle reazioni di stress.

La parte corticale secerne ormoni **corticosteroidi**, anche questi coinvolti nelle risposte a situazioni di stress, ma di tipo di più lento e prolungato.



## 9. Le gonadi e gli ormoni sessuali

Le **gonadi** sono gli organi che producono i gameti: gli spermatozoi nei maschi e le cellule uovo nelle femmine.

- Le gonadi femminili, le **ovaie**, sono organi di forma ovale che producono gli ormoni sessuali femminili, **estrogeni** e **progesterone**. Questi, insieme a FSH e LH, regolano il ciclo mestruale e sostengono la gravidanza.
- Le gonadi maschili sono i **testicoli**, che si trovano nello scroto. Producono il **testosterone**, principale ormone sessuale maschile, che regola anche la produzione di spermatozoi.

L'attivazione della cascata di ormoni richiesti per raggiungere la maturità sessuale si innesca nella *pubertà* ed è regolata dall'ipotalamo e dall'ipofisi.



# Lezione 2

## La funzione renale

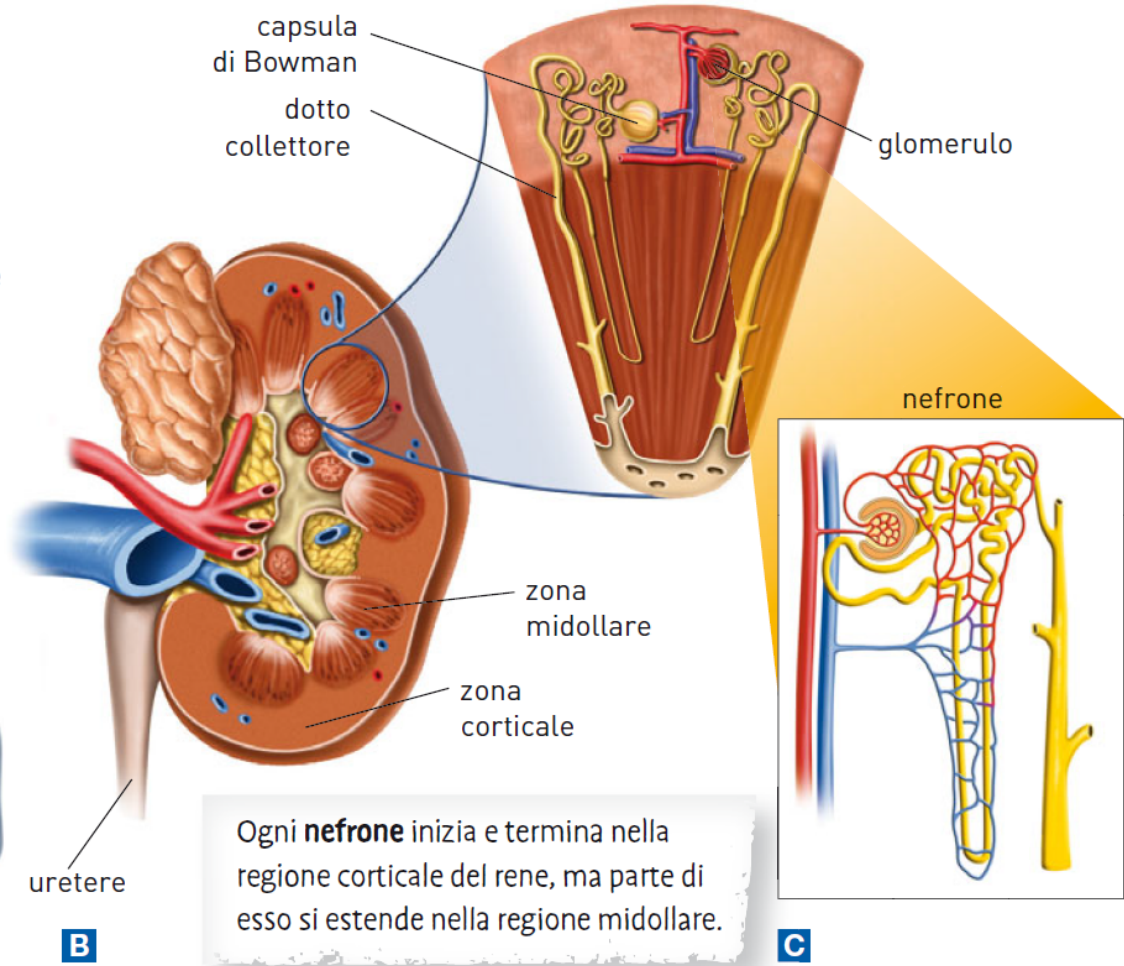
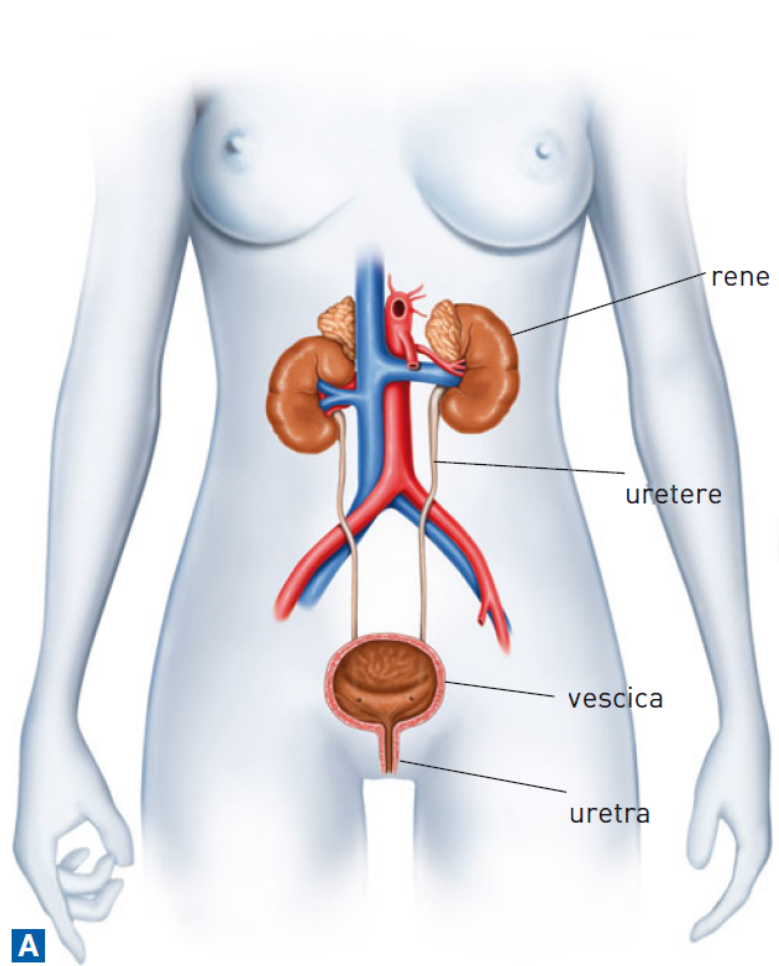
## 10. I reni

I **reni** fanno parte dell' *apparato escretore* e sono organi che si occupano di mantenere costanti la composizione e il volume dei liquidi corporei, eliminando le sostanze di rifiuto prodotte dalla demolizione dei nutrienti, in particolare i composti azotati come l' ammoniaca, sotto forma di *urina*.

I reni sono composti da una zona corticale esterna e una midollare interna. Ogni rene è costituito da unità funzionali dette **nefroni**.

Da ogni rene parte un condotto, l' **uretere**, che convoglia l' urina nella **vescica**, serbatoio in cui si ferma l' urina prima di essere espulsa attraverso l' **uretra**.

# 10. I reni



# 11. La formazione dell' urina

L' apparato escretore produce urina mediante tre processi che si realizzano in zone diverse del nefrone.

**Filtrazione:** le pareti dei capillari del *glomerulo* e la *capsula di Bowman* filtrano il sangue formando il *filtrato glomerulare*.

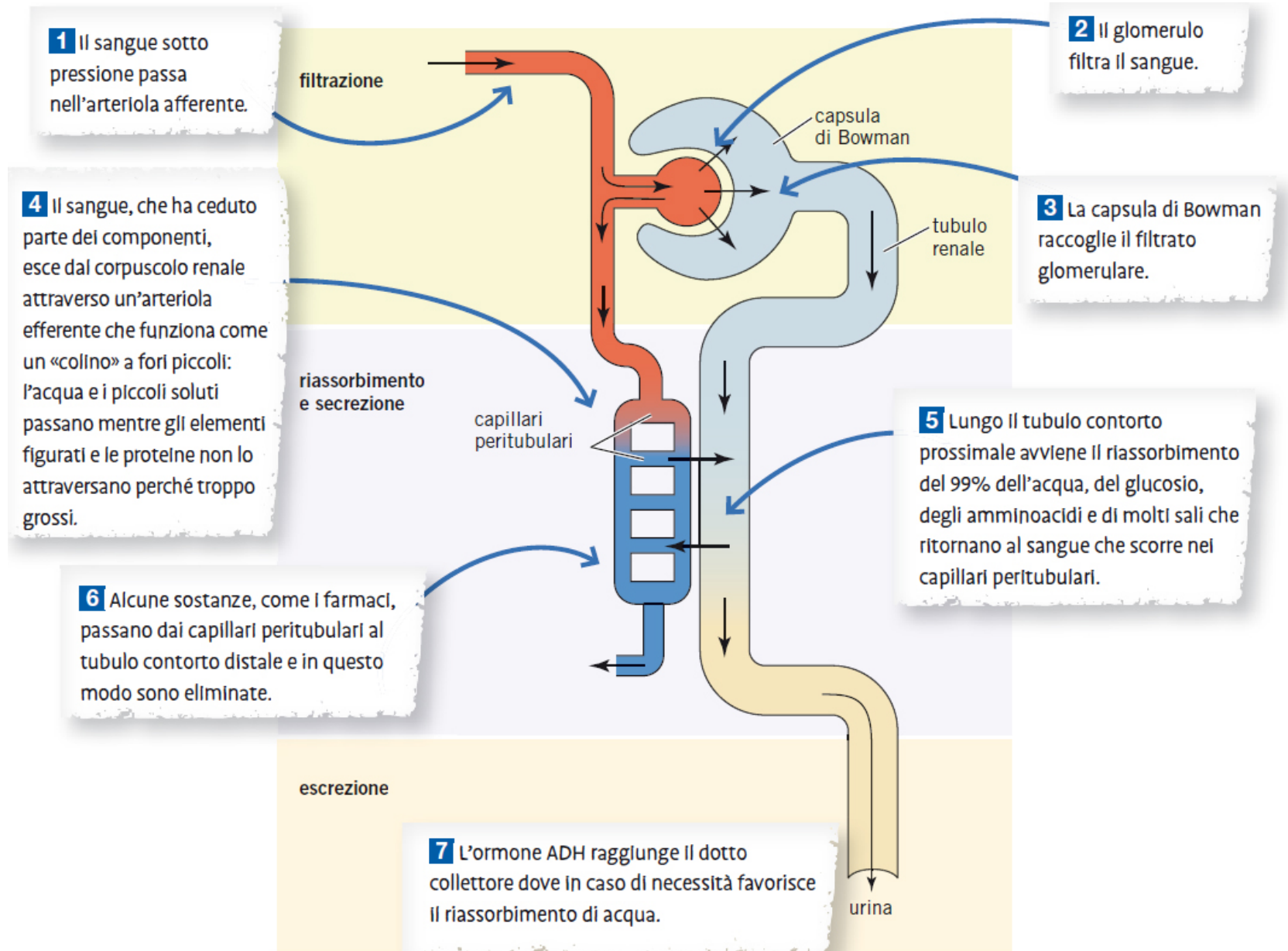
**Riassorbimento:** nel *tubulo renale* viene riassorbita la maggior parte dell' acqua e dei soluti utili.

**Secrezione:** passano nel filtrato le sostanze tossiche e di rifiuto.

Al termine delle tre fasi, il filtrato si raccoglie nel *dotto collettore* e diventa urina, che viene eliminata dall' organismo con l' escrezione.

L' ormone antidiuretico **ADH**, rilasciato dall' ipofisi, regola l' escrezione e favorisce un ulteriore riassorbimento d' acqua in caso di necessità.

# 11. La formazione dell'urina



## 12. Omeostasi di acqua, sali, acidi e basi

Oltre a espellere i rifiuti azotati, i reni regolano il bilancio dei sali e dell'acqua mediante l'ormone ADH.

Regolano inoltre la concentrazione degli ioni idrogeno presenti nel sangue per il mantenimento dell'omeostasi.

Nel sangue esistono **sistemi tampone**, costituiti da ioni bicarbonato che limitano in piccola misura le variazioni del pH.

Un **tampone** è una sostanza o una miscela di sostanze che possono neutralizzare almeno in parte l'effetto di acidi e basi.

I reni collaborano a mantenere stabile il **pH del sangue** regolando l'escrezione o il riassorbimento degli ioni bicarbonato e idrogeno.

# 13. L'insufficienza renale e la dialisi

Un malfunzionamento dei reni può provocare un' **insufficienza renale**.

Un metodo per rimediare a un' insufficienza renale è la **dialisi**, un processo che consiste nella filtrazione extracorporea del sangue con un apparecchio chiamato *rene artificiale*.

Il rimedio più efficace e risolutivo è tuttavia il trapianto del rene.



# Lezione 3

## L' apparato riproduttore



# 14. Le gonadi e i gameti

I **gameti**, o cellule sessuali, sono cellule specializzate che contengono la metà esatta del numero di cromosomi tipico della specie.

Durante un processo chiamato *fecondazione*, un gamete maschile, lo **spermatozoo**, si unisce a un gamete femminile, la **cellula uovo**.

Si forma così lo **zigote**, ossia la prima cellula da cui si svilupperà un individuo.

I gameti sono prodotti nelle **gonadi**, i *testicoli* nell' uomo, le *ovaie* nella donna. Gli organi genitali, il *pene* e la *vagina*, consentono la fecondazione.

# 14. Le gonadi e i gameti

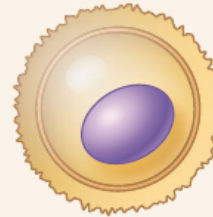
Nelle gonadi maschili e femminili si formano i **gameti**, gli spermatozoi nell'uomo e le cellule uovo nella donna.

FASE APLOIDE

FASE DIPLOIDE

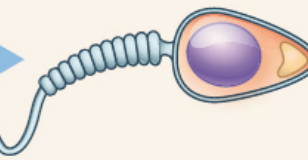
MEIOSI

cellula uovo  
( $n = 23$ )



La **cellula uovo** ha dimensioni molto maggiori rispetto allo spermatozoo.

spermatozoo  
( $n = 23$ )



Lo **spermatozoo** è l'unica cellula flagellata del nostro corpo capace di movimento autonomo.

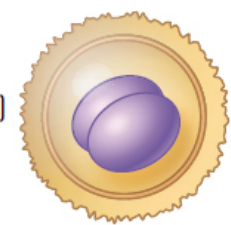
FECONDAZIONE

La **meiosi** è il processo grazie al quale, tramite due divisioni successive si formano i gameti con metà del numero dei cromosomi.



Tramite la **fecondazione** si ripristina nello zigote il numero di cromosomi tipico della nostra specie: 46.

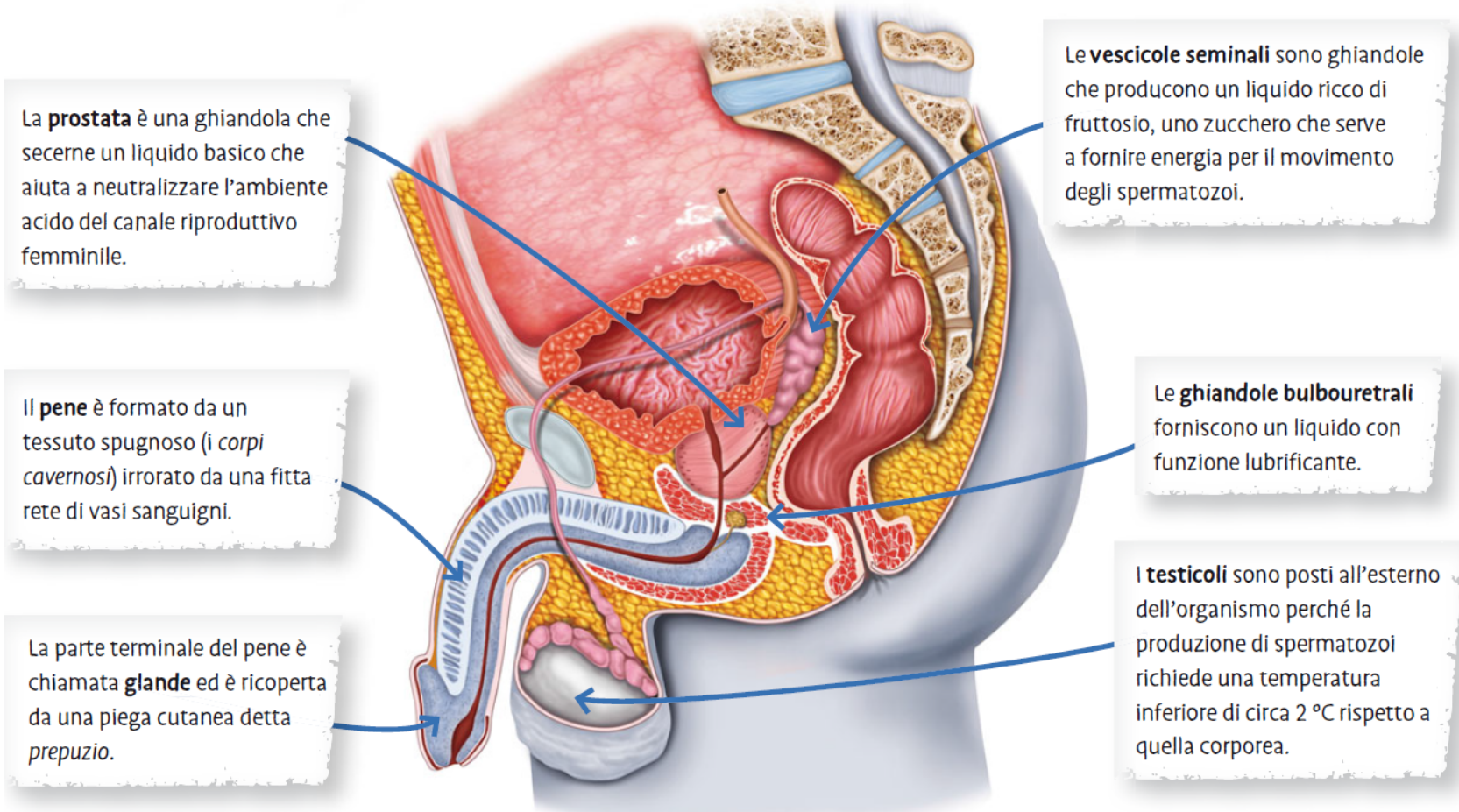
zigote  
( $2n = 46$ )



# 15. L' apparato riproduttore maschile

L' **apparato riproduttore maschile** comprende i testicoli, le vie genitali, le ghiandole annesse e i genitali esterni.

I **testicoli** sono gli organi sessuali e sono costituiti da centinaia di *tubuli seminiferi*, all' interno dei quali sono prodotti gli spermatozoi.

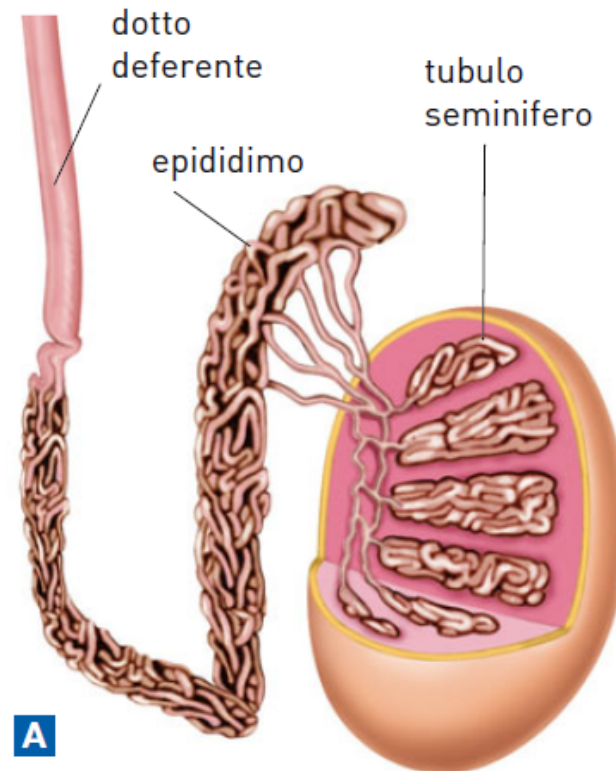


## 16. Gli spermatozoi

La produzione degli **spermatozoi** inizia con la pubertà. Essi maturano nell' *epididimo*, un condotto collegato al dotto deferente, a sua volta confluyente nell' *uretra*. Attraverso l' uretra, che sale lungo il pene, vengono espulsi, separatamente, sia lo sperma sia l' urina.

Attraversando il *dotto deferente*, gli spermatozoi si arricchiscono di alcune sostanze prodotte dalle *vescicole seminali*, dalla *prostata* e dalle *ghiandole bulbouretrali*. Si forma così lo **sperma**.

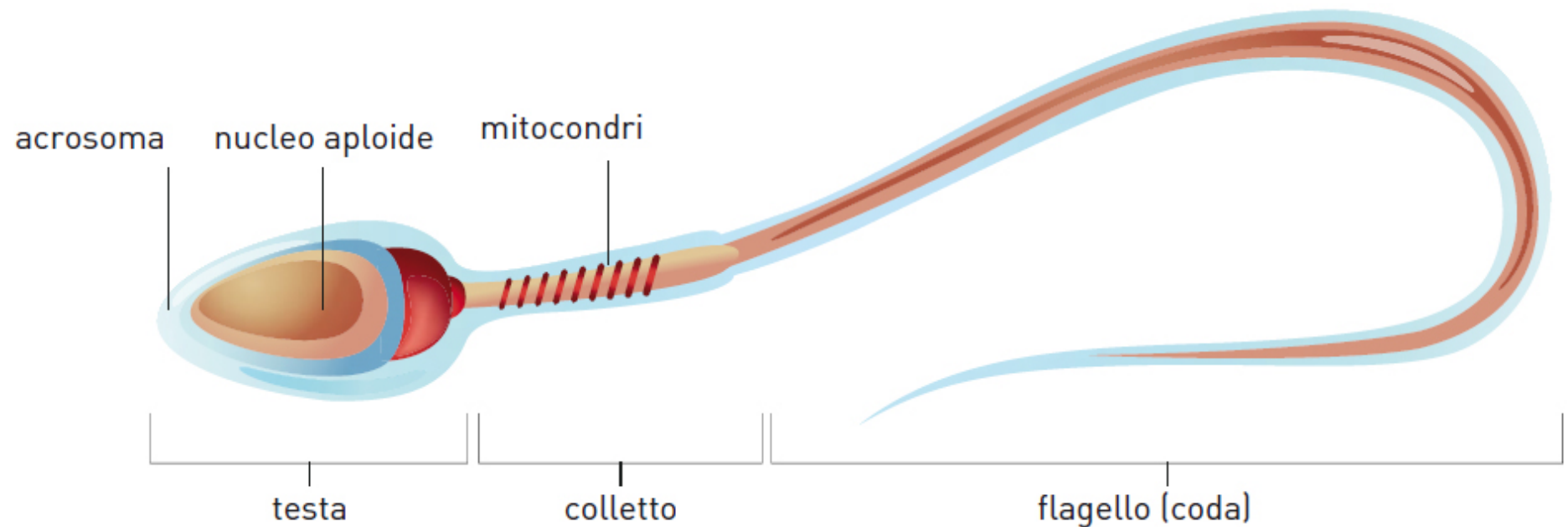
Nell' epididimo, le *cellule del Sertoli* sostengono, proteggono e nutrono le cellule da cui si formano gli spermatozoi, mentre fra i tubuli seminiferi le *cellule del Leydig* secernono testosterone.



# 16. Gli spermatozoi

Gli **spermatozoi maturi** sono formati da:

- *testa*, che contiene il nucleo aploide ed è avvolta dall' *acrosoma*, utile per forare la cellula uovo;
- *colletto*, ricco di mitocondri che forniscono energia;
- *coda*, un flagello che permette di raggiungere la cellula uovo.



# 17. L' apparato riproduttore femminile

L' **apparato riproduttore femminile** comprende: vulva, vagina, ovaie, tube di Falloppio, utero.

La **vulva** costituisce la parte esterna dei genitali femminili, ovvero della vagina.

La **vagina** collega l' utero ai genitali esterni. Essa ha un ambiente acido in grado di neutralizzare eventuali microrganismi e riceve lo sperma.

La vagina costituisce anche il canale del parto.

Le **ovaie** producono le cellule uovo e diversi ormoni.

Da ogni ovaia parte una **tuba di Falloppio**, in cui viaggia l' oocita dopo la maturazione e in cui avviene la fecondazione.

L' **utero** è un organo muscolare cavo, rivestito dall' *endometrio*, in cui ha luogo lo sviluppo dell' embrione.

# 17. L' apparato riproduttore femminile

Le **tube di Falloppio** sono due canali che si estendono dalle ovaie all'utero.

Il **clitoride** è una piccola formazione erettile, omologa al pene dell'uomo, che durante l'eccitazione sessuale si riempie di sangue.

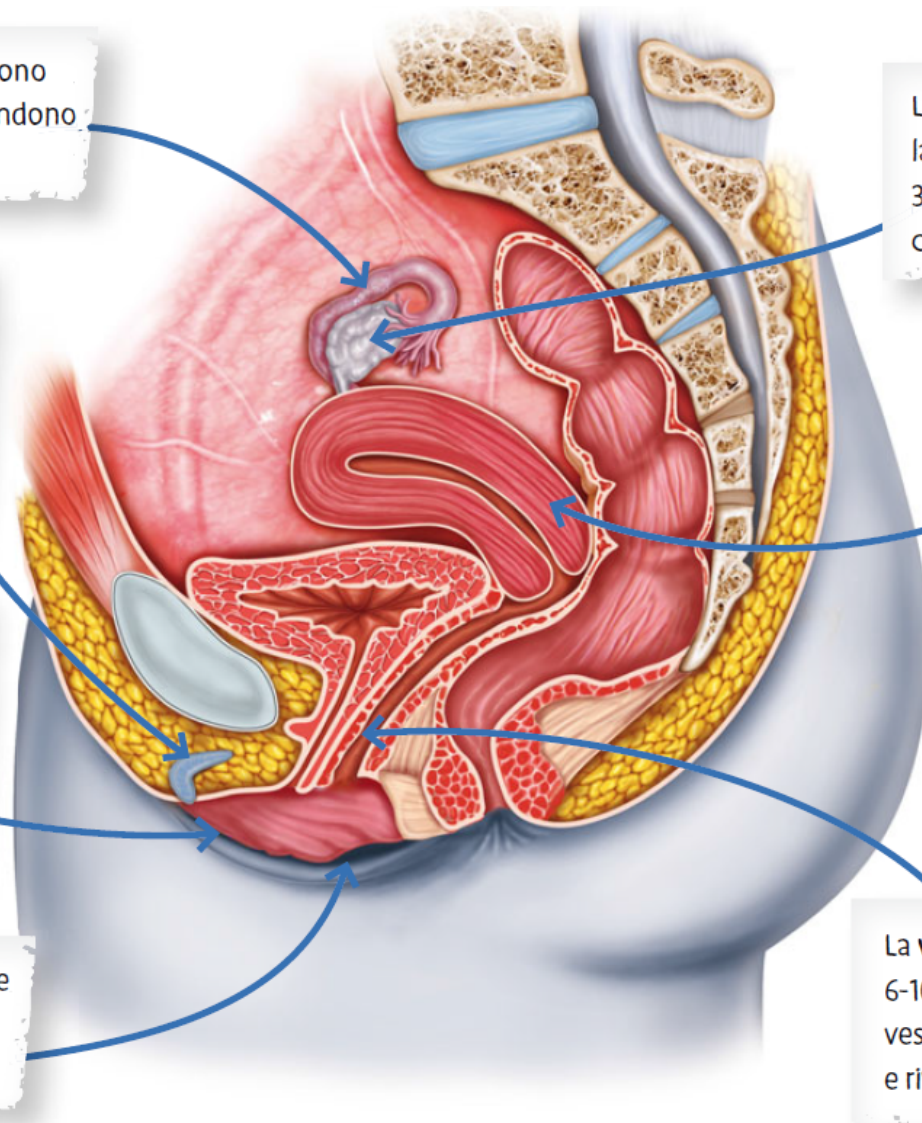
Le **piccole labbra** sono due pieghe cutanee poste all'interno delle grandi labbra che si congiungono anteriormente proteggendo il clitoride.

Le **grandi labbra** sono due strutture protettive esterne che a partire dalla pubertà si ricoprono di peli.

Le **ovaie** sono due ghiandole con la forma di una mandorla di circa 3 cm di lunghezza sospese nella cavità addominale.

L'**utero** è un organo muscolare cavo che ha l'aspetto di una pera rovesciata. È la sede in cui si sviluppa l'embrione.

La **vagina** è un breve condotto, lungo 6-10 cm, situato tra l'intestino retto e la vescica. È formato da tessuto muscolare e rivestito di mucosa.



## 18. Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale

A partire dalla pubertà e per 30-40 anni, circa ogni 28 giorni una cellula uovo matura e il corpo della donna si modifica per preparare l' utero a ricevere l' eventuale uovo fecondato.

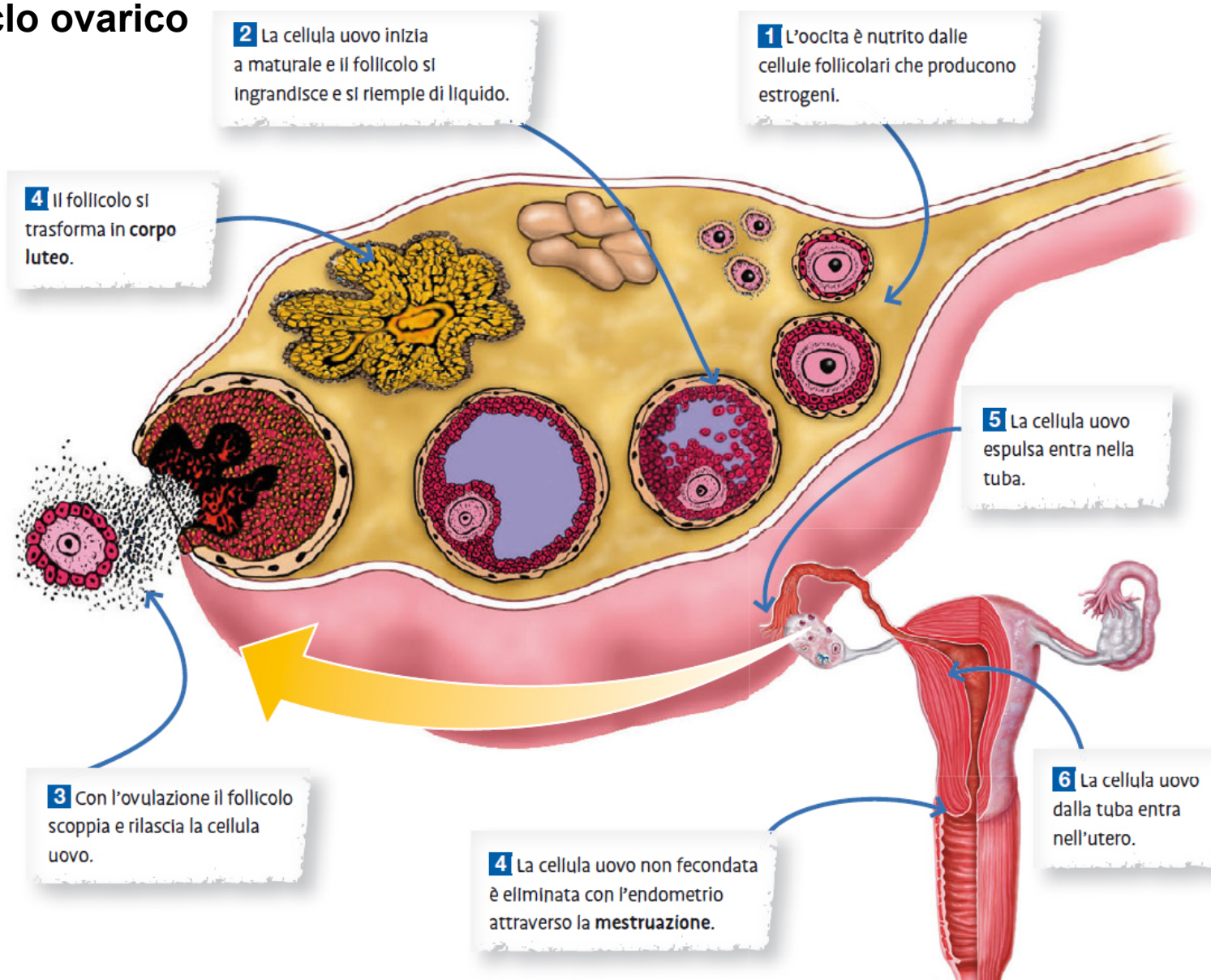
L' insieme degli eventi che portano alla maturazione di una cellula uovo costituisce il **ciclo ovarico**.

Le modificazioni uterine che si verificano contemporaneamente sono dette nel complesso **ciclo mestruale**.



# 18. Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale

## Ciclo ovarico



# 18. Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale

Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale sono regolati dagli ormoni prodotti dall'ipotalamo e dall'ipofisi.

Il **fattore di rilascio delle gonadotropine** (GnRH), secreto dall'ipotalamo, avvia lo sviluppo del *follicolo*, stimolando l'ipofisi a rilasciare l'ormone **luteinizzante** (LH) e l'ormone **follicolo-stimolante** (FSH).

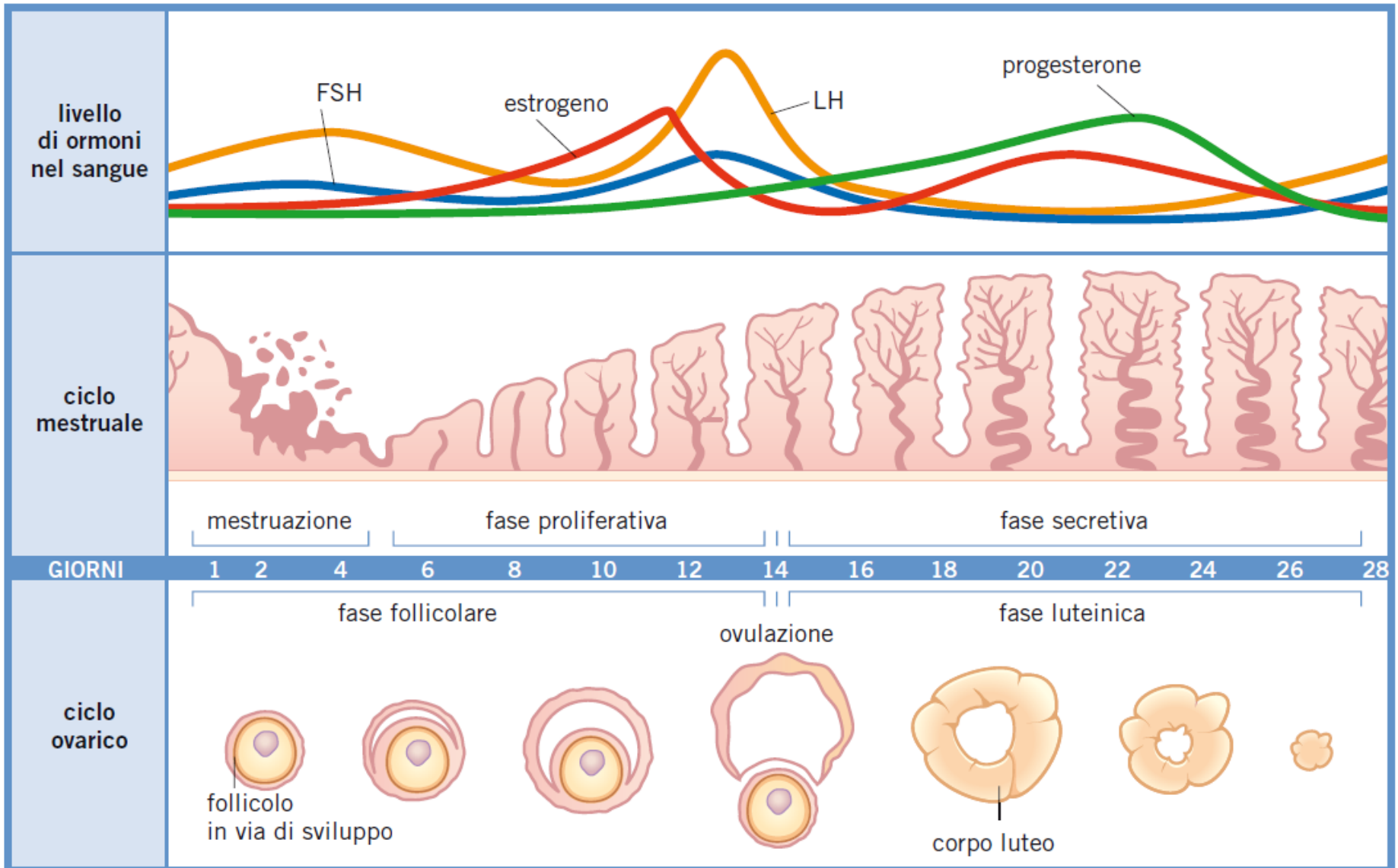
Con l'**ovulazione**, il follicolo maturo si rompe e rilascia la *cellula uovo* pronta per essere fecondata.

Il follicolo si trasforma in *corpo luteo* e secerne ormoni (tra cui **estrogeni** e **progesterone**) che preparano l'utero a ricevere l'embrione.

Se avviene la fecondazione, lo zigote si annida nell'utero.

Se invece la fecondazione non è avvenuta, il corpo luteo degenera e l'endometrio si sfalda e viene espulso con la **mestruazione**.

# 18. Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale

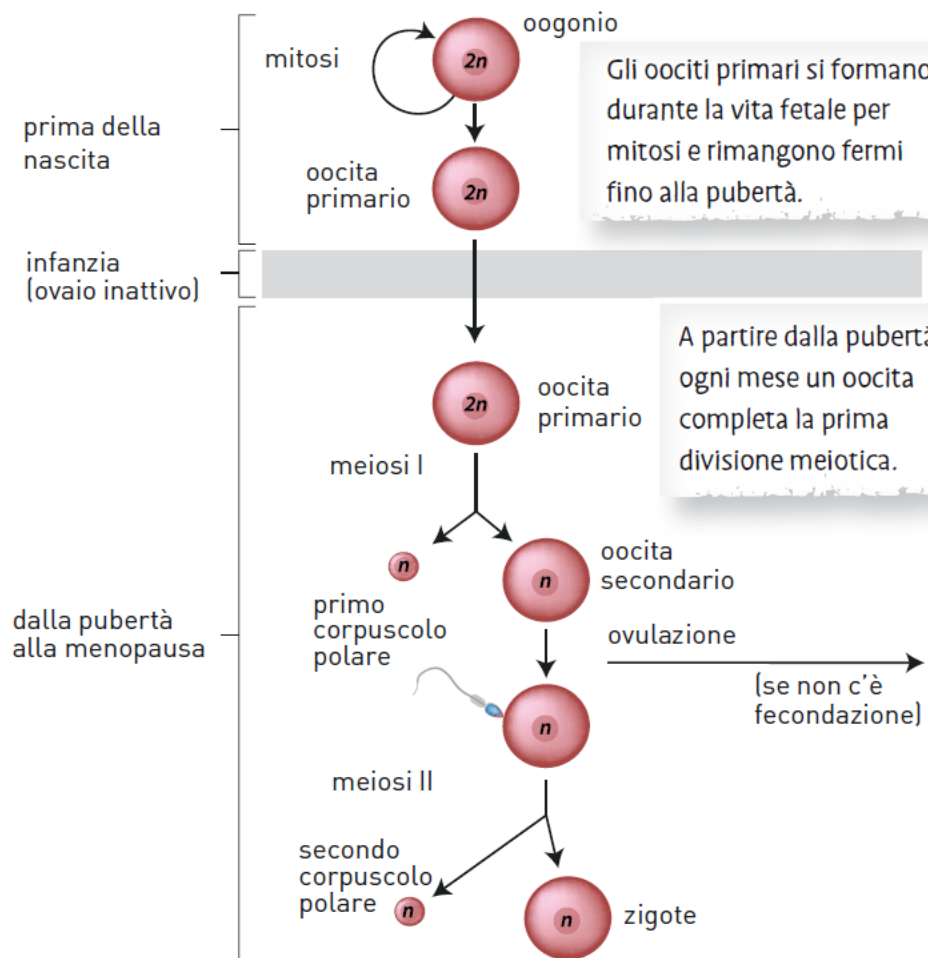


# Lezione 4

## La fecondazione e lo sviluppo

# 19. La maturazione dei gameti nell'uomo e nella donna

L' oogenesi (A) e la spermatogenesi (B) avvengono secondo modalità diverse.

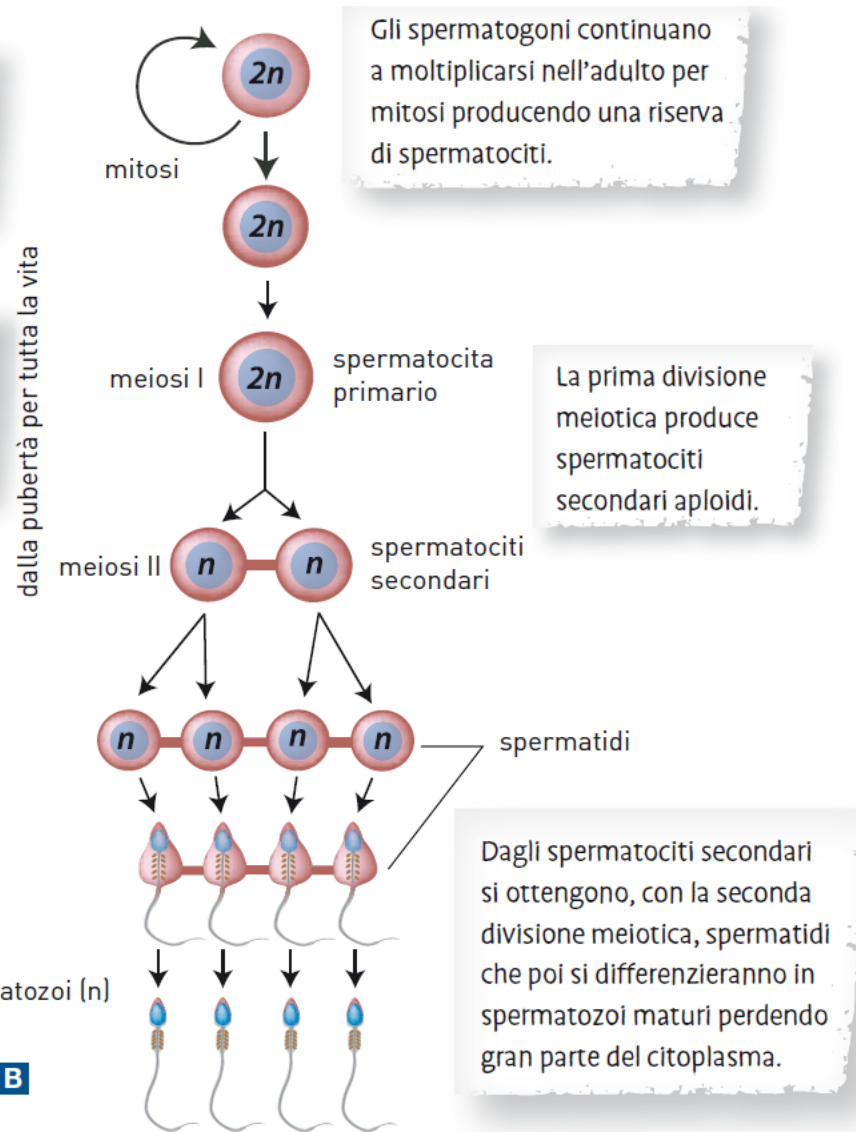


Gli oociti primari si formano durante la vita fetale per mitosi e rimangono fermi fino alla pubertà.

A partire dalla pubertà, ogni mese un oocita completa la prima divisione meiotica.

In seguito alla fecondazione, la meiosi si completa; in caso contrario l'oocita secondario muore.

**A**



Gli spermatogoni continuano a moltiplicarsi nell'adulto per mitosi producendo una riserva di spermatociti.

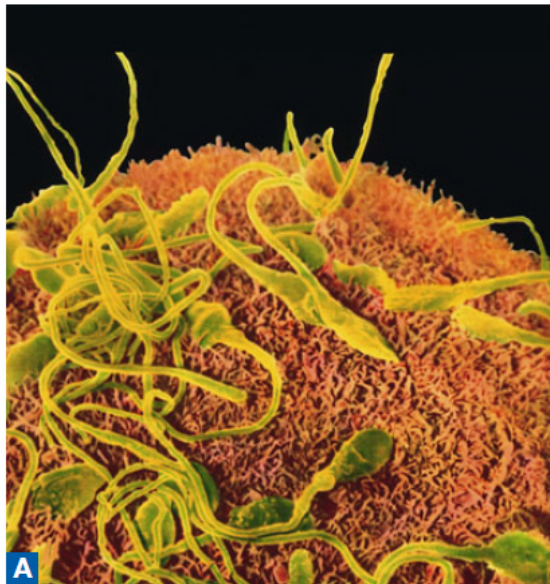
La prima divisione meiotica produce spermatociti secondari aploidi.

Dagli spermatociti secondari si ottengono, con la seconda divisione meiotica, spermatidi che poi si differenzieranno in spermatozoi maturi perdendo gran parte del citoplasma.

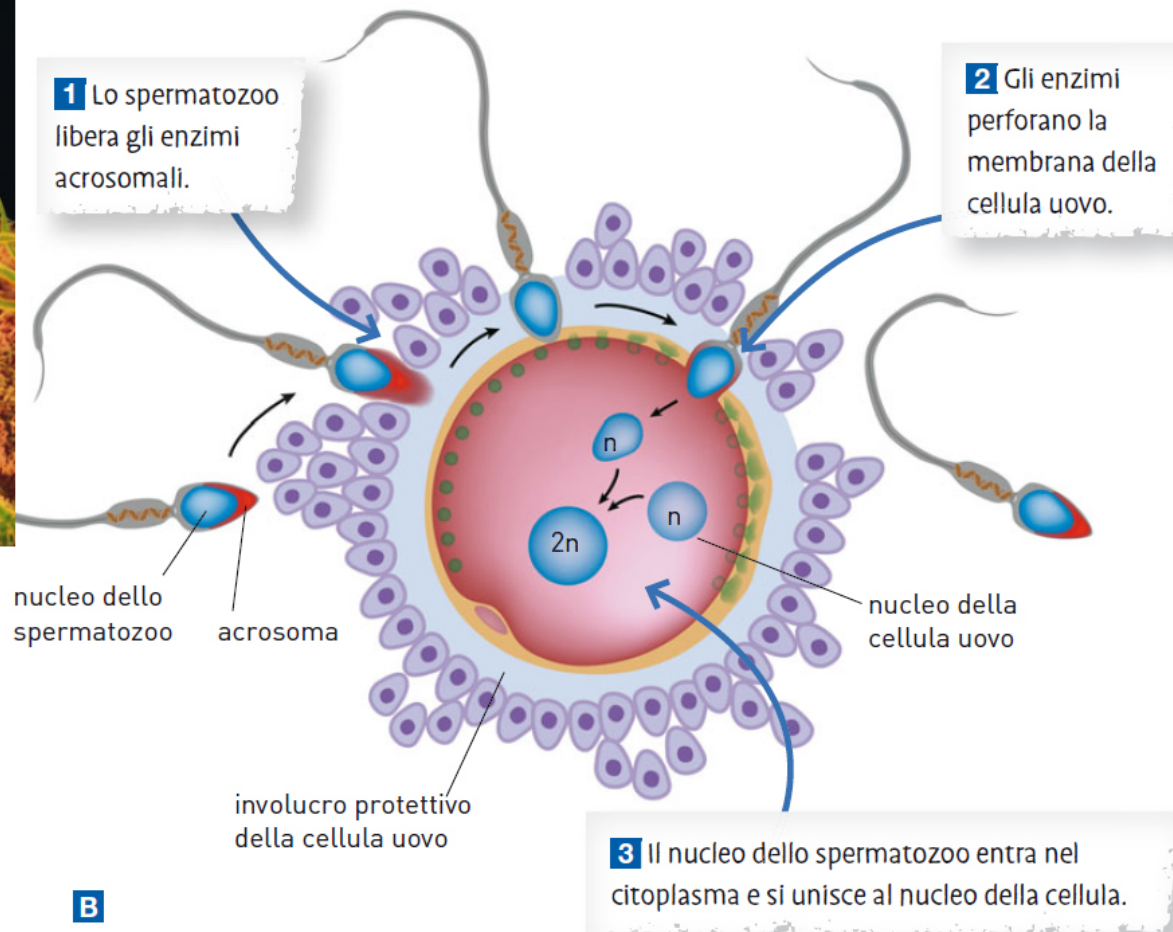
**B**

## 20. La fecondazione

La fusione dei nuclei della cellula uovo e dello spermatozoo costituisce il momento della **fecondazione**. Subito dopo l'ingresso dello spermatozoo, nell'ovulo il processo meiotico si completa. Lo **zigote** ha



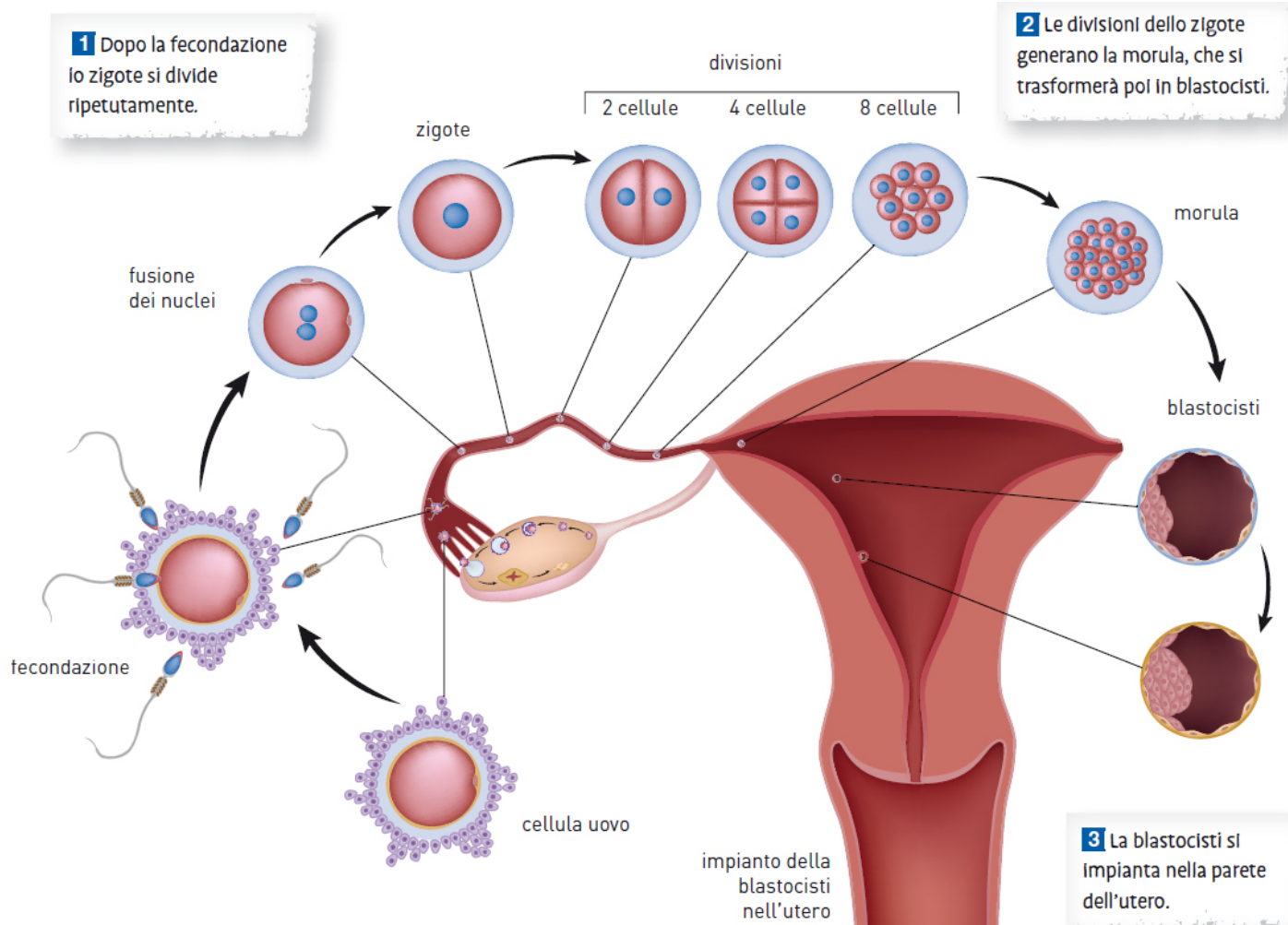
Numerosi spermatozoi circondano la cellula uovo nel tentativo di fecondarla: solo uno avrà successo.



# 21. Dall'embrione al feto

La fecondazione avviene solitamente nella parte alta dell'ovidotto, mentre l'impianto dell'embrione nell'utero si verifica solo 6-8 giorni dopo. Durante questo periodo lo **zigote** va incontro a molte divisioni

mi



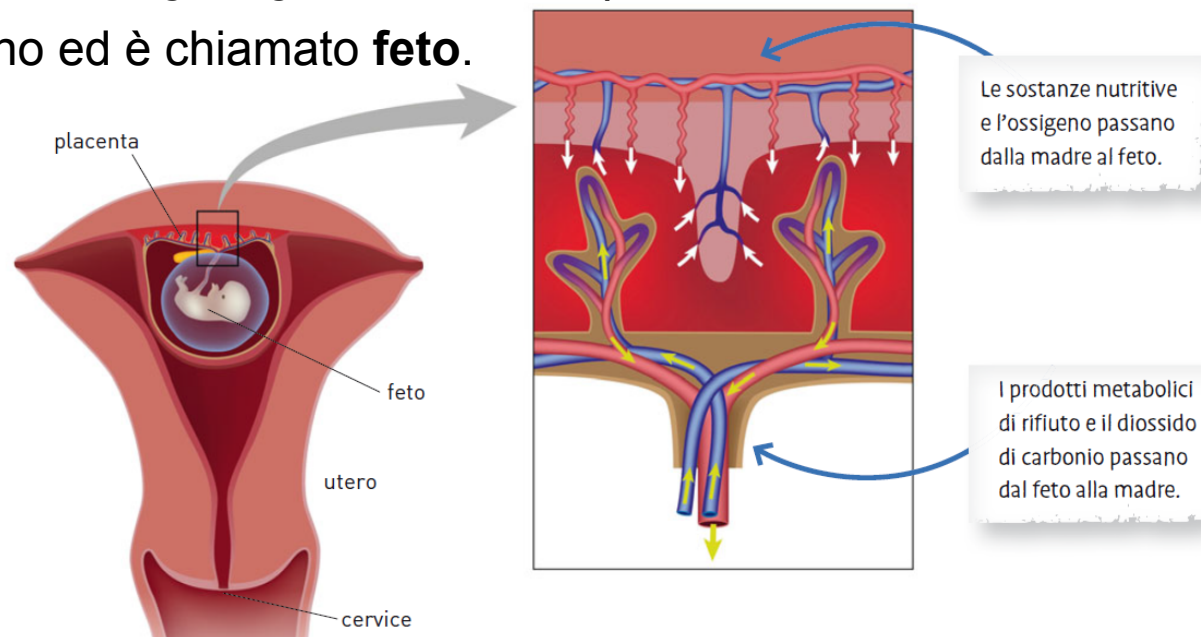
## 21. Dall'embrione al feto

Nei primi stadi dello sviluppo le cellule dell'embrione sono *totipotenti*. Al momento dell'impianto nell'utero, l'embrione penetra nella parete uterina dando inizio alla **gravidanza**.

Nella 2° settimana dell'impianto si forma il *sacco amniotico*, una membrana che protegge l'embrione durante tutto il suo sviluppo. Dopo 3 settimane si è formata la testa, si sviluppa il cervello, inizia a battere il cuore.

Al termine del **primo trimestre** l'*organogenesi* si è completata; l'embrione ha assunto un aspetto umano ed è chiamato **feto**.

Entro il 3° mese si è formata anche la **placenta**, che permette gli scambi di gas e nutrienti tra sangue fetale e sangue materno.





## 22. Lo sviluppo del feto

Nel **2° trimestre** di gravidanza il feto si accresce triplicando le sue dimensioni. Le ultime strutture che giungono a maturazione sono i polmoni. Durante le ultime settimane di gestazione, viene prodotto dalle cellule polmonari il *surfattante*, che tiene aperti gli alveoli e prepara il feto alla respirazione.

Nell' **ultimo trimestre** il feto si accresce ulteriormente e si posiziona a testa in giù.

L' utero della madre continua a ingrossarsi; le contrazioni uterine, presenti durante tutta la gravidanza anche se deboli, aumentano progressivamente di intensità e frequenza poco prima del parto.

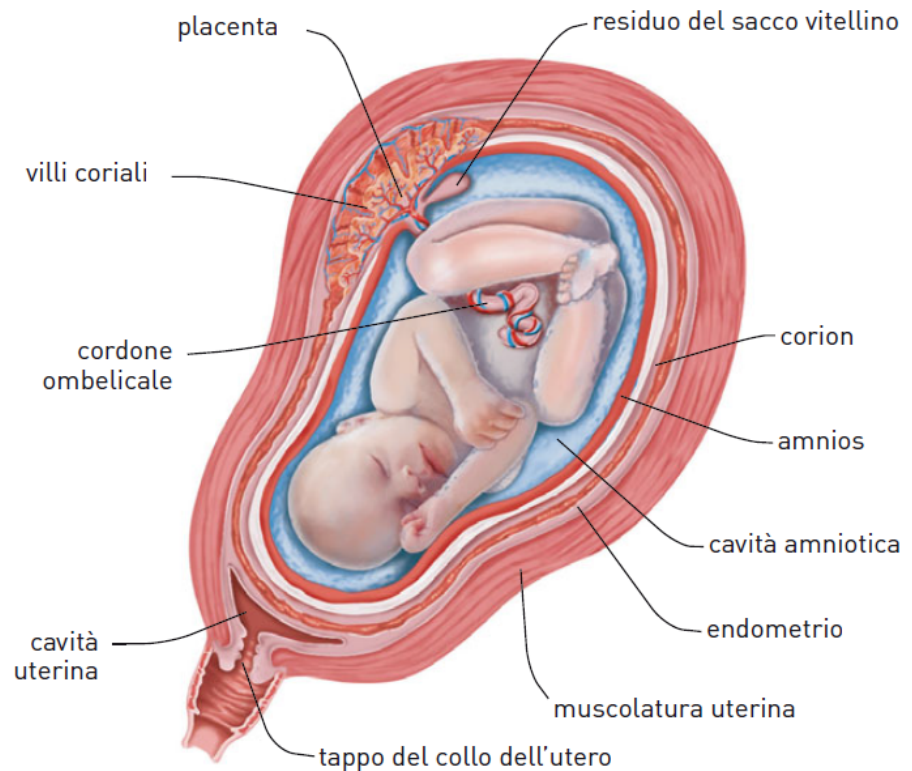
## 23. Il parto

Il **parto** avviene circa 38 settimane dopo la fecondazione e può essere suddiviso in due parti:

- il **travaglio**: la cervice si dilata grazie a contrazioni sempre più forti;
- l' **espulsione**: la testa del bambino si insinua nel canale vaginale e il piccolo viene alla luce.

Dopo il parto, il bambino inizia a respirare autonomamente e il cordone ombelicale viene tagliato.

La placenta e le membrane fetali sono espulse dal corpo della madre entro un' ora dal parto.



Il posizionamento di un feto prima del parto, con la testa prossima al canale di uscita dall'utero.

A

## 24. La contraccezione

La **contraccezione** permette di evitare gravidanze indesiderate.

Esistono diversi tipi di *metodi anticoncezionali*.

I **metodi ormonali** inibiscono l'ovulazione e consistono nella somministrazione di *estrogeni* e *progestinici* (in pillola, cerotto o anello vaginale).

I **metodi meccanici** contrastano la fecondazione; si tratta di *preservativo*, *diaframma* e *cappuccio cervicale*.

I **metodi chirurgici** sono del tutto sicuri ma irreversibili; si tratta della *vasectomia* e della *legatura delle tube*.

I **metodi naturali** consentono di individuare il periodo fertile della donna attraverso alcuni indicatori; consistono nell'evitare i rapporti sessuali durante quel periodo.

I **metodi post-concezionali** impediscono l'impianto dello zigote nell'utero; si tratta della *spirale* e della *pillola del giorno dopo*.

## 25. Le malattie a trasmissione sessuale

Le **malattie a trasmissione sessuale**, o *malattie veneree*, sono provocate da batteri, virus o piccoli parassiti trasmessi con l'attività sessuale.

Malattia	Agente patogeno	Tempo di incubazione	Cura	Esito
<b>Tricomoniasi</b>	protozoo ( <i>Trichomonas vaginalis</i> )	alcuni giorni	antiparassitari	Possibile guarigione completa.
<b>Infezioni da clamidia</b>	batterio ( <i>Chlamydia trachomatis</i> )	alcuni giorni	antibiotici	Guarigione completa in caso di diagnosi e cure precoci.
<b>Gonorrea</b>	batterio ( <i>Neisseria gonorrhoeae</i> )	pochi giorni	antibiotici	Guarigione completa in caso di diagnosi e cure precoci.
<b>Sifilide</b>	batterio ( <i>Treponema pallidum</i> )	3 settimane	antibiotici	Guarigione completa in caso di diagnosi e cure precoci.
<b>Infezione HIV/AIDS</b>	virus (HIV di tipo 1 e 2)	circa 12 anni	farmaci antiretrovirali	Attualmente incurabile; il virus resta nell'organismo; le terapie prolungano la vita, migliorandone la qualità.
<b>Epatite B</b>	virus (HBV)	alcune settimane o mesi	sintomatica, farmaci antivirali	In genere guarigione spontanea, possibile terapia antivirale; vaccinazione contro HBV.
<b>Herpes genitale</b>	virus ( <i>Herpes simplex</i> )	alcuni giorni	sintomatica	Guarigione parziale; il virus può restare nell'organismo.
<b>Condilomi</b>	virus (papillomavirus)	4 settimane	chirurgica, vaccinazione	Guarigione possibile, rischio elevato di cancro della cervice uterina; esiste un vaccino.
<b>Infezioni fungine</b>	funghi (per esempio, <i>Candida albicans</i> )	alcuni giorni	antimicotici	Possibile guarigione completa.