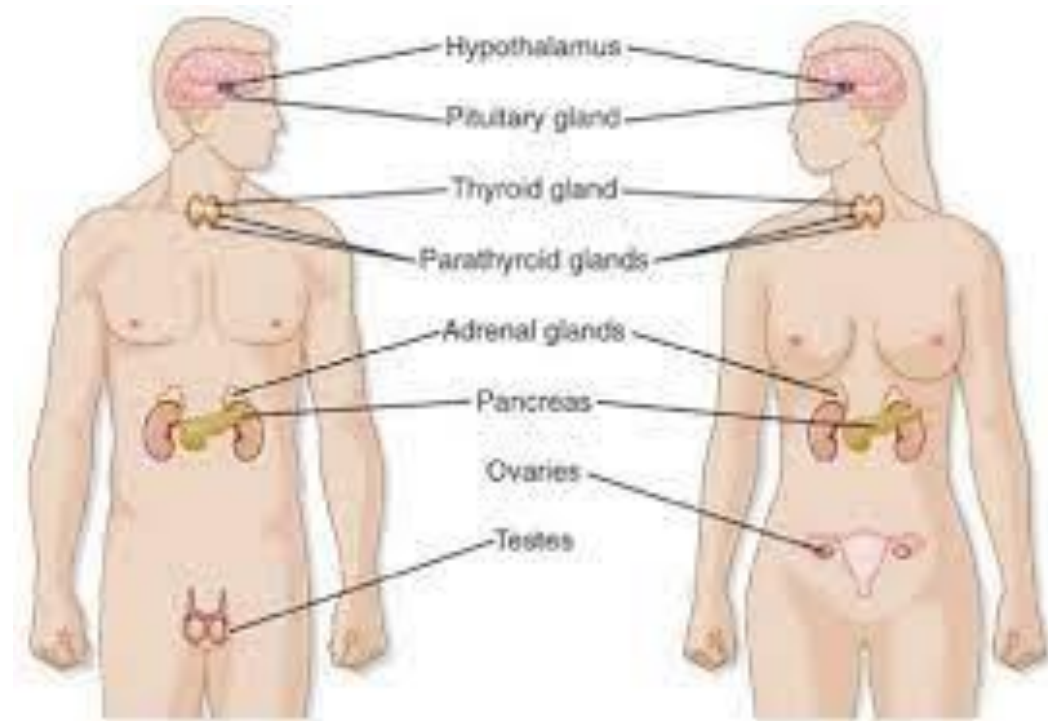


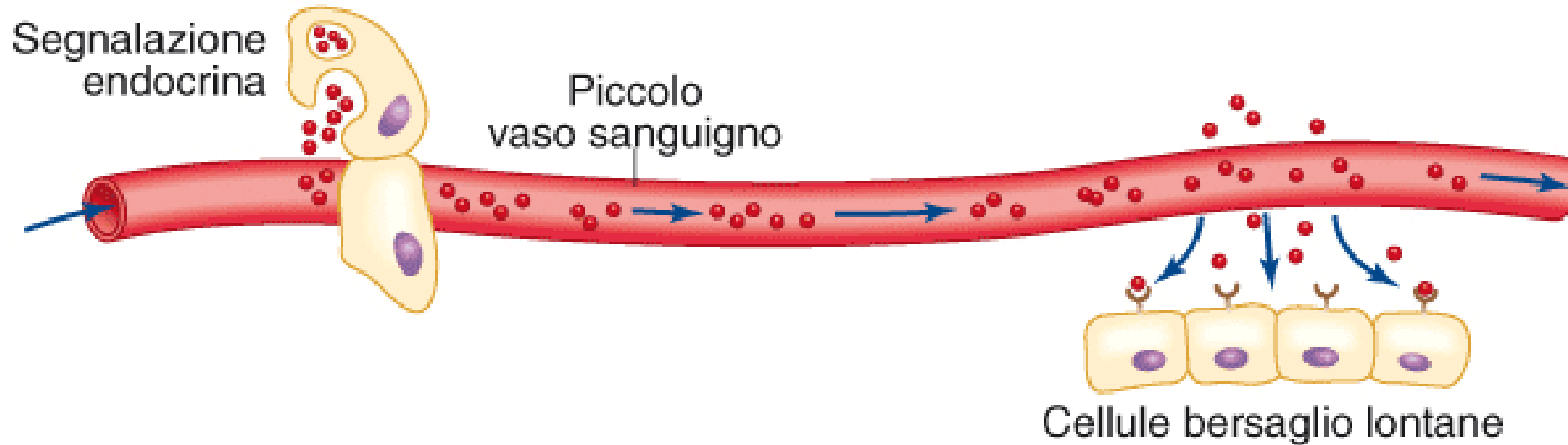
Epiteli di secrezione

Le ghiandole endocrine



Ghiandole endocrine

Sono costituite da cellule epiteliali secernenti che riversano il loro prodotto di secrezione, gli **ormoni**, negli spazi interstiziali e nel sangue



Ormoni

Messaggeri chimici secreti dalle ghiandole endocrine

- Possono essere liberati (nel circolo) appena sintetizzati (es: ghiandole surrenali).
- Possono essere immagazzinati dalle cellule (es. isole del Langerhans) o in cavità circoscritte della ghiandola (es. tiroide).

Composizione chimica degli ormoni

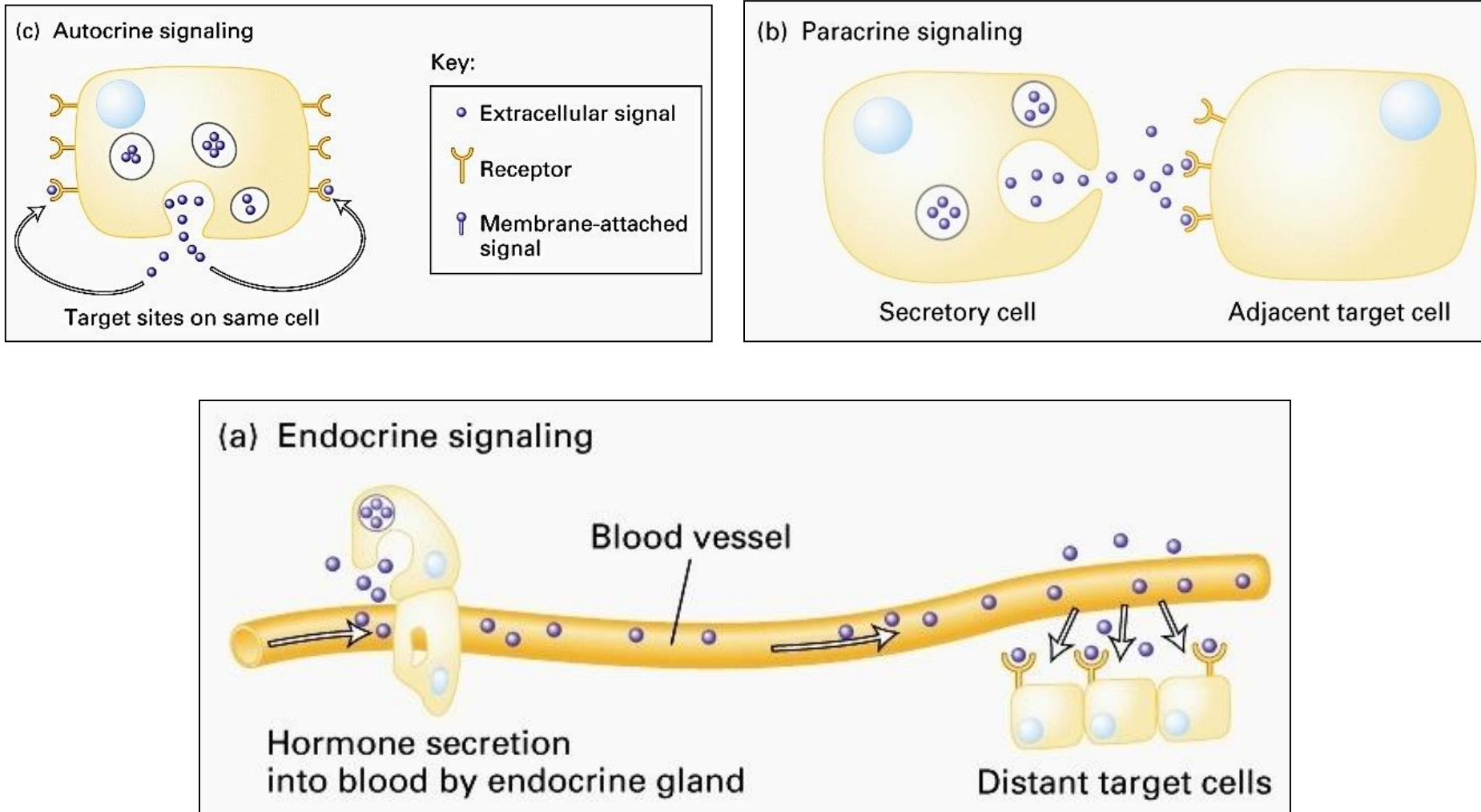
Ormoni proteici (es. insulina)

Ormoni derivati da aminoacidi (es. tiroxina, catecolamine)

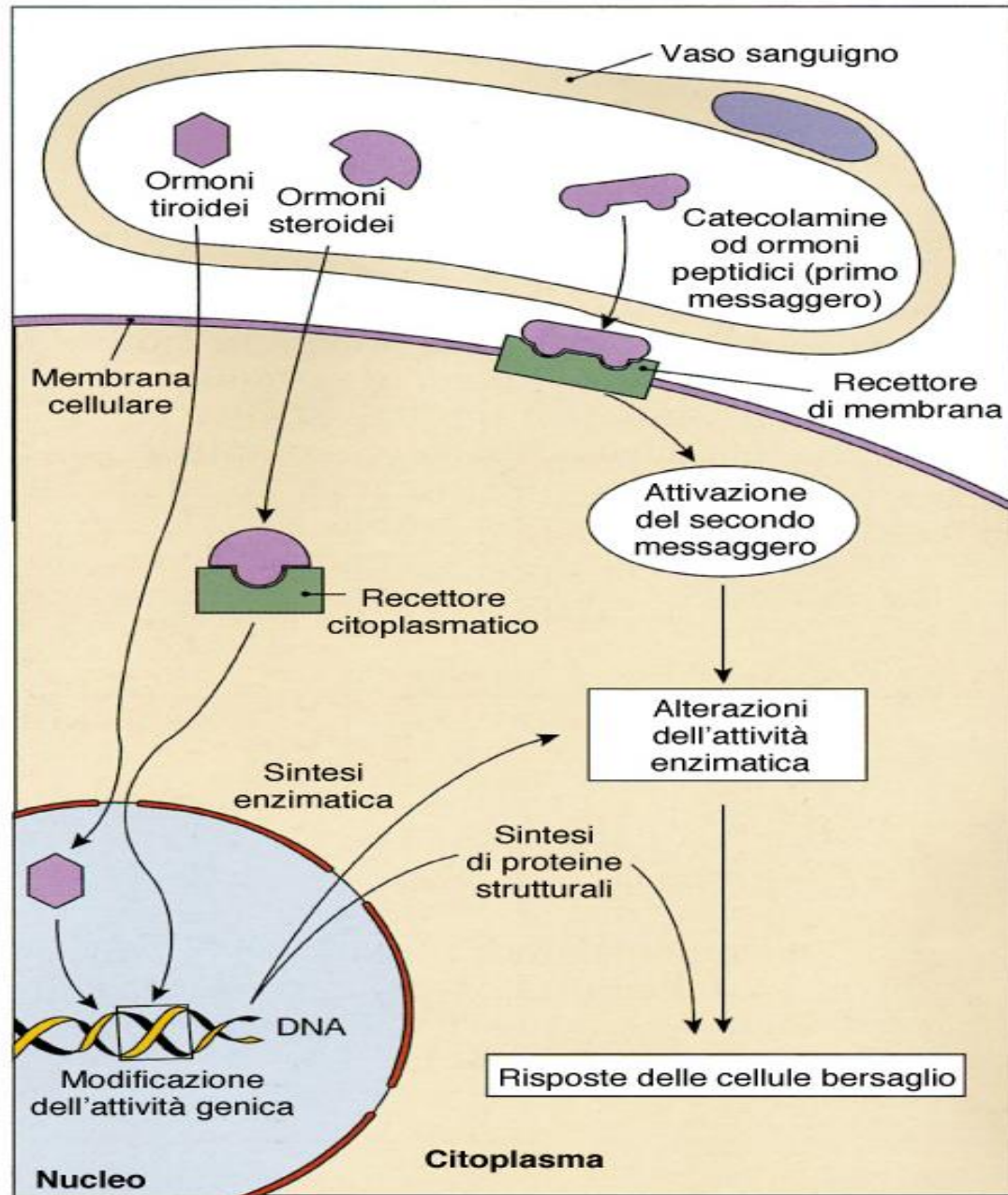
Ormoni steroidei
(corticosurrenali e sessuali)

Ormoni derivati da acidi grassi
(prostaglandine, tromboxani, leucotrieni)

Diverse modalità di azione degli ormoni



Gli ormoni si legano a **RECETTORI** cellulari specifici



I recettori possono essere:

- **di membrana** (principalmente ormoni di natura peptidica e catecolamine)
- **intracellulari** (citoplasmatici o più comunemente nucleari, per ormoni steroidei e tiroidei) che attraversano per diffusione semplice la membrana plasmatica

Classificazione delle ghiandole endocrine

1. *In base al numero delle cellule:*

- a) Unicellulari (Sistema Endocrino Diffuso o APUD, interstiziali)
- b) Pluricellulari (ipofisi, tiroide, surrene, etc)

2. *In base all'organizzazione strutturale della ghiandola:*

- a) ghiandola a follicoli (tiroide)
- b) ghiandole a cordoni (surrenale)
- c) ghiandole a isolotti (pancreas endocrino)
- d) ghiandole interstiziali (unicellulari)

CELLULE ENDOCRINE ASSOCIATE A EPITELI

Singole cellule disposte nei tessuti epiteliali, principalmente nell' *epitelio intestinale*, in quello *respiratorio* e in quello *urinario*, costituiscono il **Sistema Endocrino Diffuso, APUD** (amine precursor uptake and decarboxylation)

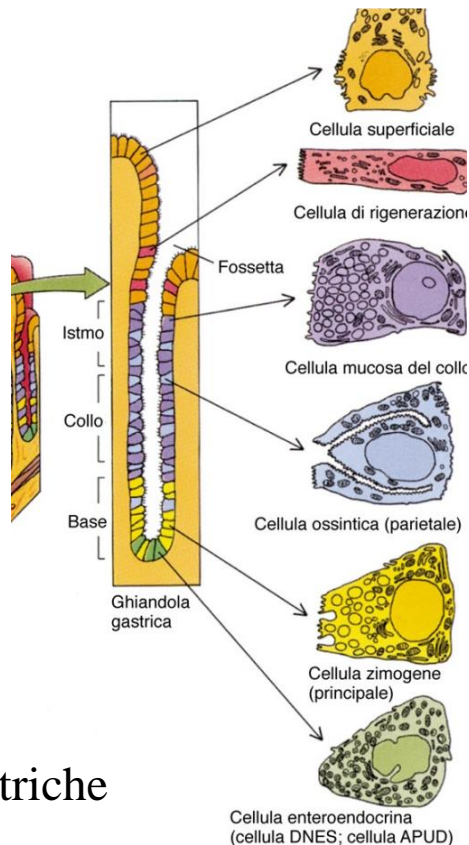
Tipo	Ormone	Localizzazione	Funzione
EC	5HT (5-idrossitriptamina o serotonina), sostanza P, motilina	Stomaco, intestino, bronchi	Motilità
A	Glucagone	(Pancreas) stomaco	Metabolismo nutrienti (glicogenolisi)
D	Somatostatina	(Pancreas) stomaco, intestino tenue	Inibizione secrezione ormoni da altre cellule endocrine in vicinanza
G	Gastrina	Stomaco, intestino tenue	Stimola secrezione HCL , motilità gastrica
I	Colecistochinina o pancreozimina	Intestino tenue	Secrezione enzimi pancreas
S	Secretina	Intestino tenue	Secrezione bicarbonati
L	GLP (glucagon-like peptide)	Intestino	Motilità?
N	Neurotensina	Intestino	Diminuisce motilità
K	GIP (gastic inhibiting peptide)	Intestino tenue	Inibizione secrezione HCL
C	Calcitonina	Tiroide	Metabolismo calcio

Tutte assumono aa e li trasformano in amine, agiscono localmente,

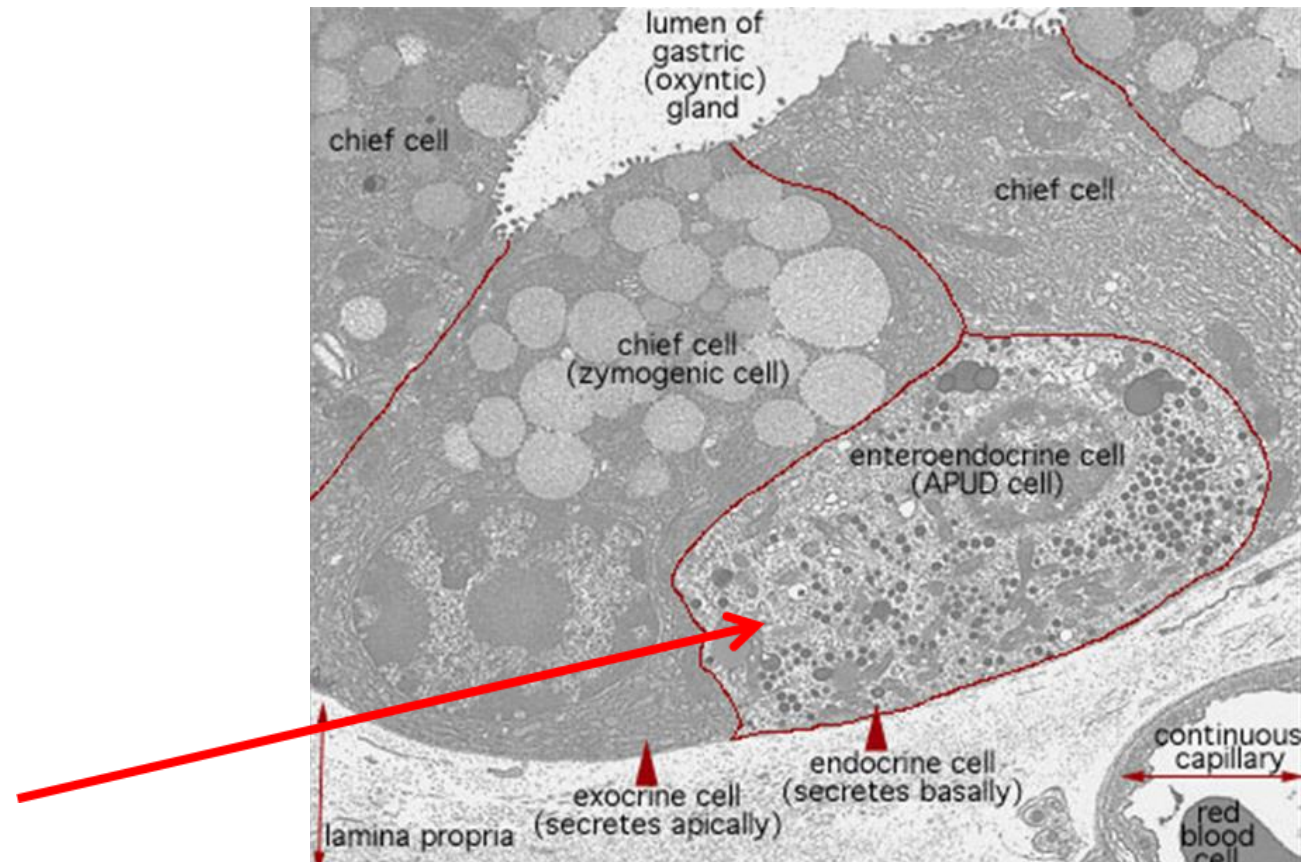
EC = Enterochromaffini, per la colorabilità in giallo dei loro granuli in seguito al trattamento con sali di cromo

CELLULE APUD

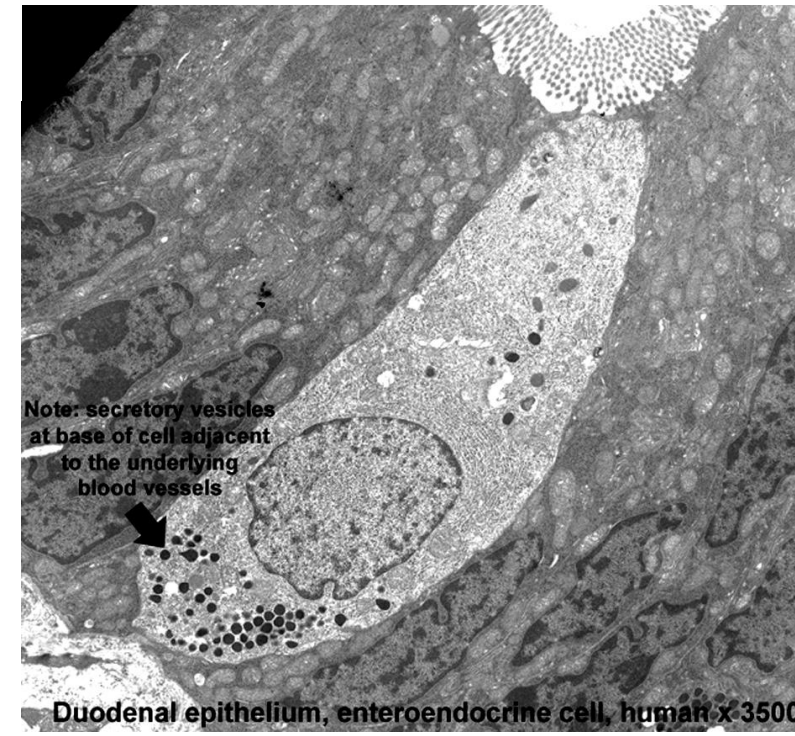
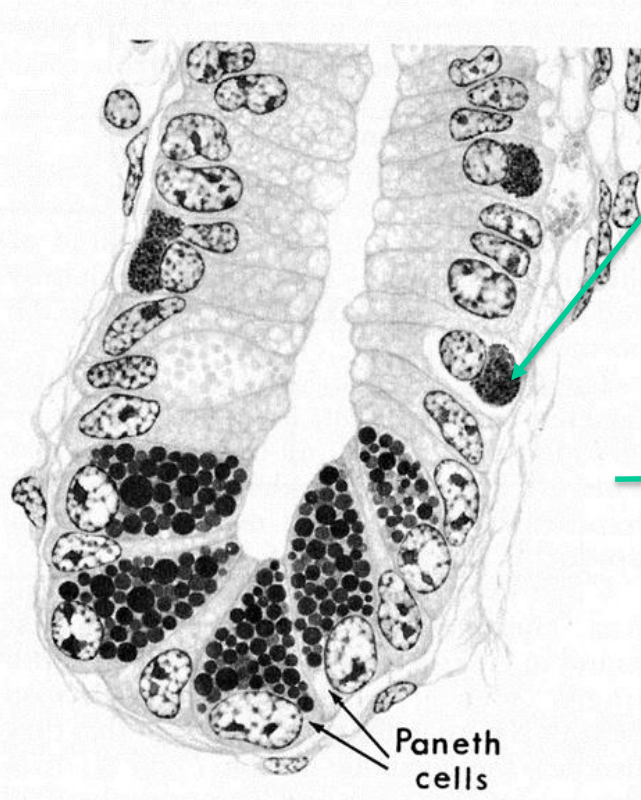
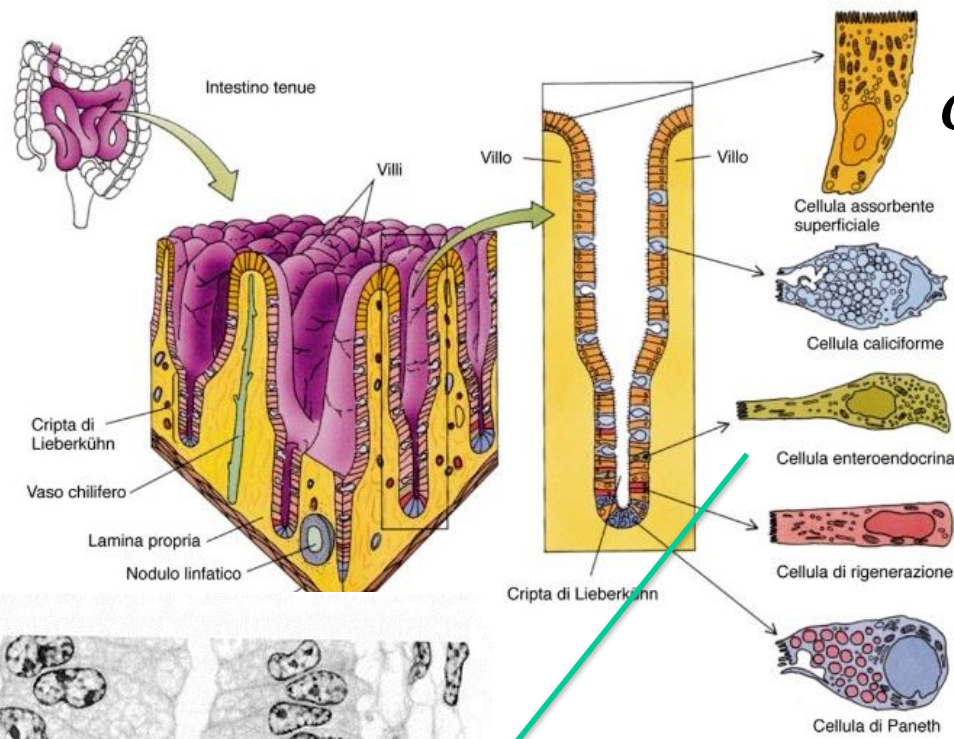
- Sono cellule che accumulano il secreto in vescicole nel citoplasma e lo liberano in seguito a stimoli chimici, meccanici o nervosi.
- Rilasciano il contenuto dei loro granuli nella lamina propria.
- Gli ormoni da esse prodotte hanno *spesso attività paracrina*.



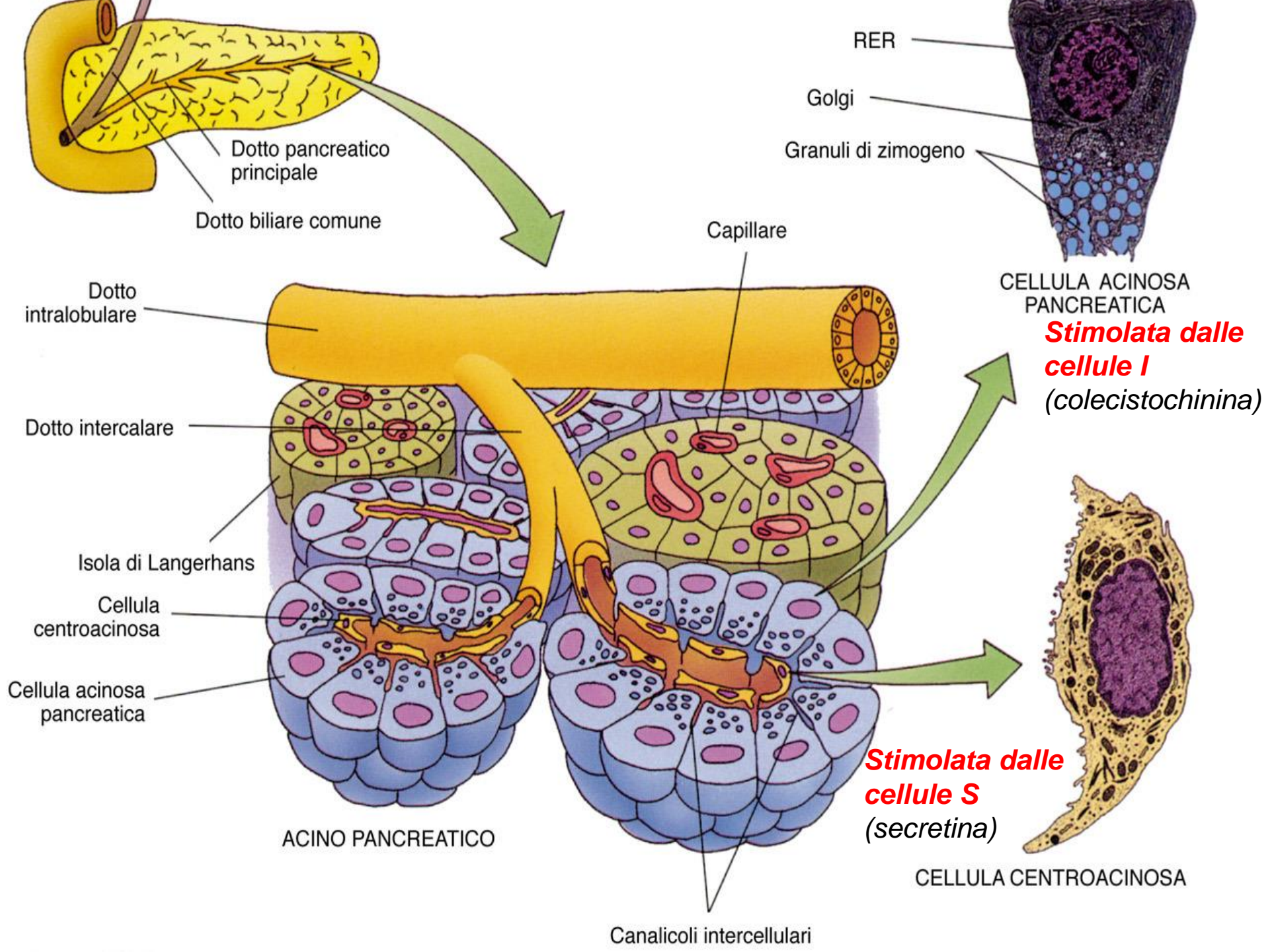
Gh gastriche



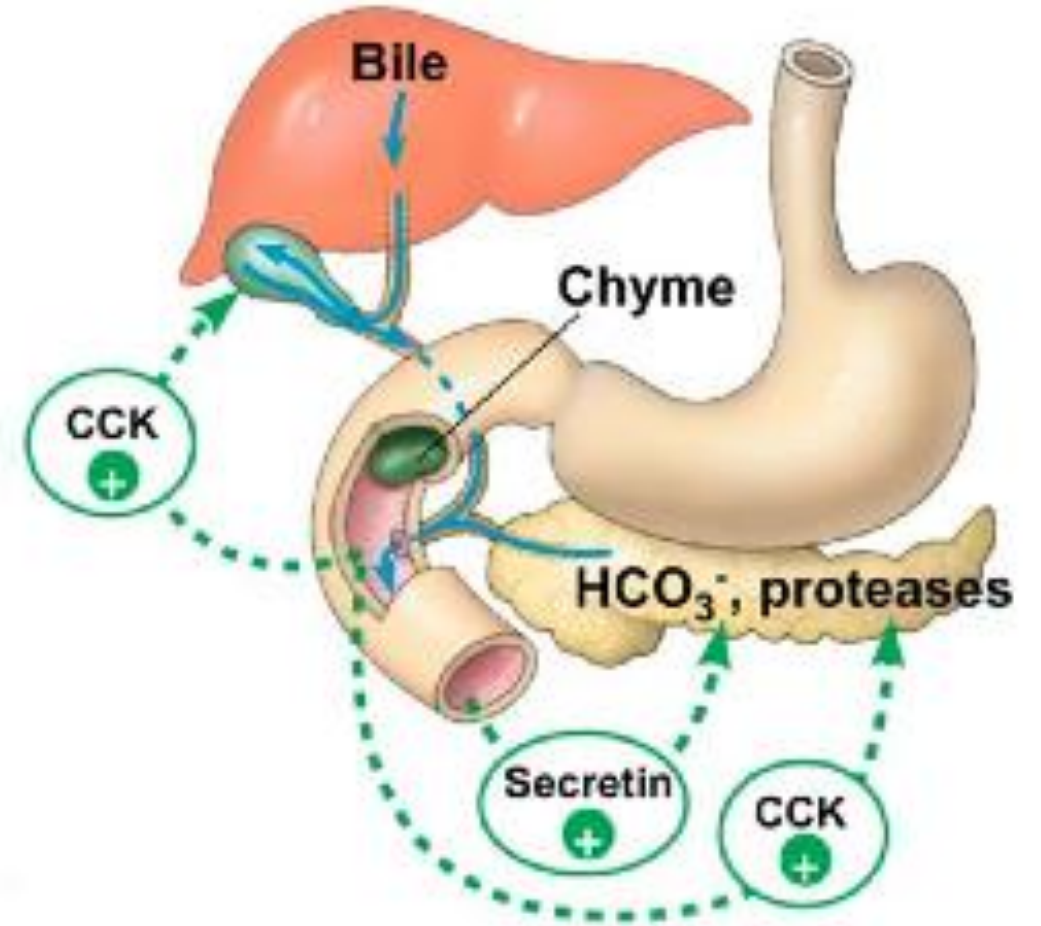
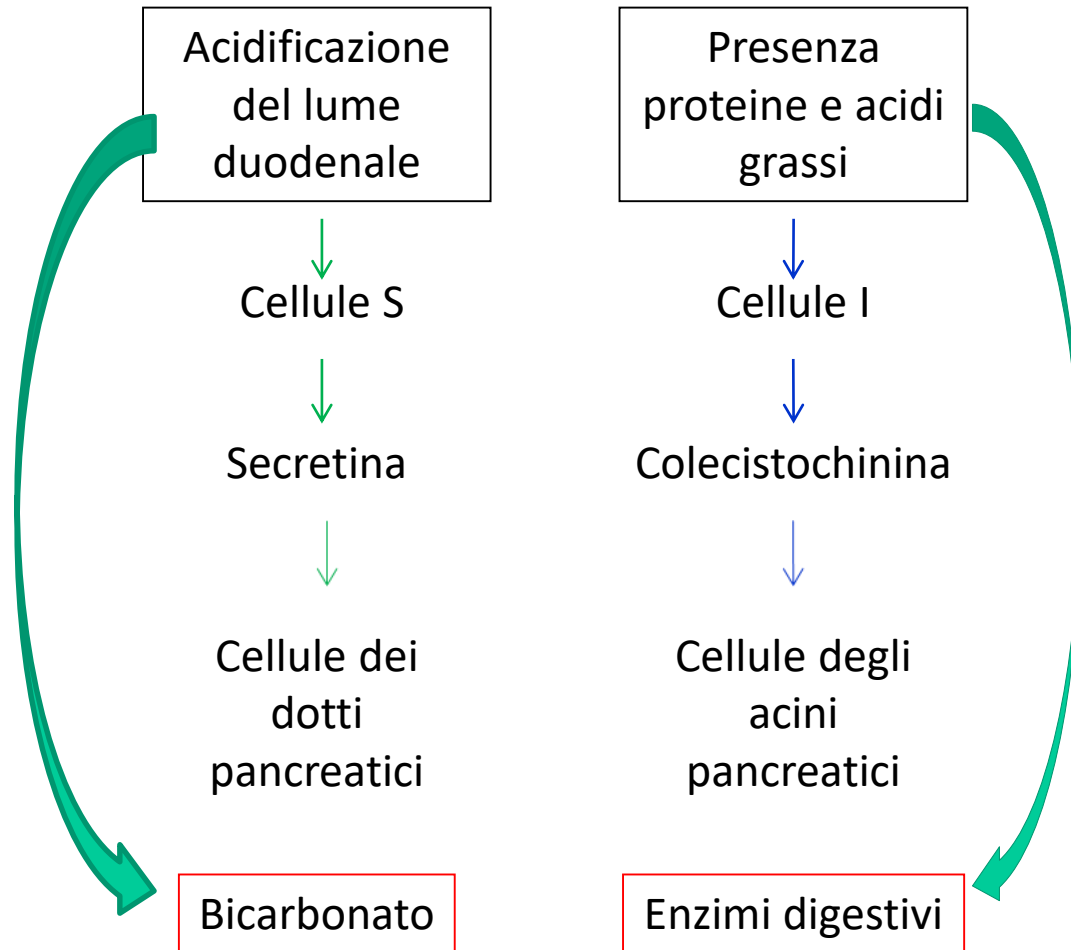
Cellule enteroendocrine del duodeno



Colecistochinina (I), secretina (S)



Regolazione endocrina della secrezione pancreaticata

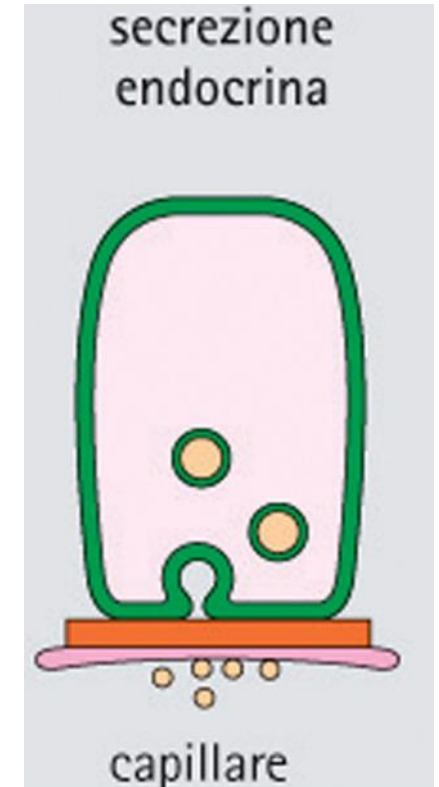


Le ghiandole pluricellulari di grosse dimensioni sono costituite da:

PARENCHIMA (componente funzionale)

STROMA

VASI CAPILLARI, SINUSOIDI



*Classificazione delle ghiandole endocrine in base all'**organizzazione strutturale della ghiandola:***

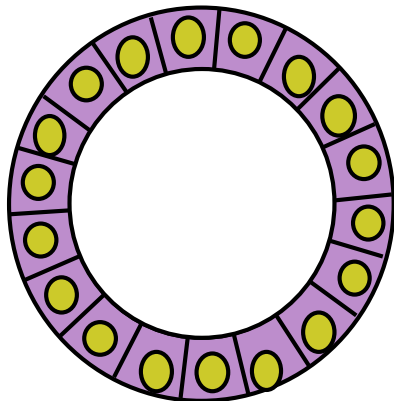
a) *ghiandola a follicoli*

b) *ghiandole a cordoni* (con varie direzioni)

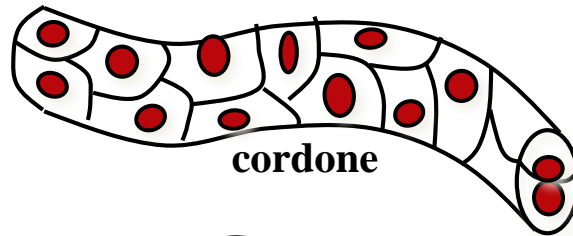
c) *ghiandole a isolotti o nidi*

d) *ghiandole interstiziali (gonadi, ovaie) unicellulari*

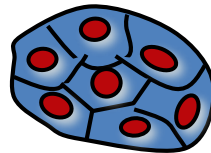
} **Pluricellulari**



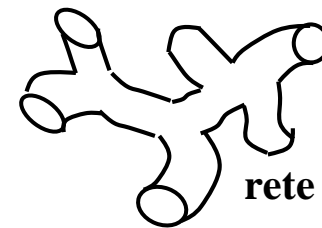
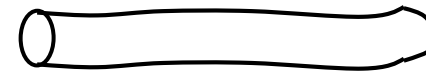
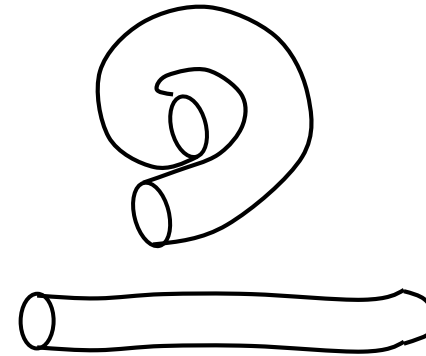
follicolo



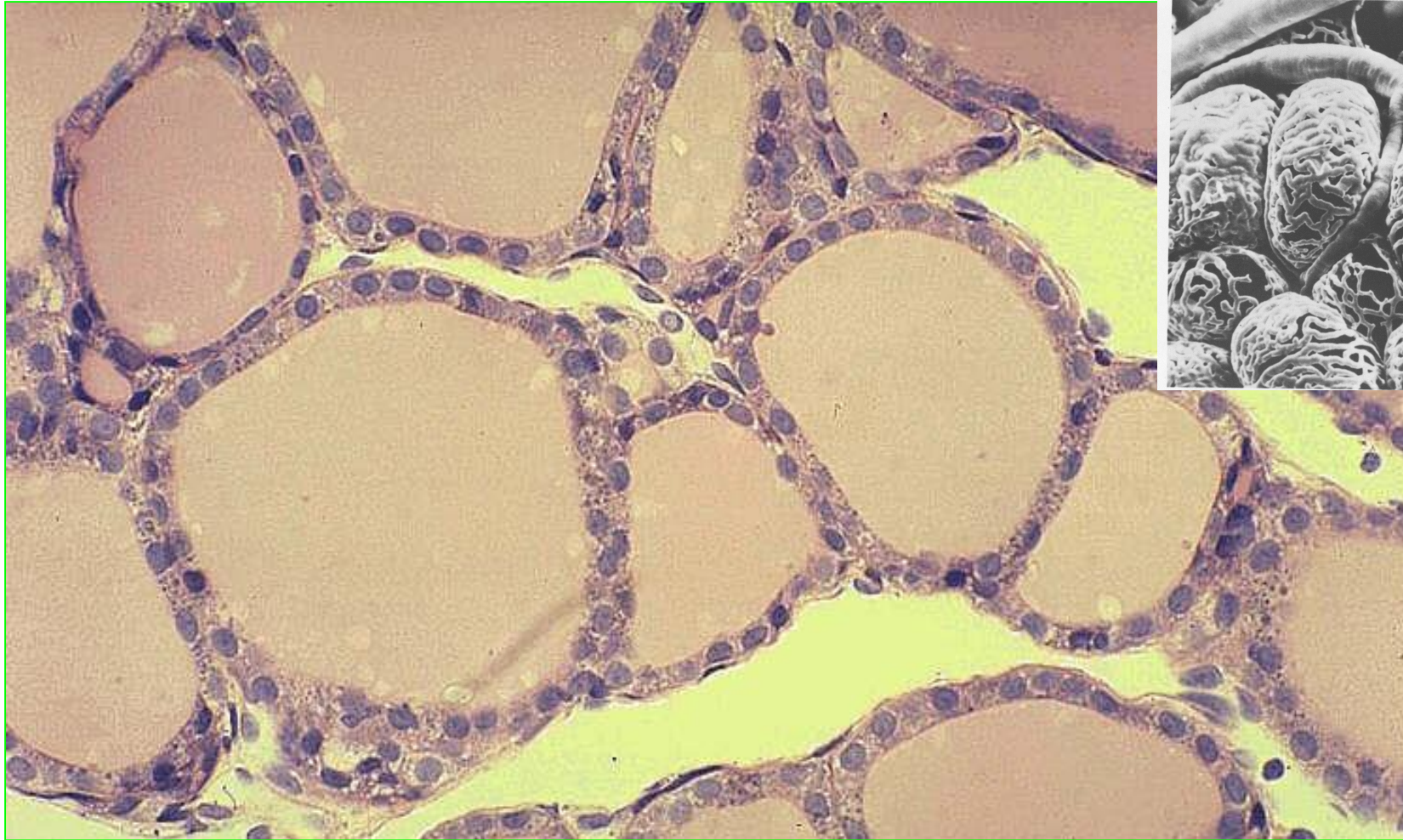
cordone



nido

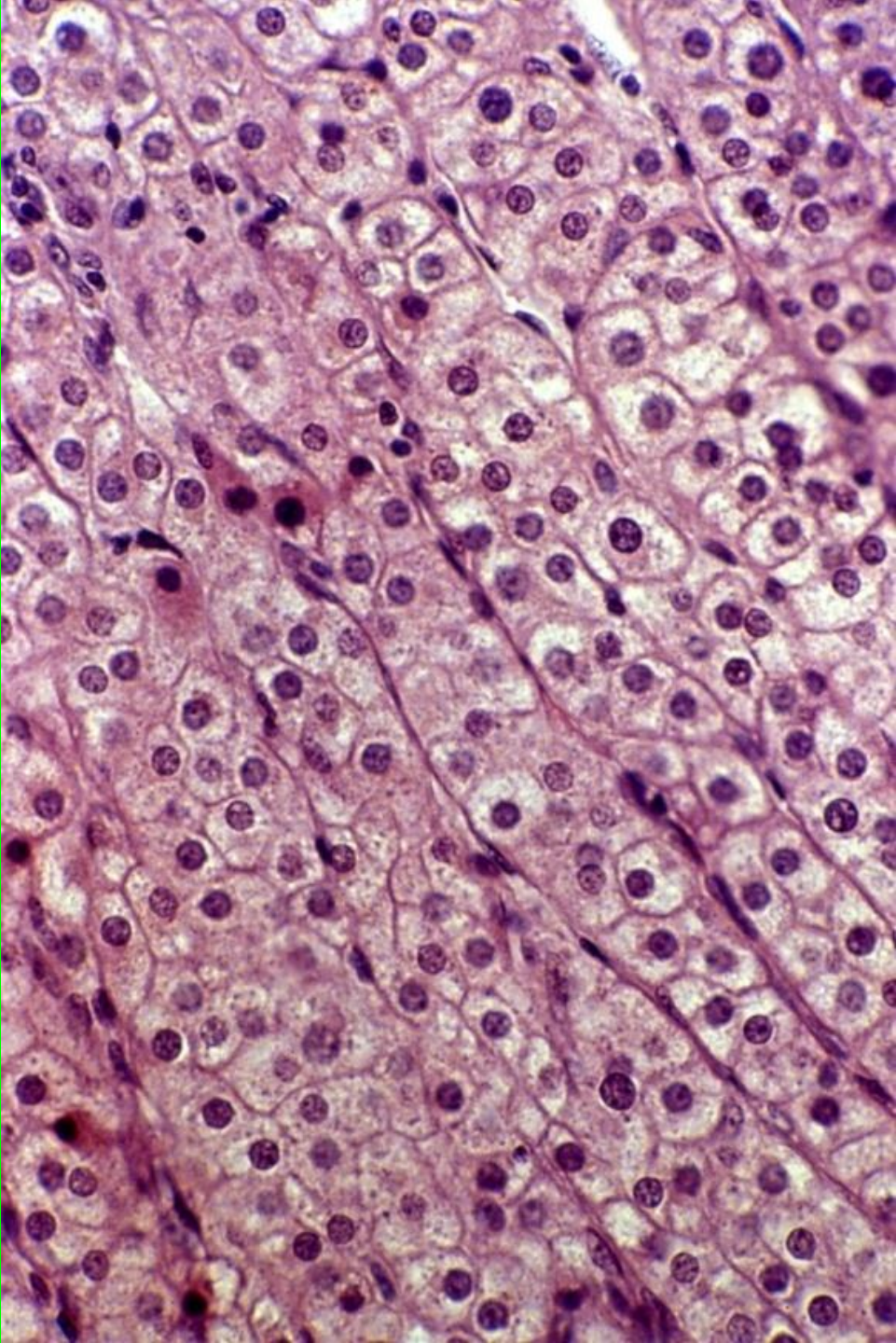


rete di cordoni



a) Ghiandola a follicoli

Le cellule sono polarizzate. *Es.: tiroide*



b) Ghiandole a cordoni

Costituiscono la maggior parte delle ghiandole endocrine.

Le cellule sono collegate tra di loro da giunzioni strette e giunzioni comunicanti; *non sono polarizzate*.

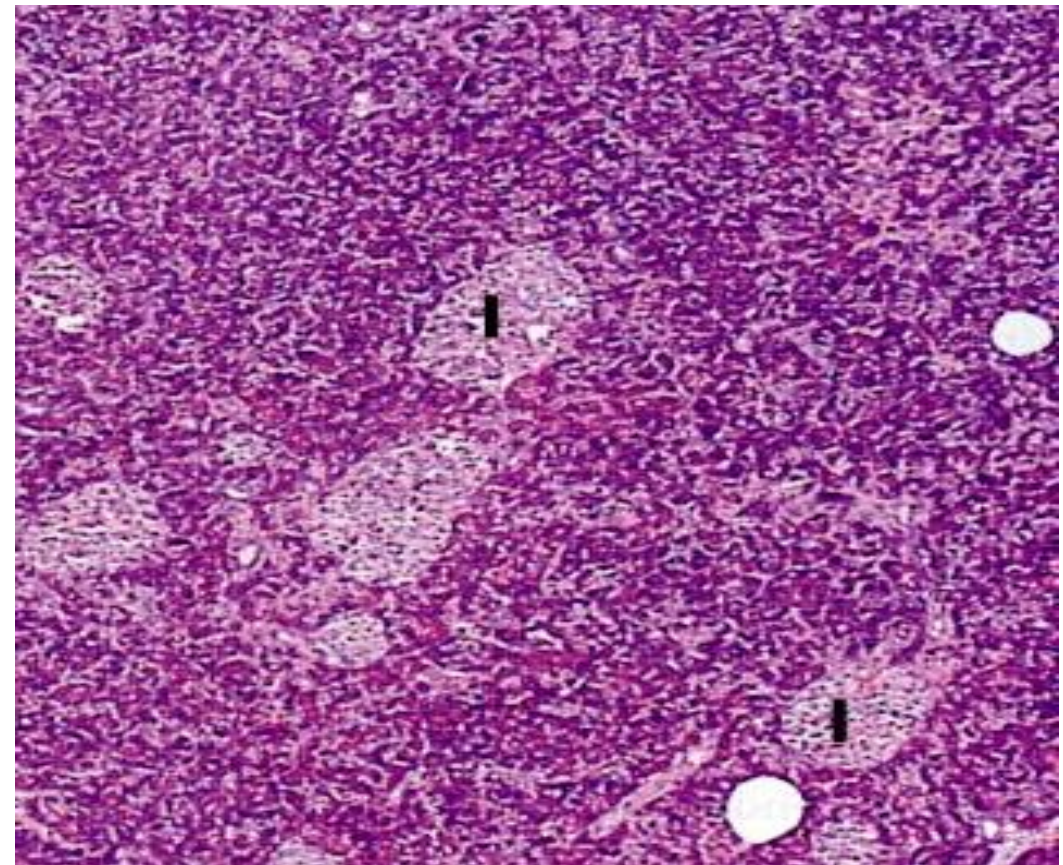
Tra i cordoni è presente un sottile tralcio di MEC in cui sono contenute fibre reticolari e vasi (sinusoidi).

Es: surrene, adenoipofisi, corpo luteo, paratiroidi

c) Ghiandola a isolotti o nidi

Le cellule formano degli ammassi all'interno di un parenchima. *Assenza di polarizzazione* delle cellule.

Es: isole del Langerhans del pancreas

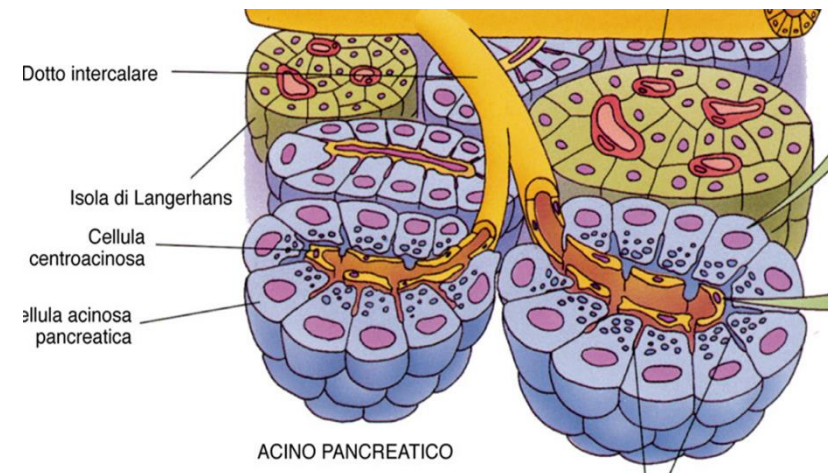


Caratteristiche delle Isole del Langherans:

- 1-2% del volume totale del pancreas
- poco colorate in EE
- Riccamente vascolarizzata (capillari sinusoidi)

- quattro tipi cellulari:

- c. BETA (insulina) 70-80%
- c. ALFA (glucagone) 20-25%
- c. DELTA (somatostatina) 5%
- c. POLIPEPTIDE PANCREATICO 1%





**Tubulo
seminifero**

d) Ghiandole interstiziali

Le cellule formano piccoli gruppi di cellule all'interno di un tessuto connettivo.

Es. cellule del Leydig del testicolo (androgeni), cellule dell'ovaio, etc

ALTRI CRITERI DI CLASSIFICAZIONE

- **Classificazione in base alla natura dell'ormone**
- **Classificazione in base alla posizione** anatomica (annesse all'encefalo, del collo, della cavità addominale)
- **Classificazione in base alla funzione** (secondo gli assi: ipotalamo-ipofisi-gonadi, ipotalamo-ipofisi-tiroide, ipotalamo-ipofisi-surrene)

GHIANDOLE MISTE (endocrine ed esocrine)

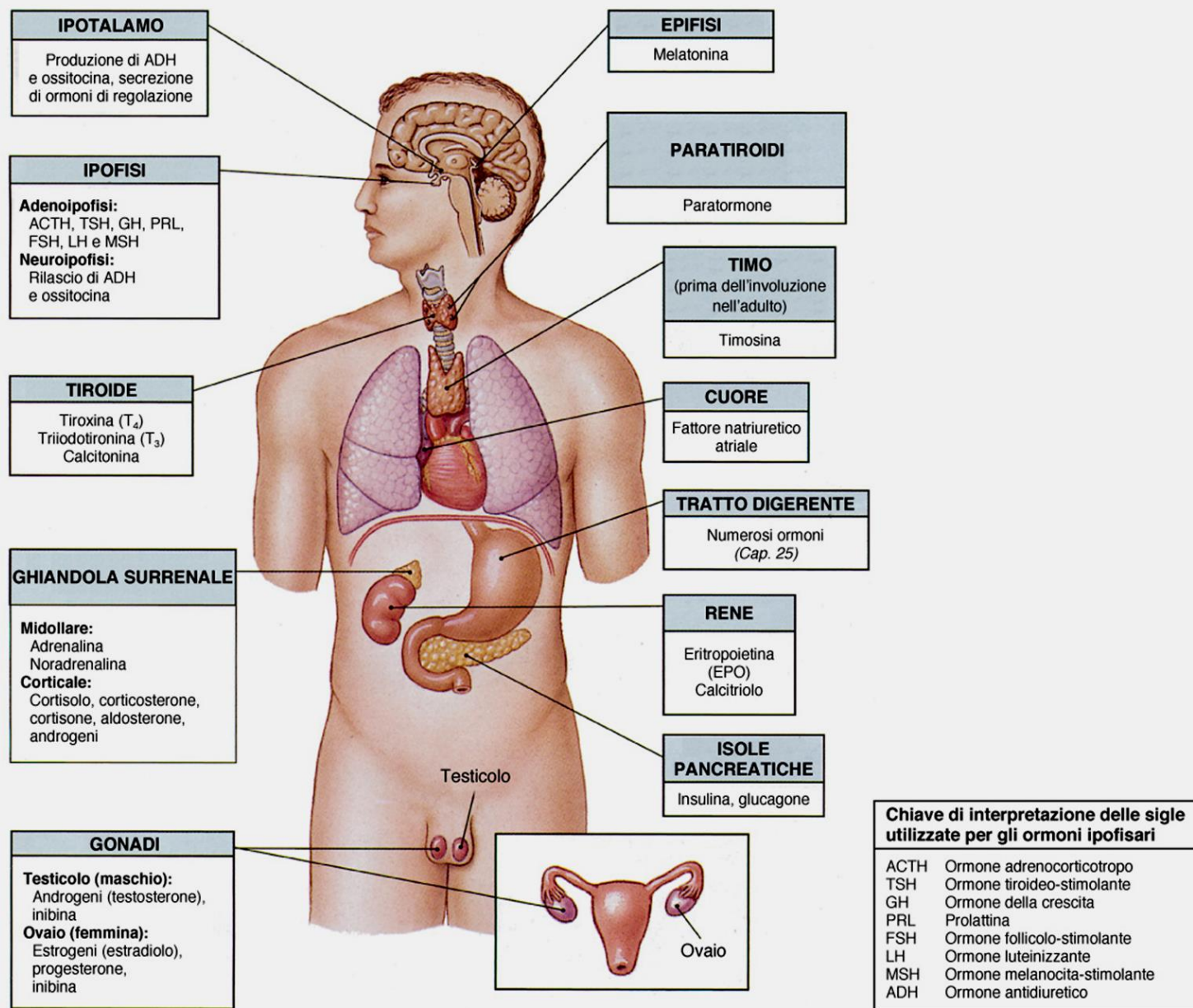
- Pancreas***
- porzione esocrina: secerne enzimi digestivi nel duodeno
 - porzione endocrina: secerne ormoni implicati nella regolazione del metabolismo glucidico (insulina e glucagone)
- Fegato***
- porzione esocrina : produce la BILE che è riversata tramite i dotti biliari nel duodeno
 - porzione endocrina: produce varie sostanze tra cui le proteine plasmatiche

Ghiandole gastriche e ghiandole intestinali

Alcuni organi con funzione diversa svolgono anche attività endocrina

(tessuto adiposo, miocardio, gonadi, etc)

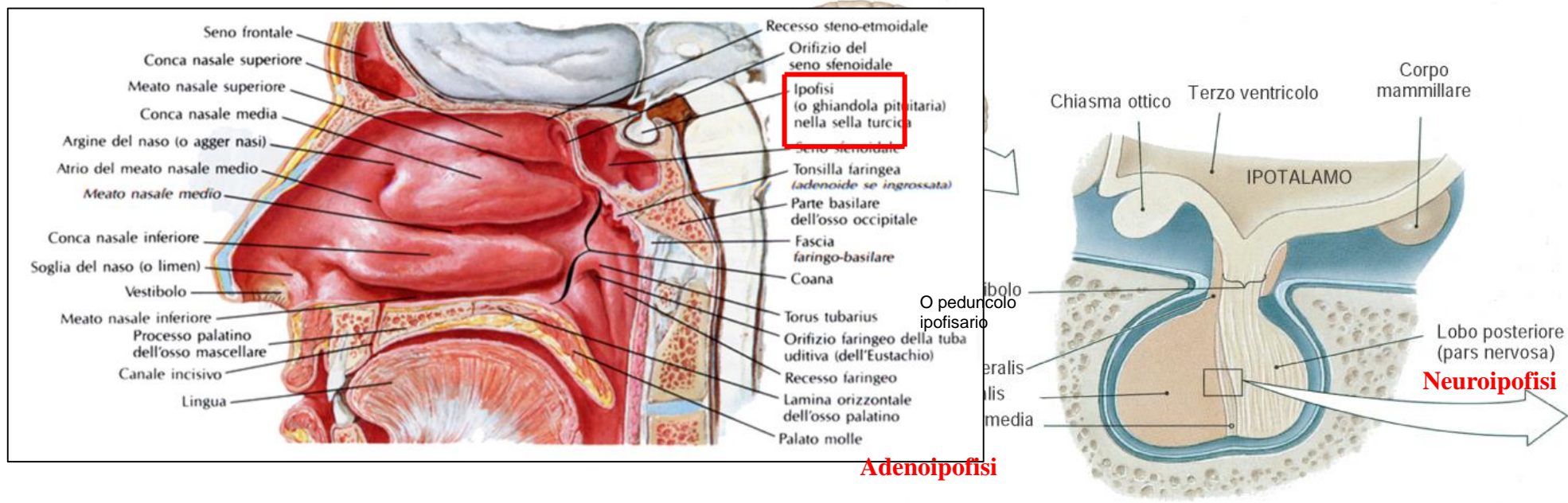
Le principali ghiandole endocrine del nostro organismo



IPOFISI O GHIANDOLA PITUITARIA

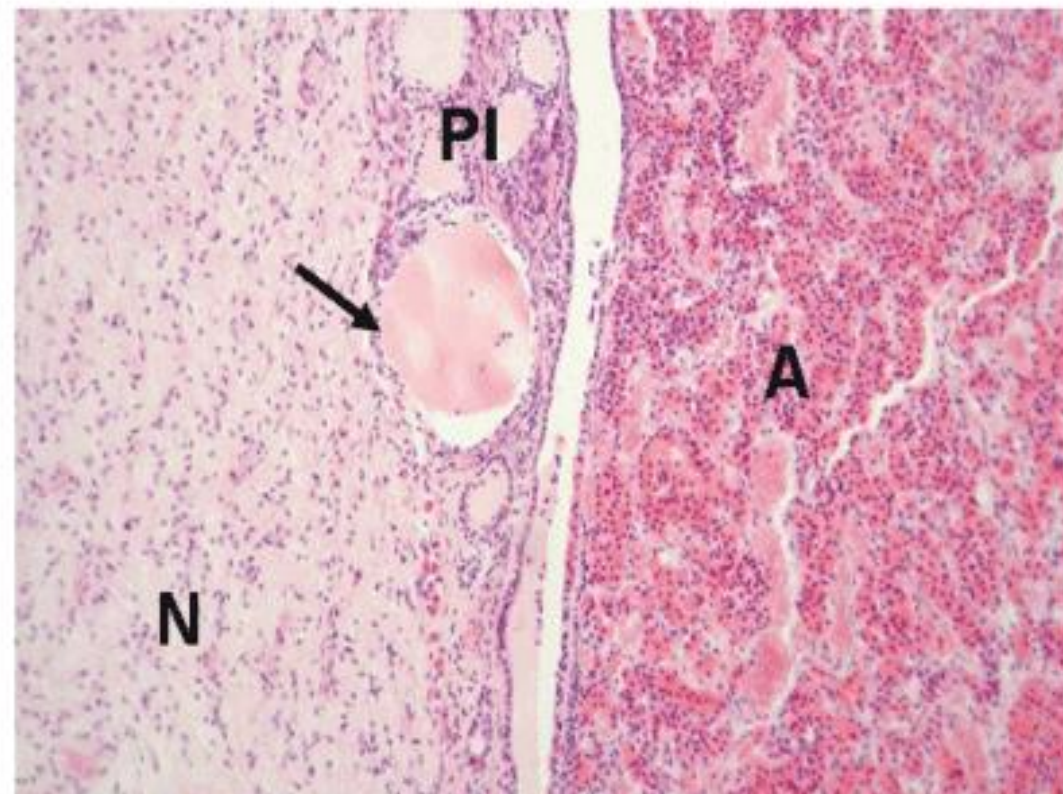
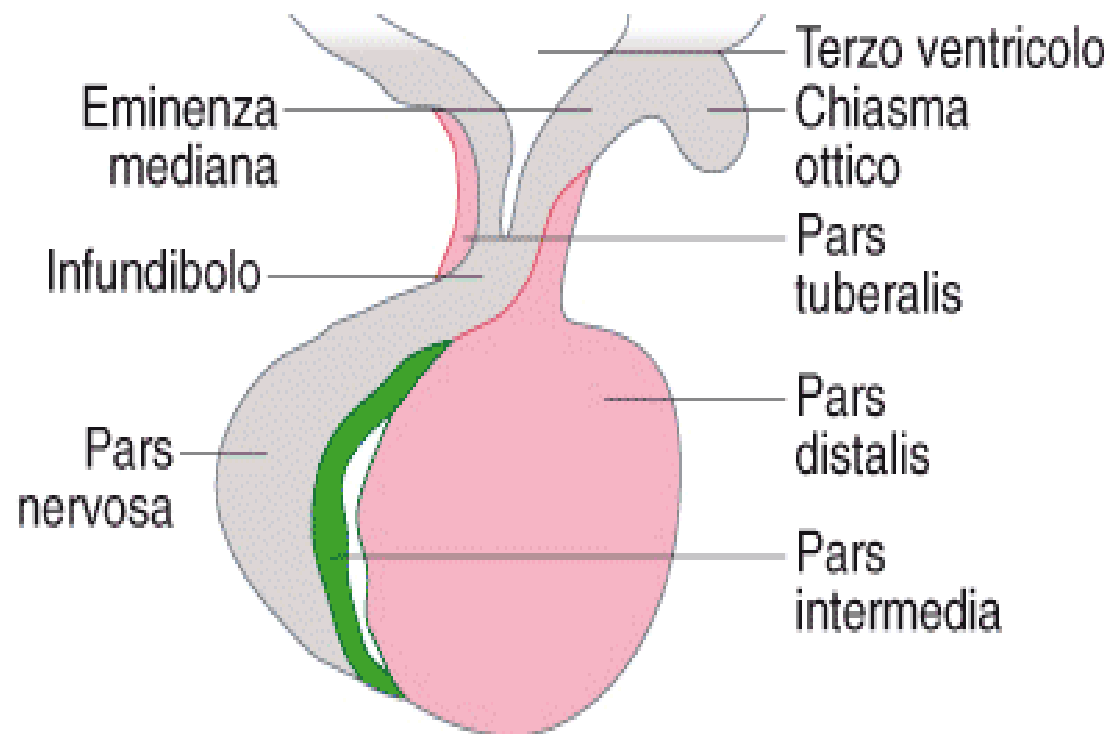
Dove si trova: all'interno del cranio (*sella turcica dell'osso sfenoide*), sotto l'ipotalamo, al quale è connessa. Ha forma ovale, diametro di 1-1,5 cm ed è costituita da due lobi con derivazione embriologica e funzioni diverse

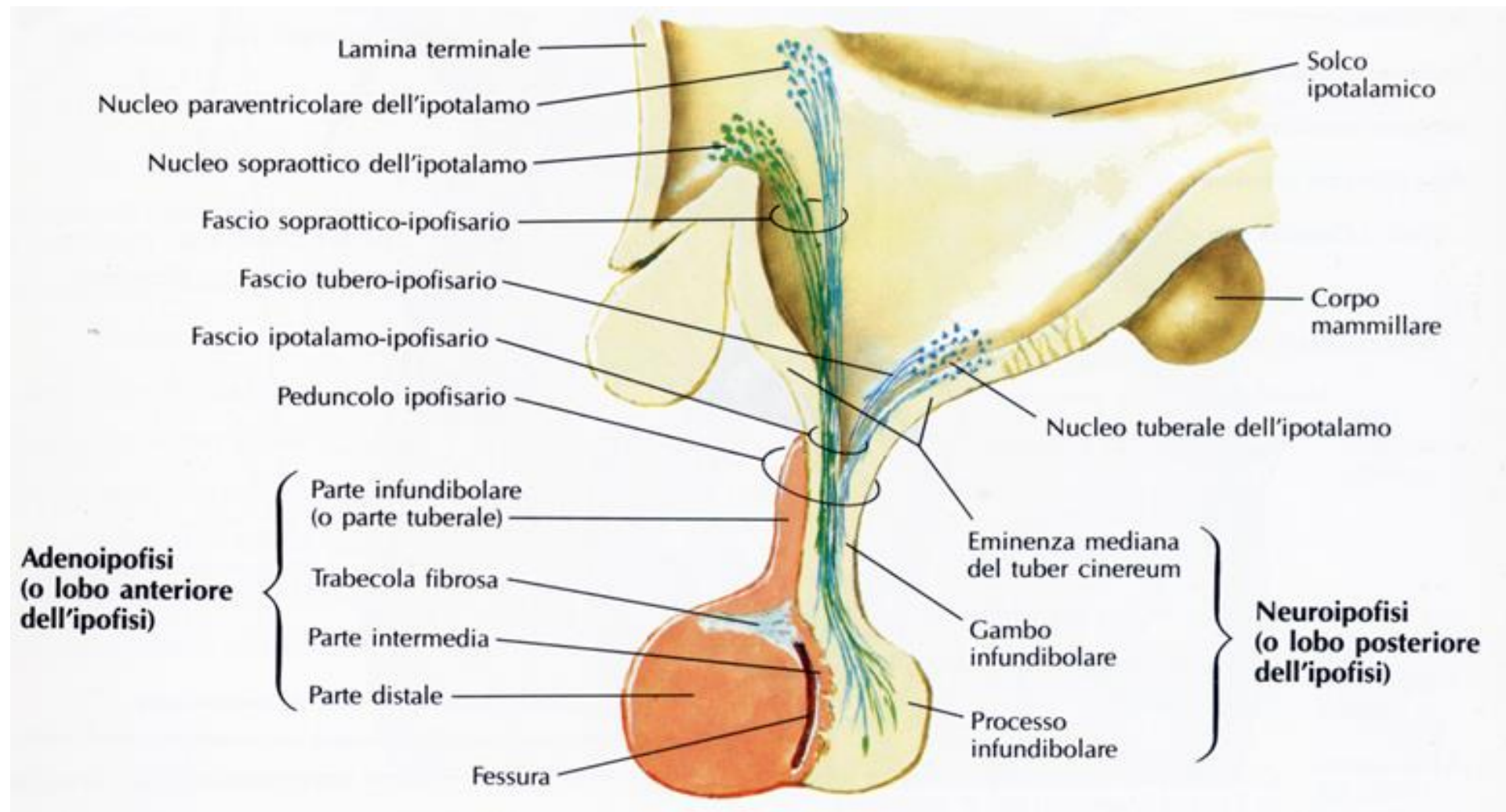
Funzione: produzione e rilascio di ormoni che controllano l'attività di molti altri organi; funge quindi da “**controllore**” delle altre ghiandole endocrine. E' controllata a sua volta dall'**ipotalamo** che produce ormoni i quali raggiungono l'ipofisi tramite un *sistema portale*



(a)
Rapporto tra ipotalamo e ipofisi

IPOFISI



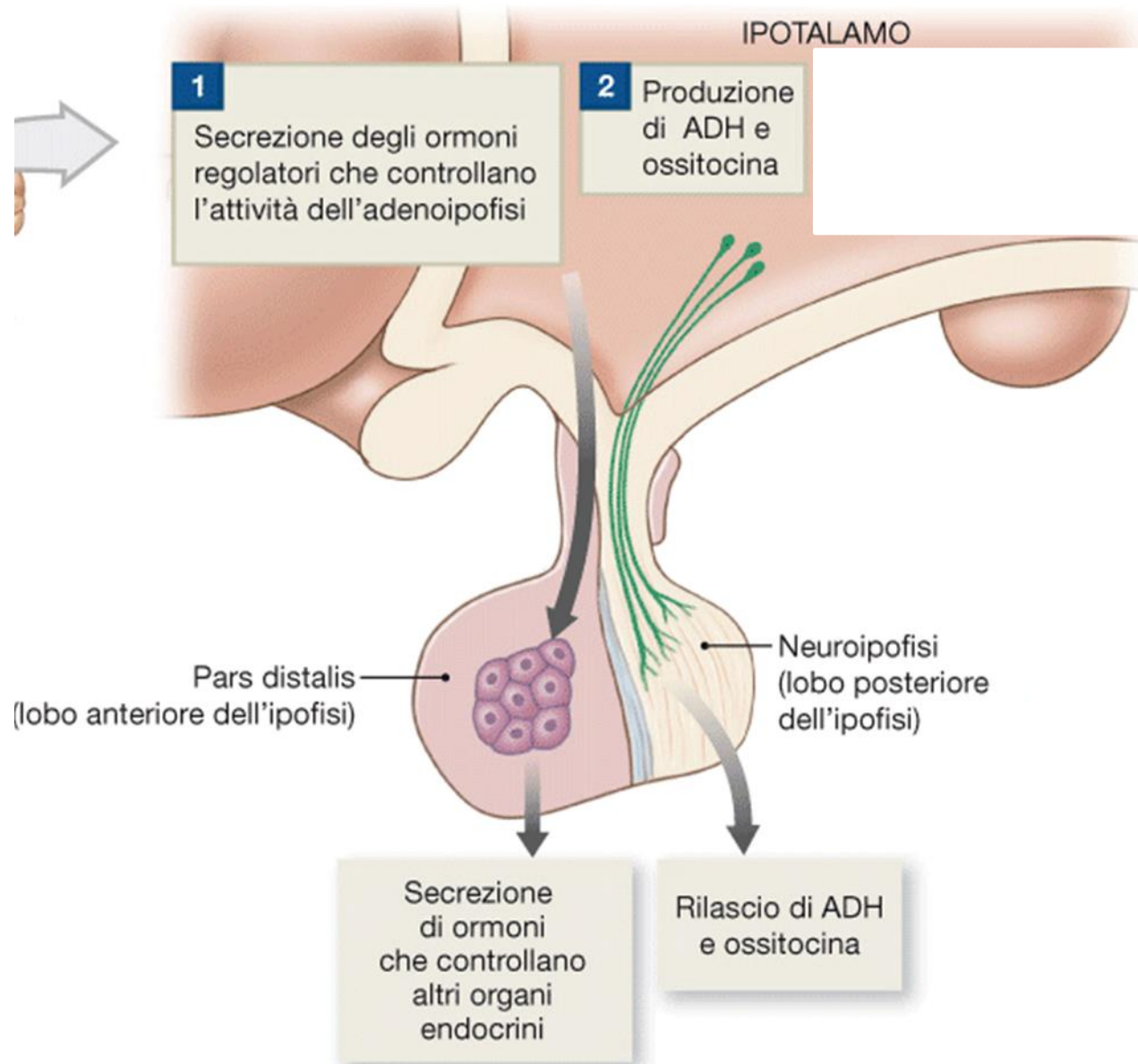


La **NEUROIPOFISI o IPOFISI POSTERIORE** deriva dal neuro-ectoderma ed è costituita da **pars nervosa ed infundibolo (in continuità con l'eminenza mediana)**. Contiene i prolungamenti assonici *modificati* dei neuroni ipotalamici

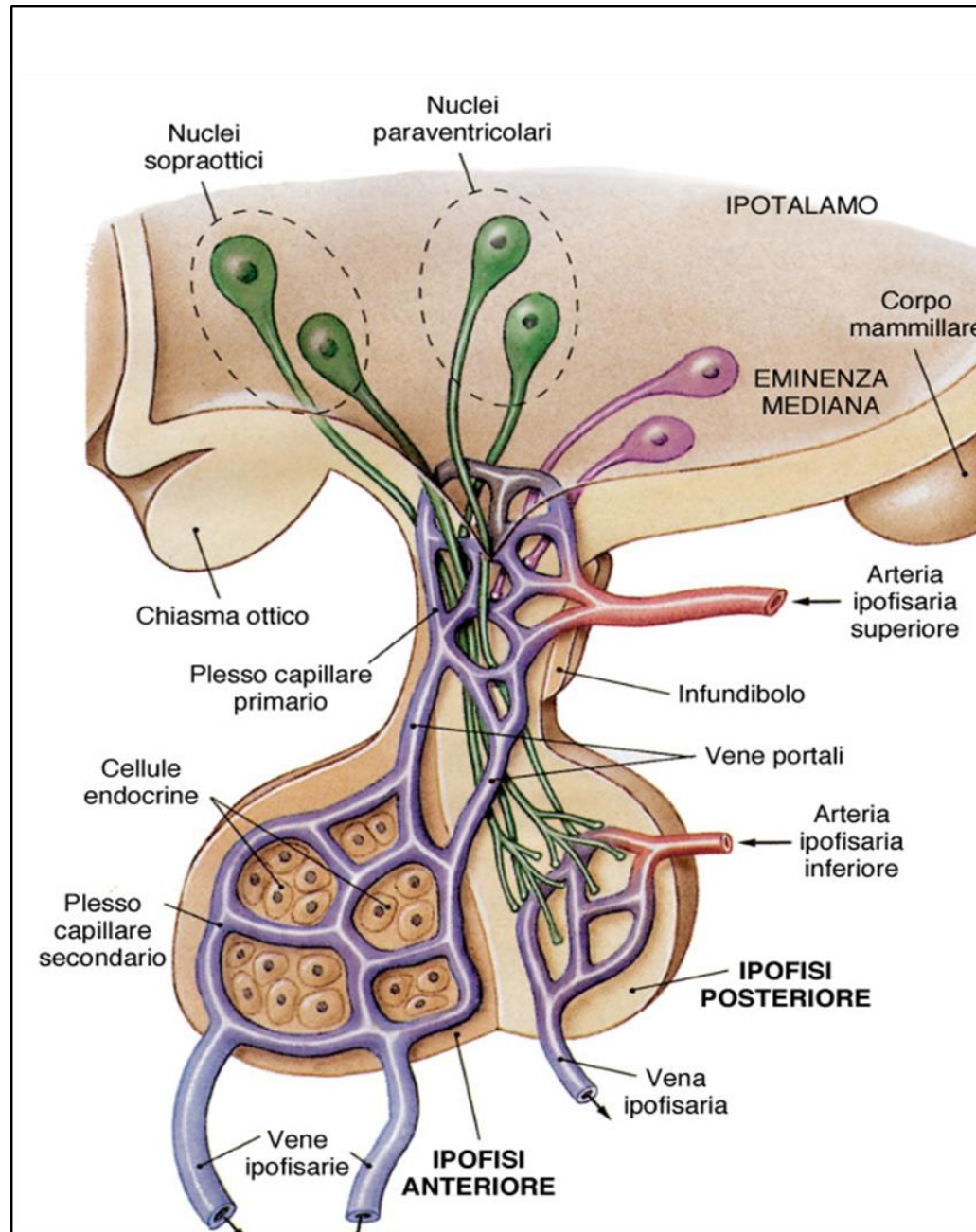
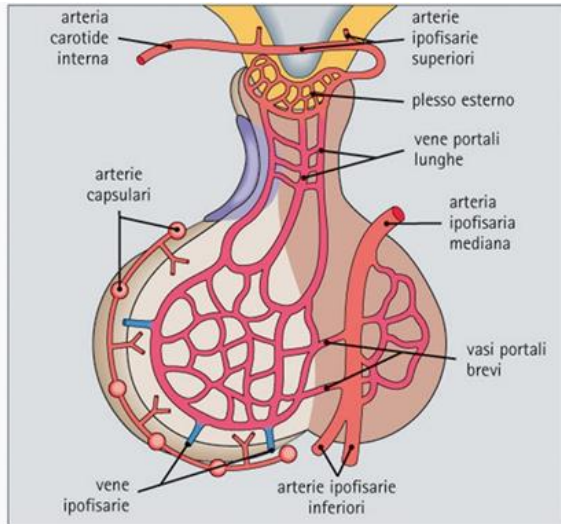
L'**ADENOIPOFISI o IPOFISI ANTERIORE (75% del peso)** deriva dall'ectoderma e si divide in **Pars distalis, Pars intermedia, Pars tuberalis**

SISTEMA IPOTALAMO-IPOFISARIO

Interfaccia tra i SNC e il sistema endocrino



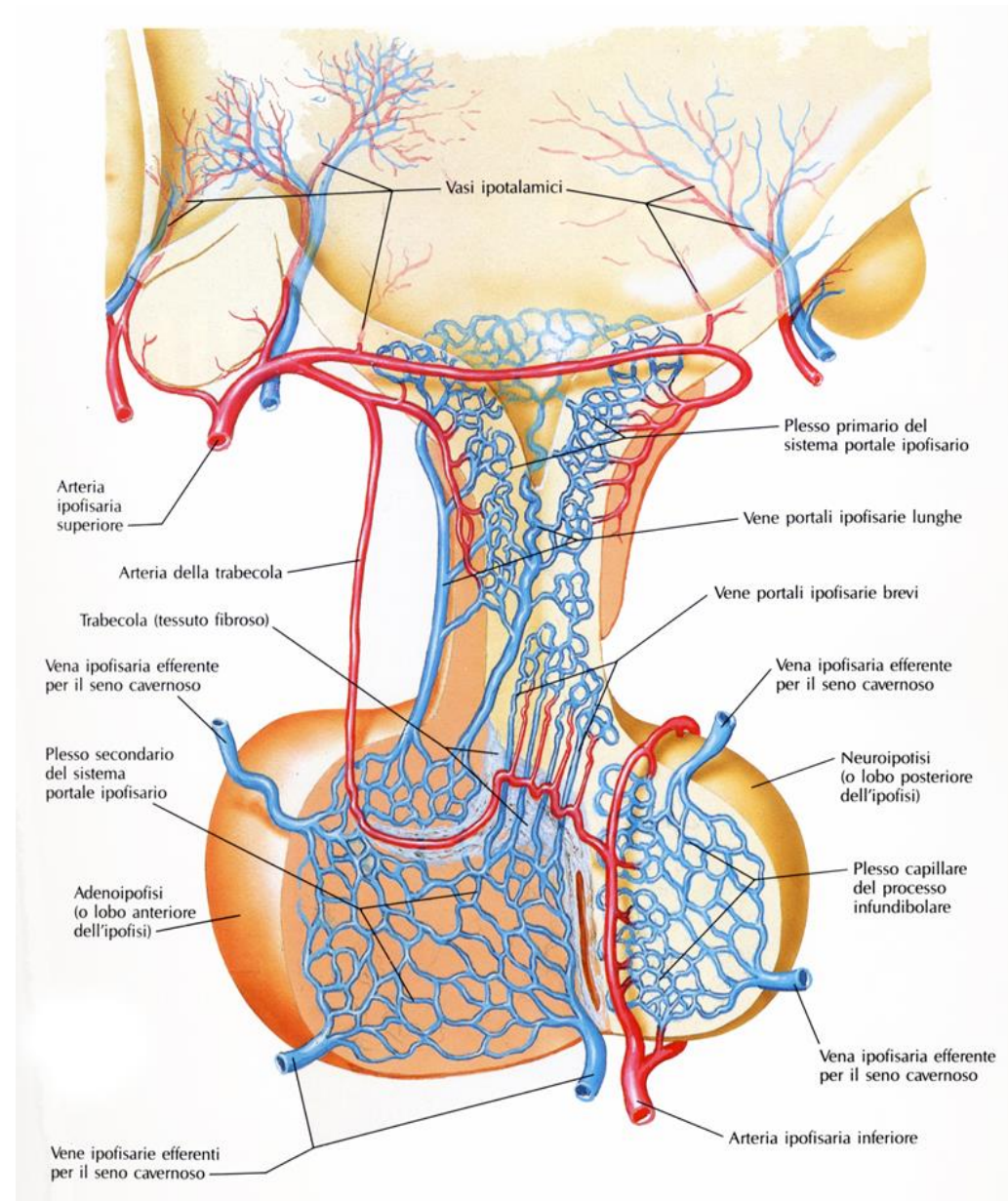
Il sistema portale dell'ipofisi



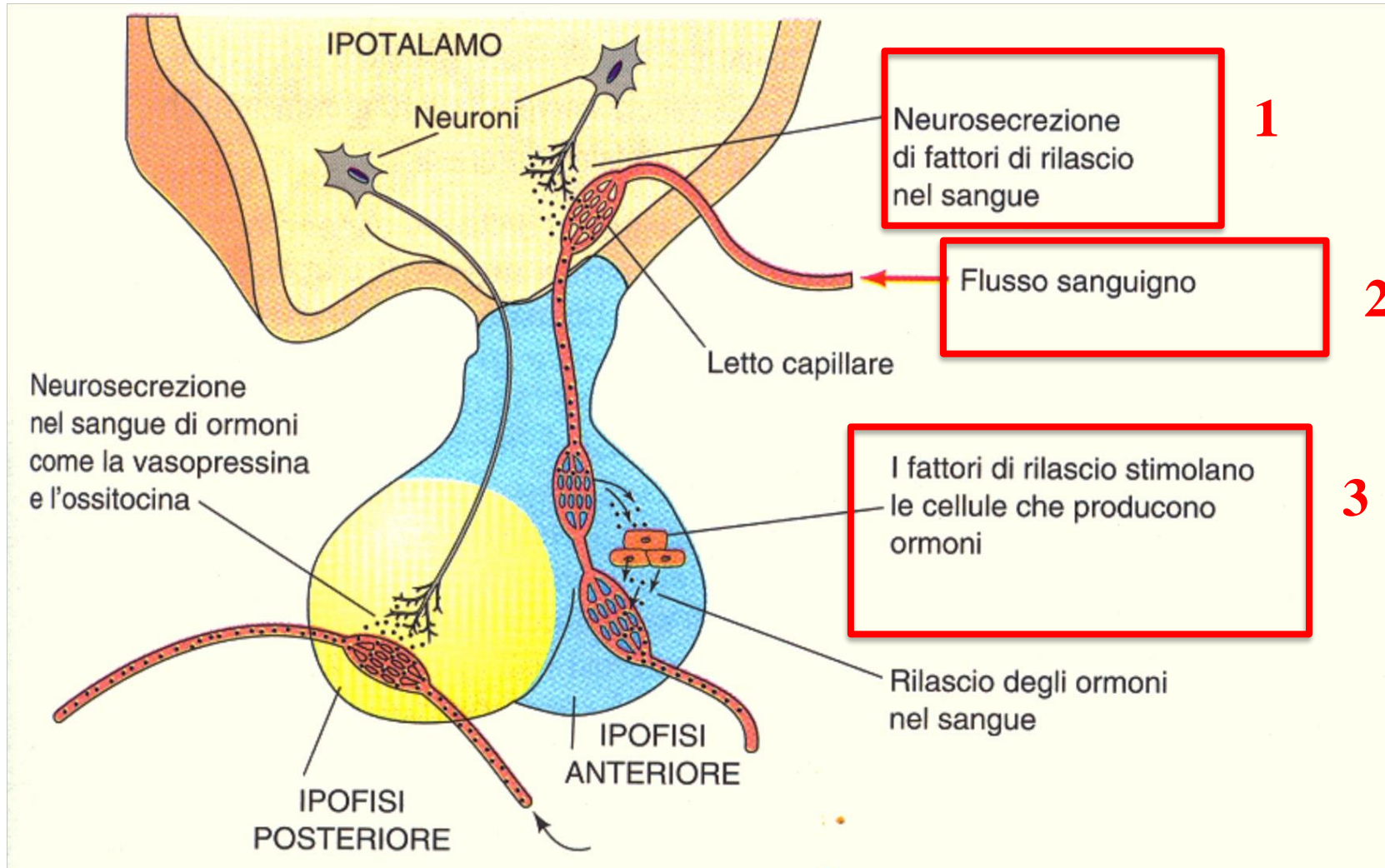
NEUROIPOFISI: riceve terminazioni assoniche di neuroni dell'ipotalamo che secernono, direttamente nella circolazione sanguigna, gli ormoni **ossitocina, vasopressina**

ADENOIPOFISI o IPOFISI ANTERIORE: neuroni dell'ipotalamo secernono *fattori di rilascio o di inibizione* di natura peptidica **in vasi sanguigni del sistema portale ipofisario** che inducono il rilascio degli ormoni prodotti da questa parte dell'organo

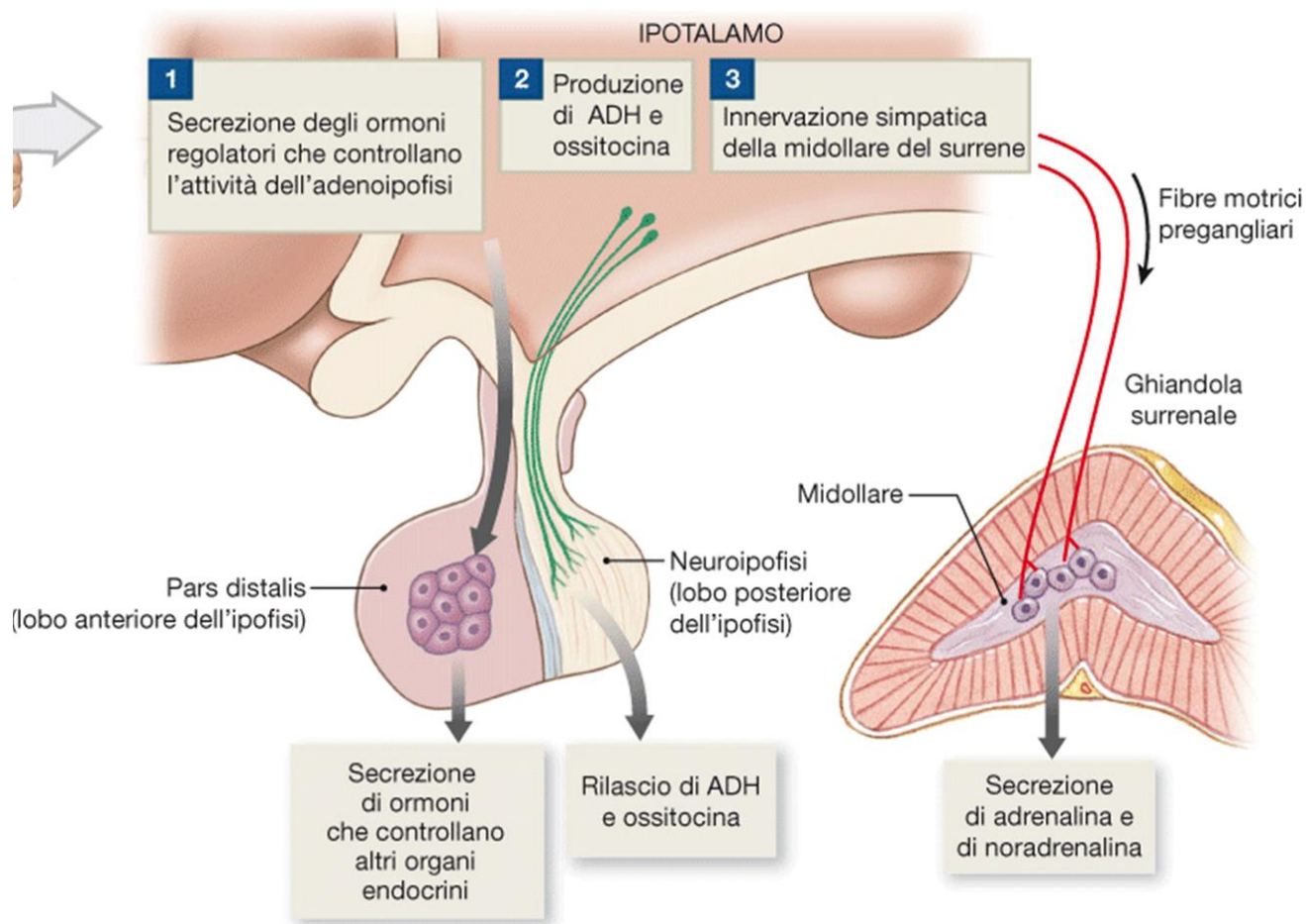
Irrorazione della ghiandola ipofisaria: arterie ipofisarie superiori (eminenza mediana, infundibulo e pars medialis) e arterie ipofisarie inferiori (pars nervosa)



Neurosecrezione da parte dei neuroni dell'ipotalamo



IOTALAMO E REGOLAZIONE ENDOCRINA

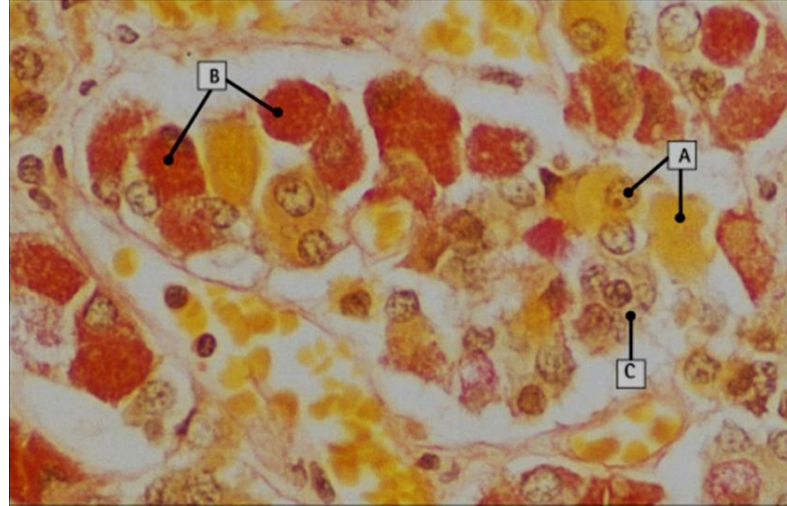


- **ORMONI o FATTORI DI REGOLAZIONE**, che controllano l'attività endocrina dell'adenoipofisi (lobo anteriore dell'ipofisi): releasing hormones (RH) o fattori di rilascio (stimolano la produzione di uno o più ormoni da parte dell'adenoipofisi) e inhibiting hormones (IH) o fattori di inibizione (inibiscono la sintesi e la secrezione di specifici ormoni ipofisari)
- **ORMONI VASOPRESSINA (ADH) e OSSITOCINA**, immessi in circolo a livello della neuroipofisi (lobo posteriore dell'ipofisi), prodotti dai *nuclei sopraottico e paraventricolare*
- **CONTROLLO NERVOSO DIRETTO** della midollare del surrene che è in realtà una parte del sistema nervoso (ganglio del sistema nervoso simpatico) le cui cellule secernono adrenalina e noradrenalina che vengono immesse in circolo

Istologia della IPOFISI ANTERIORE o Adenoipofisi

Distinzione dei tipi cellulari sulla base della diversa colorazione delle cellule

Colorazione
PAS/orange-
G/ematossilina



A = cellule cromofile acidofile
B = cellule cromofile basofile
C = cellule cromofobe

per la colorabilità in giallo dei loro granuli
in seguito al trattamento con sali di cromo

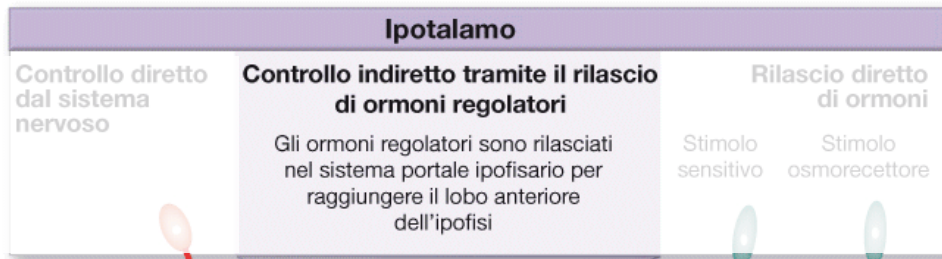
Le cellule cromofile possono essere:
acidofile

- somatotrope (α) (40-50%), producono GH (somatotropina) stimola il fegato a produrre somatomedine, che hanno come bersaglio l'apparato locomotore (regolate dal GHRH e somatostatina)
- mammatrope (ϵ) (10-20%), producono PRL (prolattina; PIHe PRH la regolano)

basofile

- gonadotrope (β) (10-15%), producono FSH (ormone follicolostimolante; ovogenesi e spermatogenesi) e LH (ormone luteinizzante)
- tireotrope (δ) (5%), producono TSH (ormone tireotropo)
- corticotrope (γ) (20%), producono ACTH (ormone adrenocorticotropo)

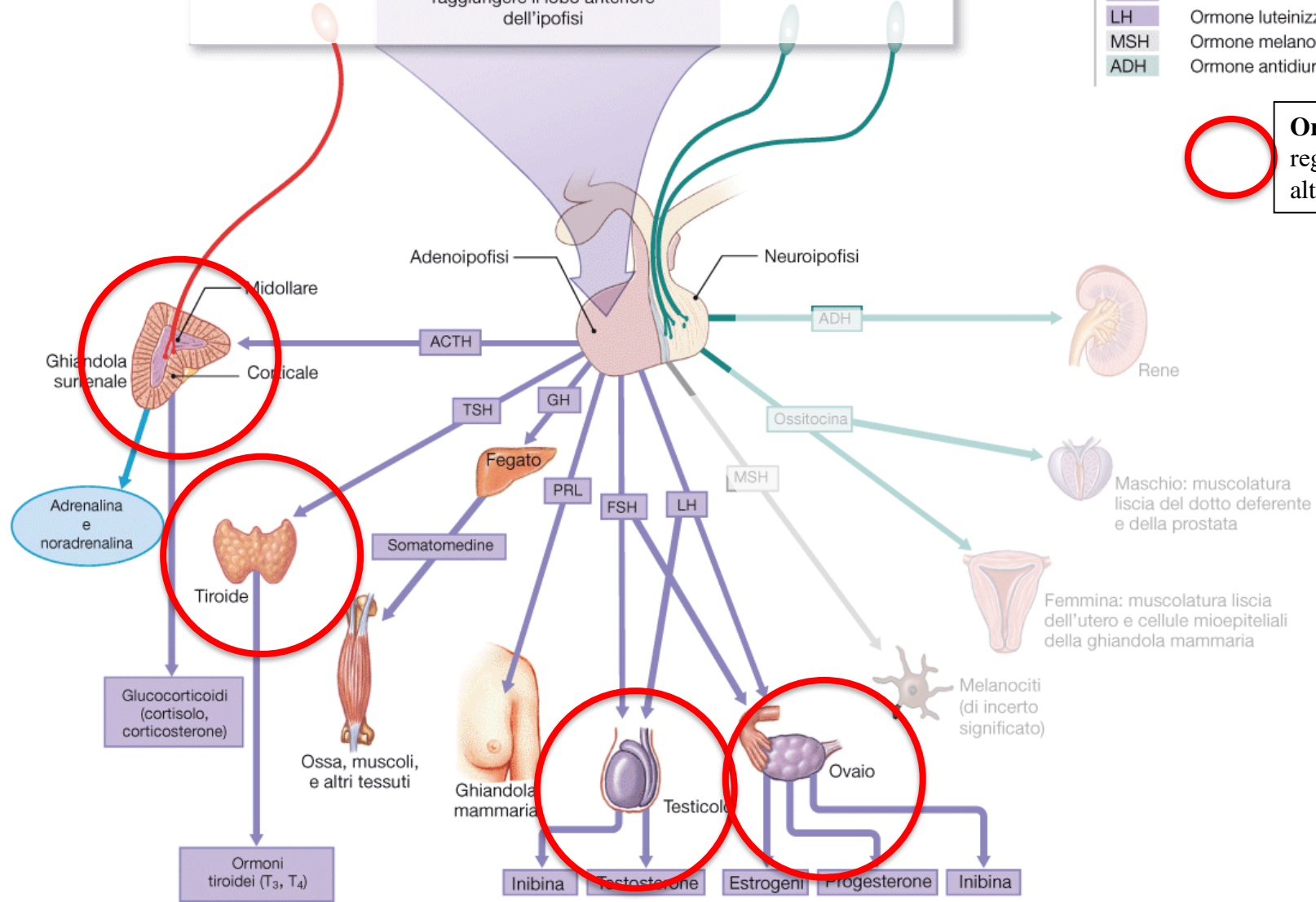
Le cellule cromofobe sono probabilmente cellule cromofile degranulate, sono indifferenziate e costituiscono quindi una riserva di cellule



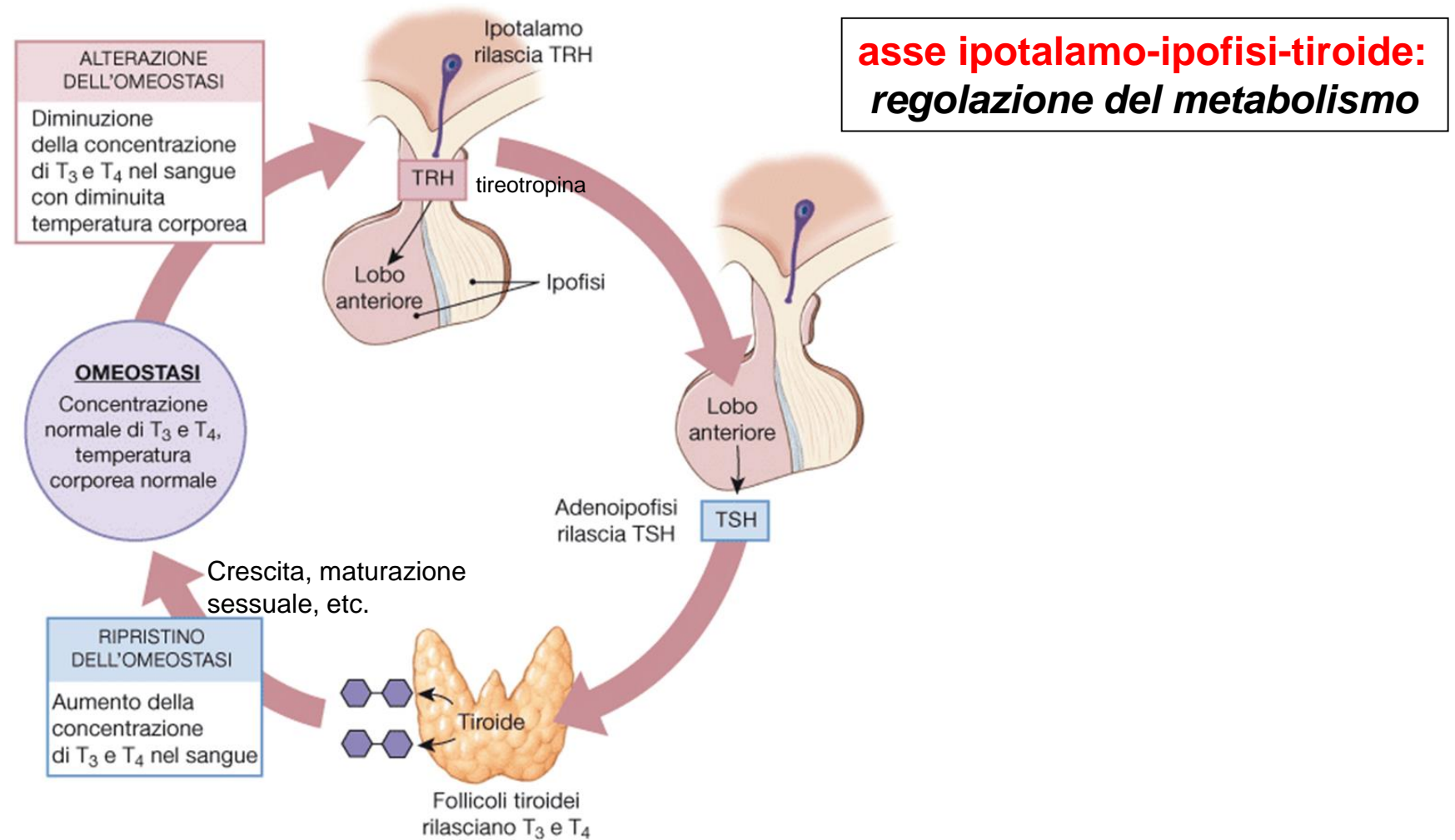
CHIAVE DI INTERPRETAZIONE DELLE SIGLE UTILIZZATE PER GLI ORMONI IPOFISARI

- ACTH** Ormone adrenocorticotropo
- TSH** Ormone tiroide-stimolante
- GH** Ormone della crescita
- PRL** Prolattina
- FSH** Ormone follicolo-stimolante
- LH** Ormone luteinizzante
- MSH** Ormone melanocita-stimolante
- ADH** Ormone antidiuretico

Ormoniotropici: regolano l'attività di altre ghiandole



I neuroni ipotalamici secernono ormoni (fattori stimolatori o inibitori) in risposta a feedback e a stimoli nervosi

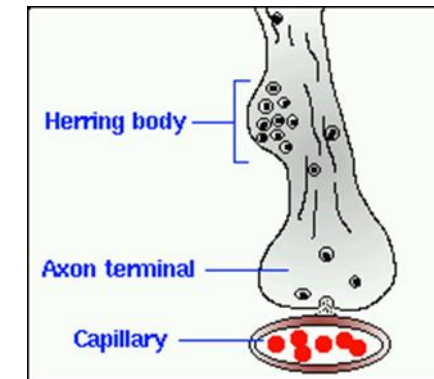
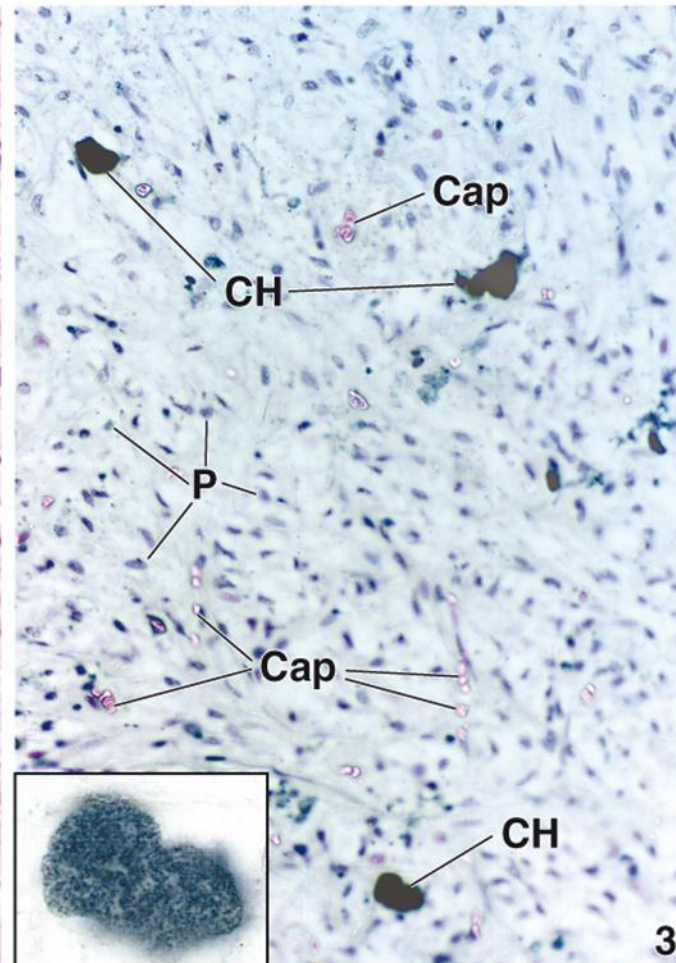
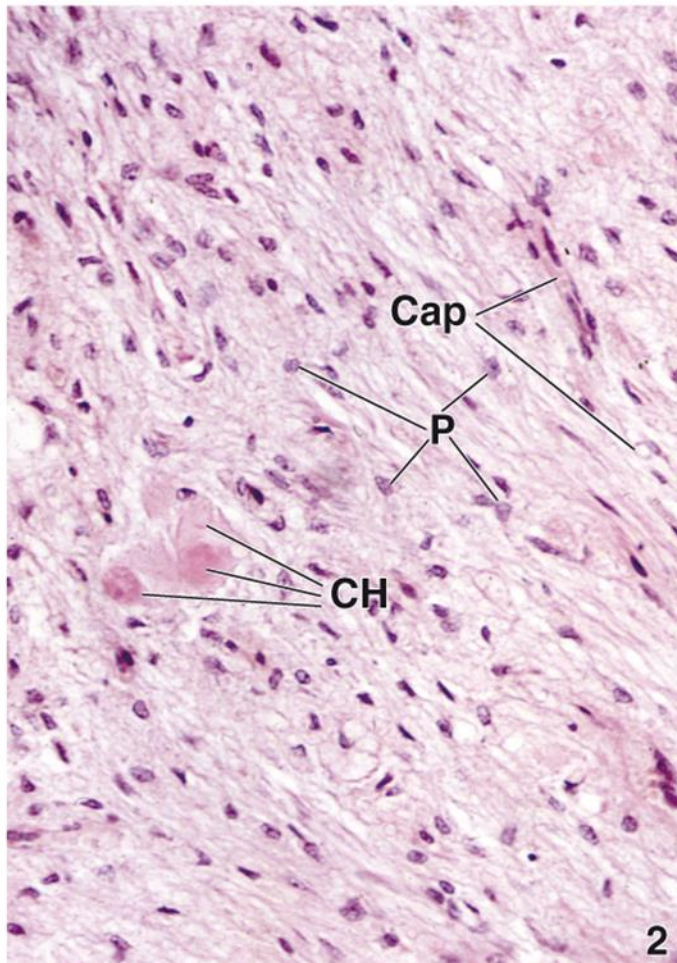


FEEDBACK NEGATIVO nel sistema endocrino: la produzione di un ormone B indotto dall'ormone A, inibisce la produzione dell'ormone A

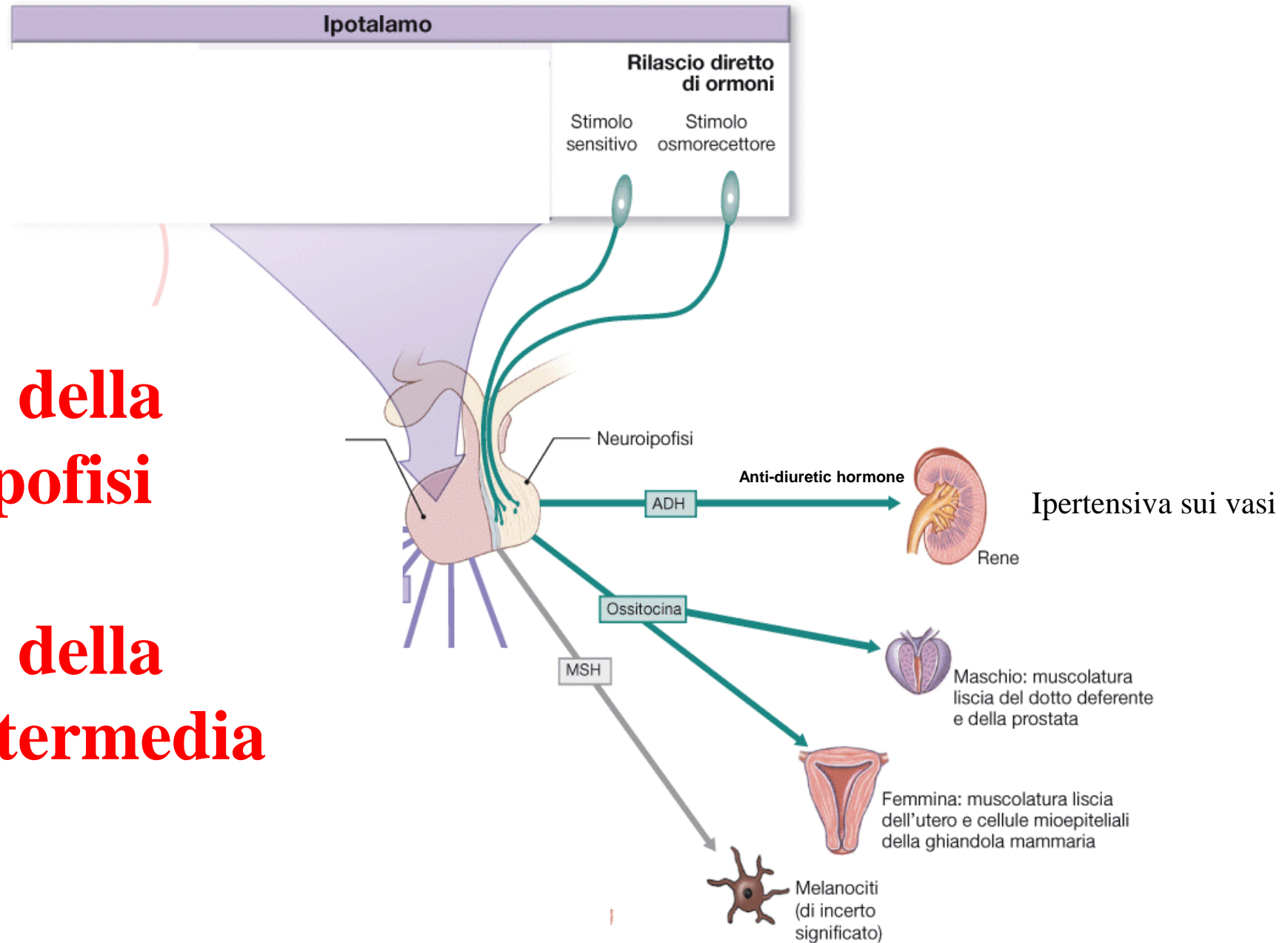
FEEDBACK POSITIVO nel sistema endocrino: un ormone A stimola la produzione di un ormone B, che a sua volta svolge un effetto retrogrado positivo, stimolando la produzione di A.

Istologia della IPOFISI POSTERIORE o PARS NERVOSA

- *Prolungamenti assonici* dei neuroni ipotalamici (*Corpi di Herring*)
- *Pituiciti* (cellule gliali analoghe agli Astrociti del SNC)
- *Cellule dei tessuti connettivi*



**ormoni della
Neuroipofisi
e
ormoni della
Pars intermedia**

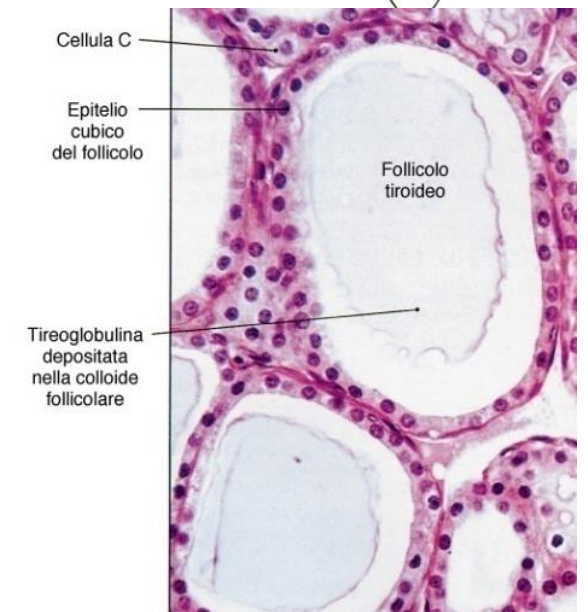
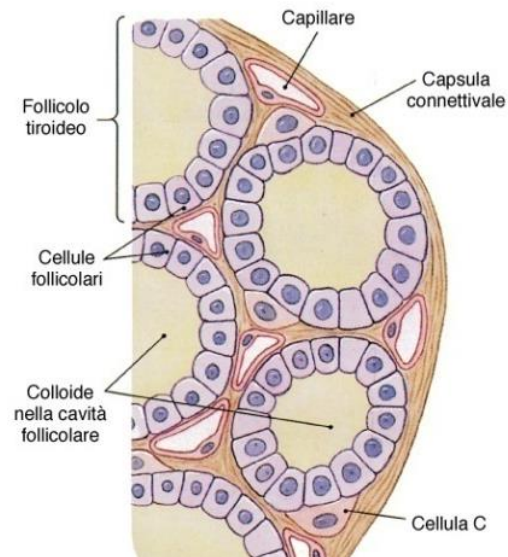
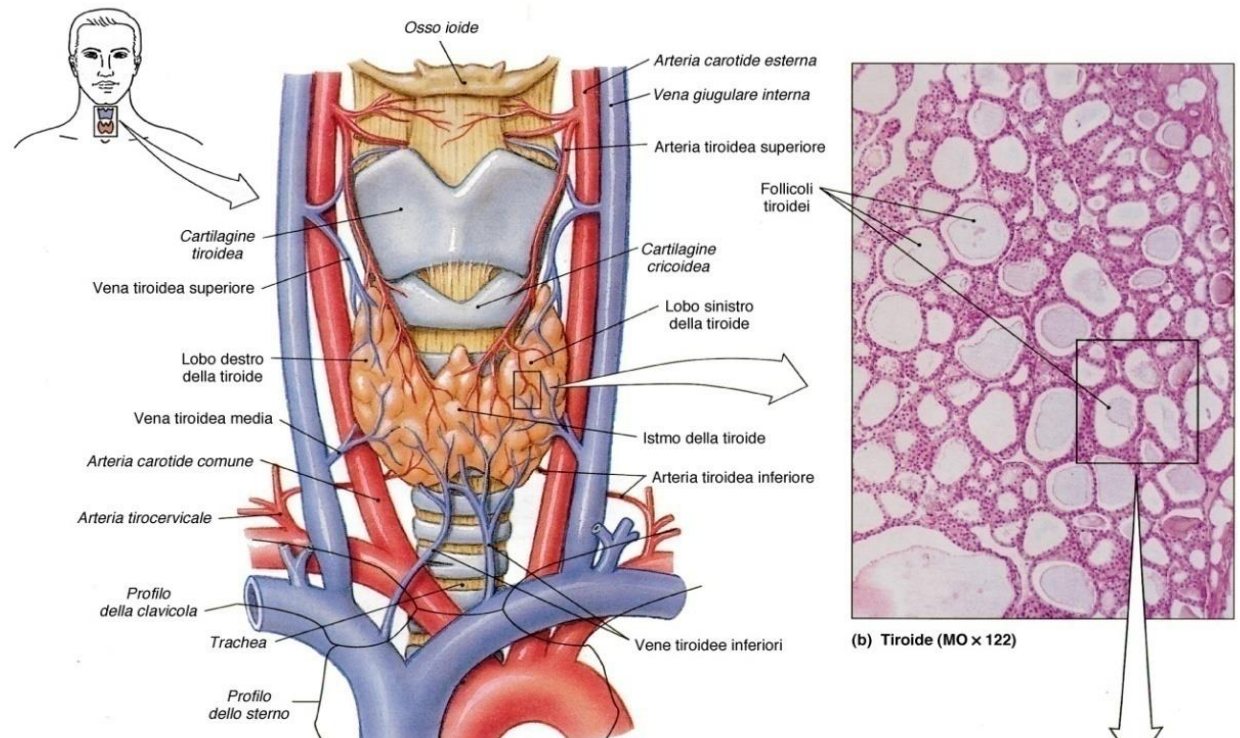


TIROIDE

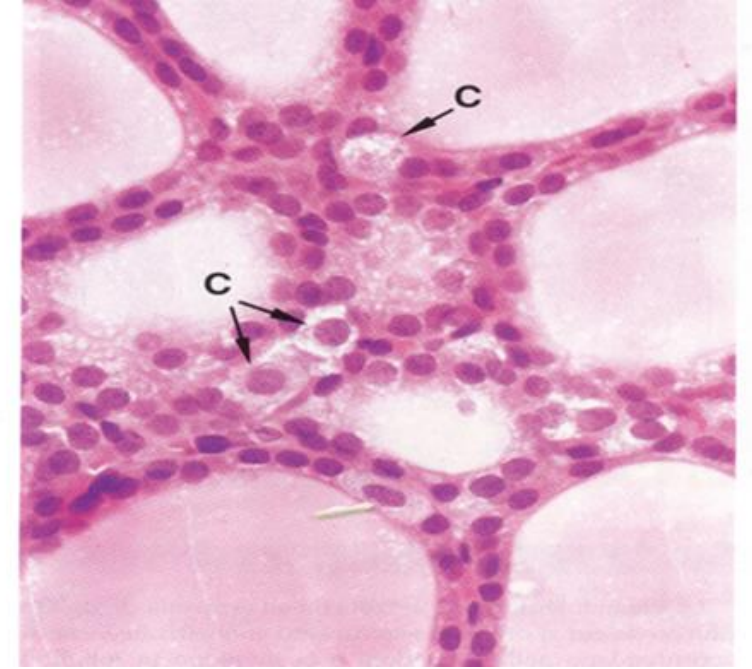
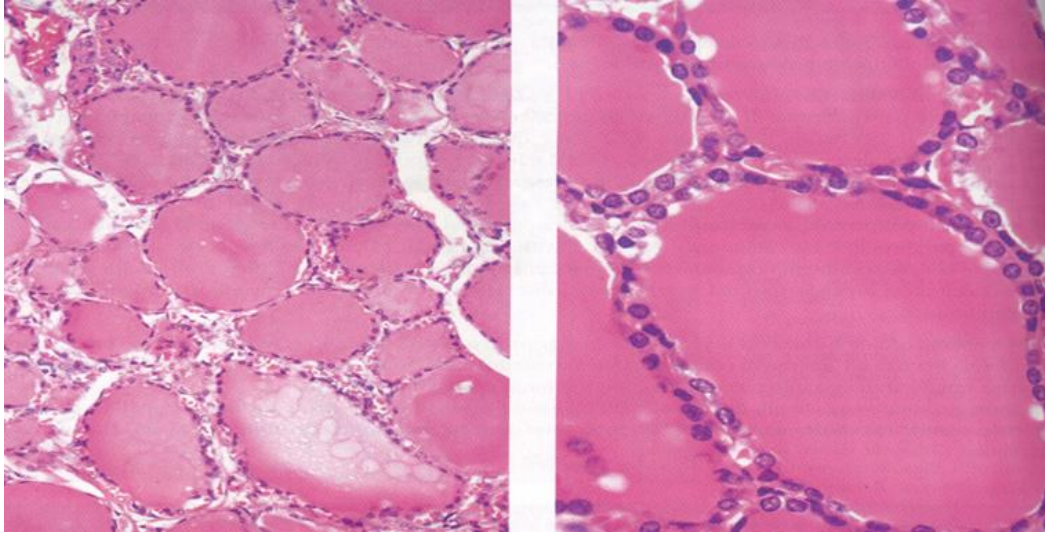
Ghiandola follicolare costituita da **2 lobi** laterali (lunghi circa 5 cm e larghi 3-4 cm), collegati da un **istmo**.

Talvolta è presente un piccolo **lobo a forma di piramide** triangolare (tireoglossa, 15% della popolazione).

- I follicoli (50-500 μm di diametro) sono circondati da un epitelio monostratificato di **cellule follicolari o tireociti** e delimitano una **cavità contenente la colloide** (materiale glicoproteico contenente tireoglobulina)
- La ghiandola contiene anche **cellule C o parafollicolari**, tra i follicoli tiroidei



Ghiandola tiroide



Le **cellule follicolari** o tireociti secernono **tiroxina** (T4) e **triiodotironina** (T3); le **cellule parafolicolari** o **cellule C** producono **calcitonina**

Funzione degli ormoni 'tiroidei' T4 e T3:

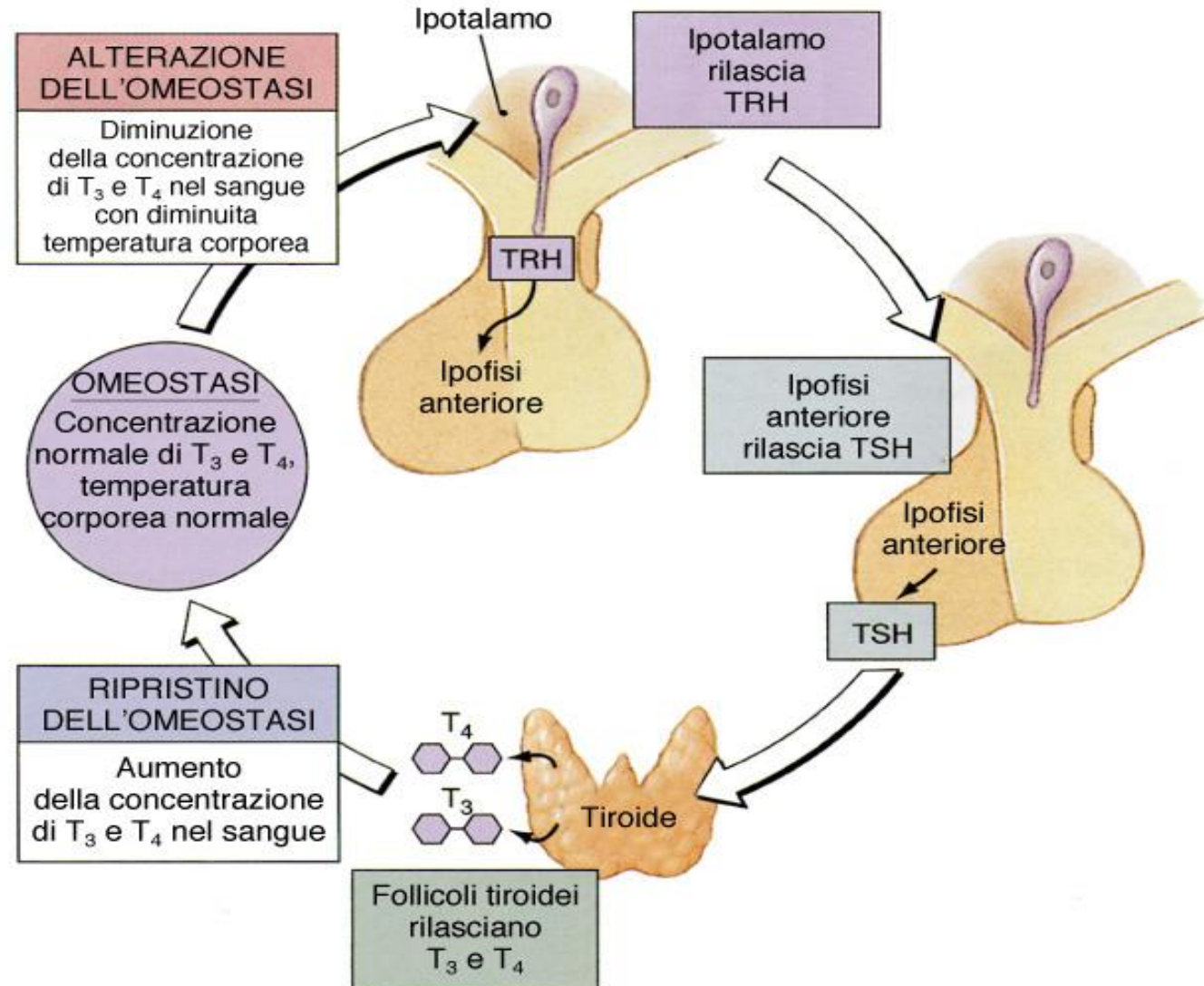
- Controllo metabolismo basale dell'organismo, crescita cellulare, T corporea,
- Controllo crescita e maturazione sessuale

Potenzialmente tutte le c dell'organismo sono cellule bersaglio degli ormoni tiroidei, in quanto agiscono sul metabolismo cellulare

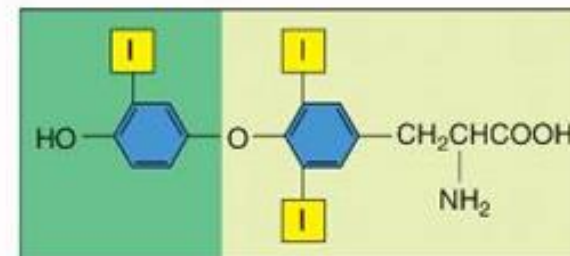
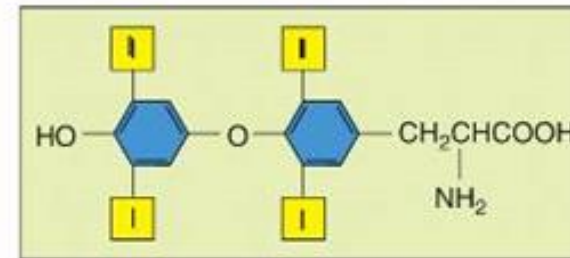
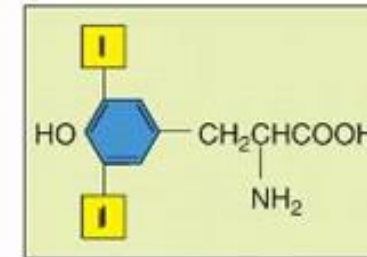
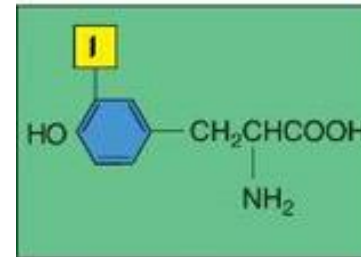
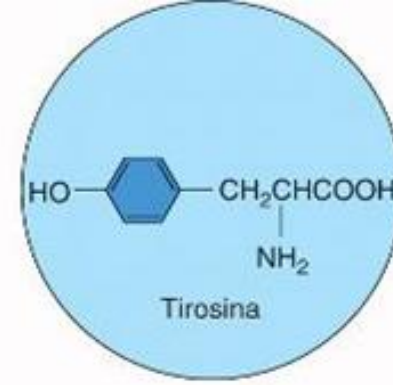
La **calcitonina** controlla (abbassa) la concentrazione del calcio ematico e il suo incorporamento nei tessuti.
L'ormone paratiroideo è un suo antagonista

Asse Ipotalamo-Ipofisi-Tiroide

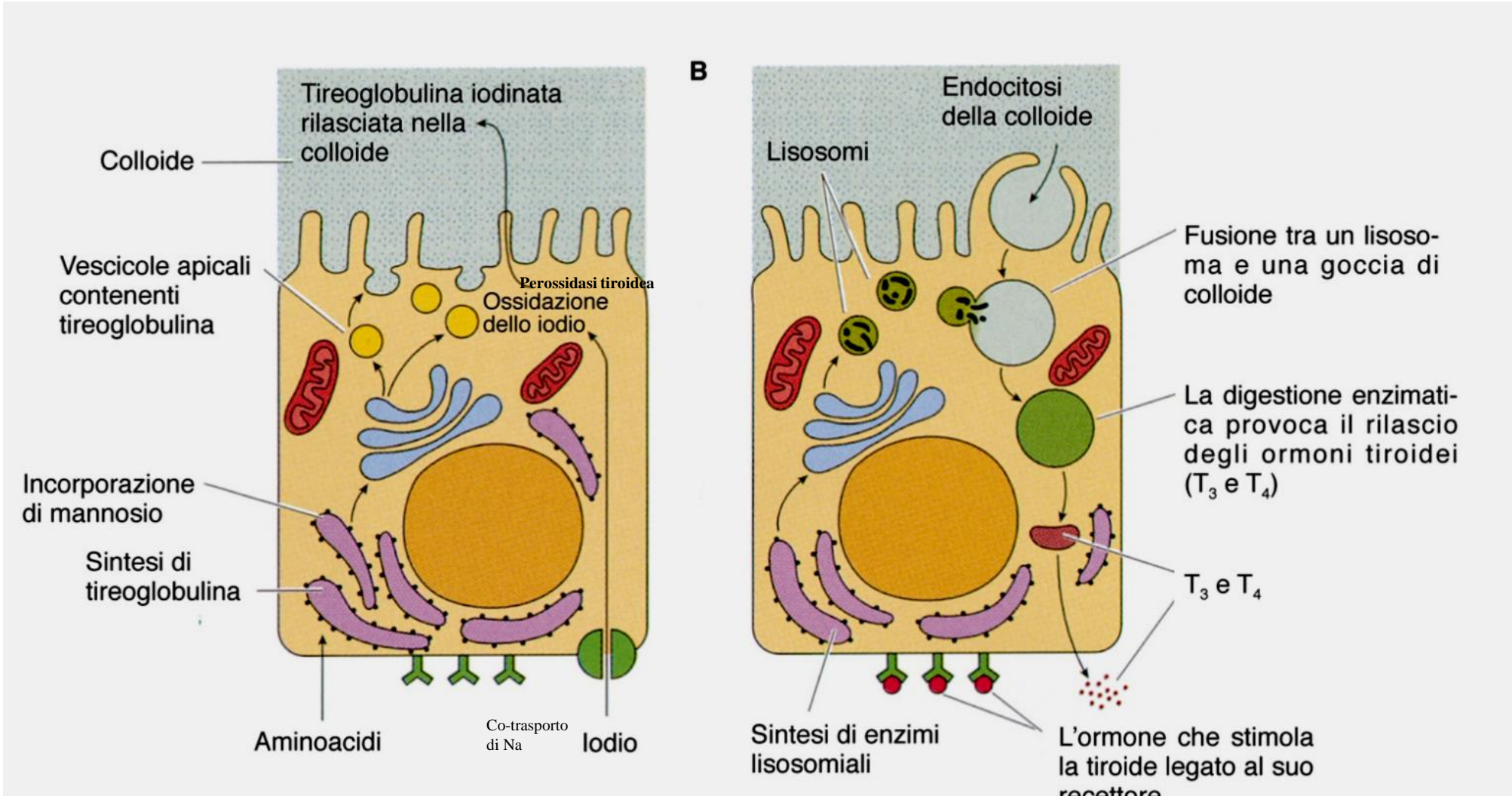
Il controllo della secrezione ormonale è solitamente parte di un circuito a feedback negativo. L'ipotalamo risponde a cambiamenti della variazione di ormoni nel sangue



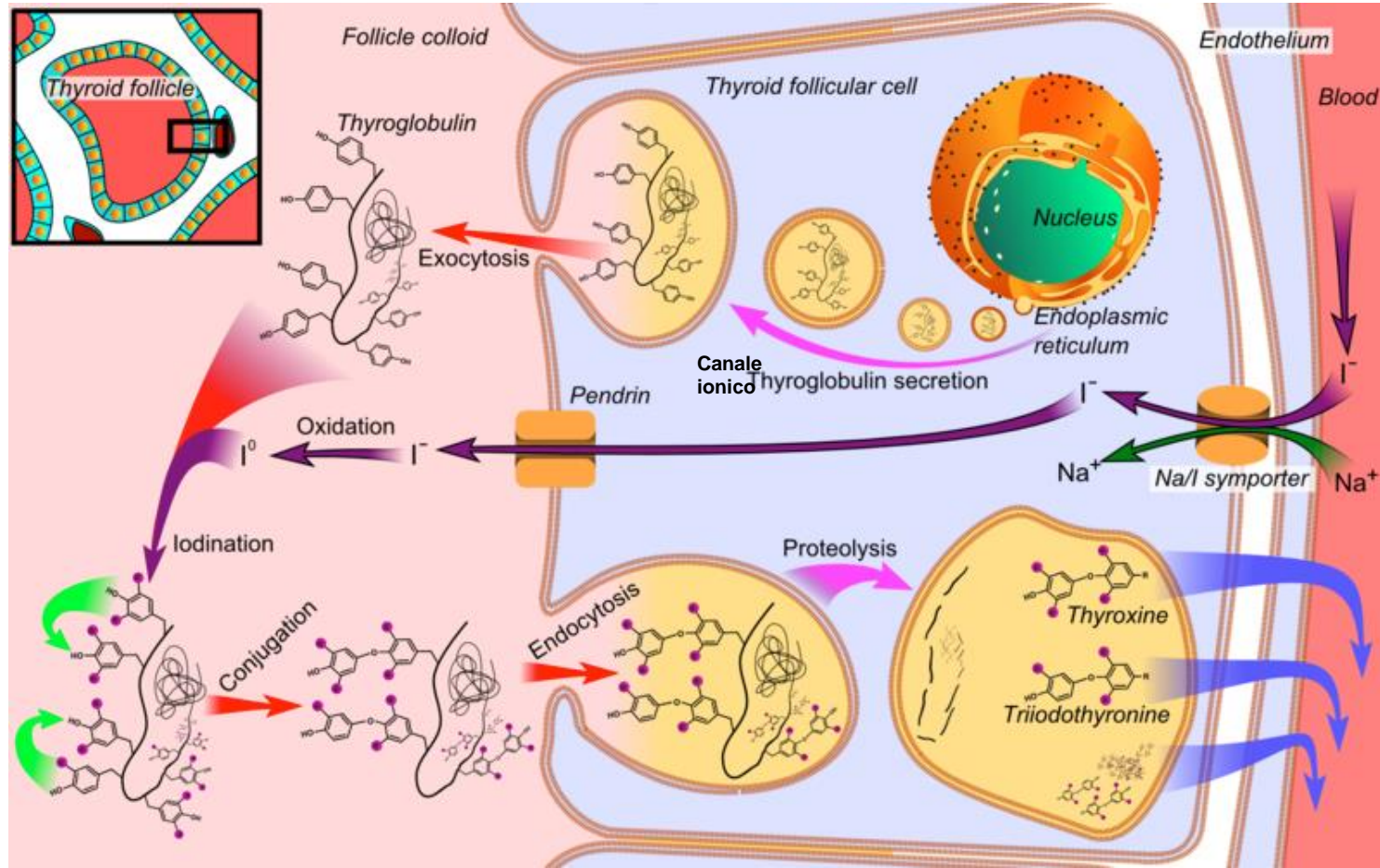
La quantità di T4 rilasciata è molto superiore a quella di T3, ma la T3 è molto più potente della T4 ed è considerata dai fisiologi l'ormone principale della tiroide.



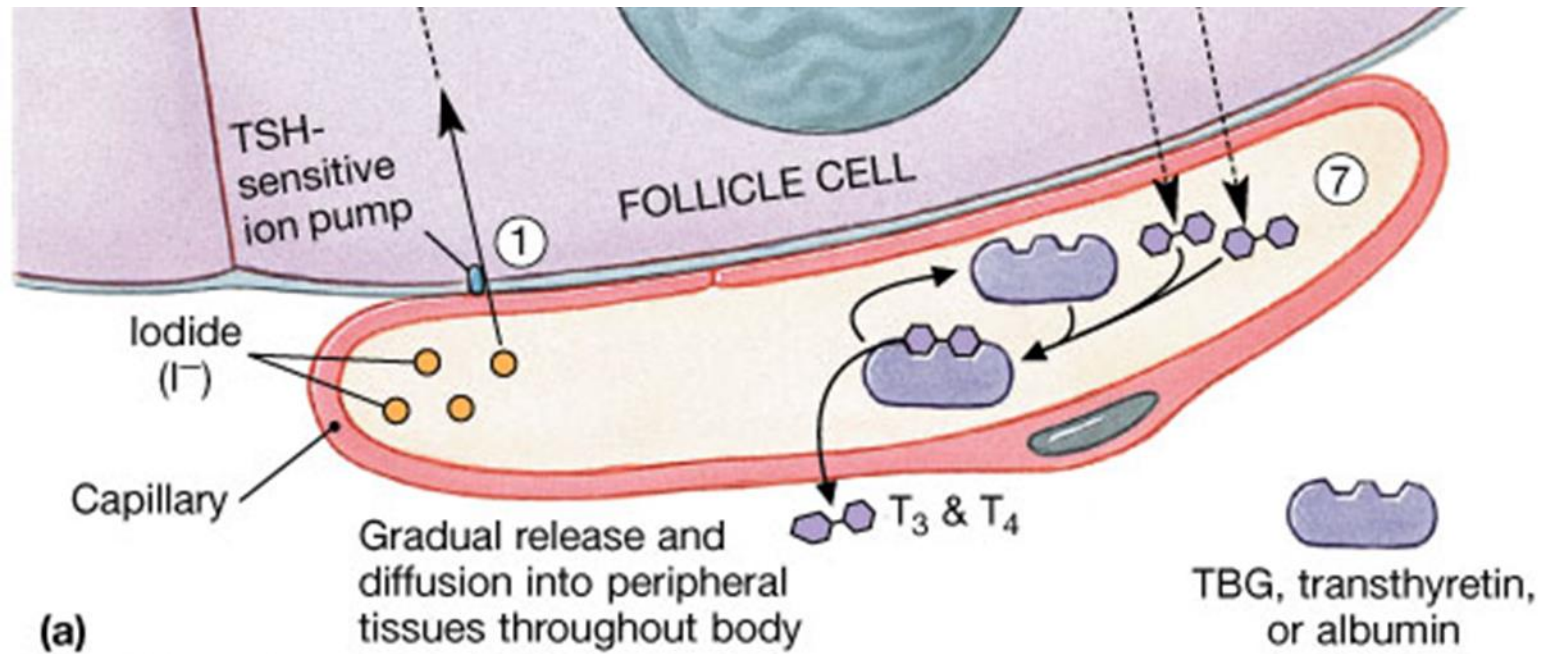
La tiroide accumula i suoi ormoni T3 e T4 sotto forma di **tireoglobulina iodinata** nella colloide; *nessuna altra ghiandola endocrina conserva i suoi ormoni in altre forme.*



SINTESI ORMONI TIROIDEI (T4 e T3)

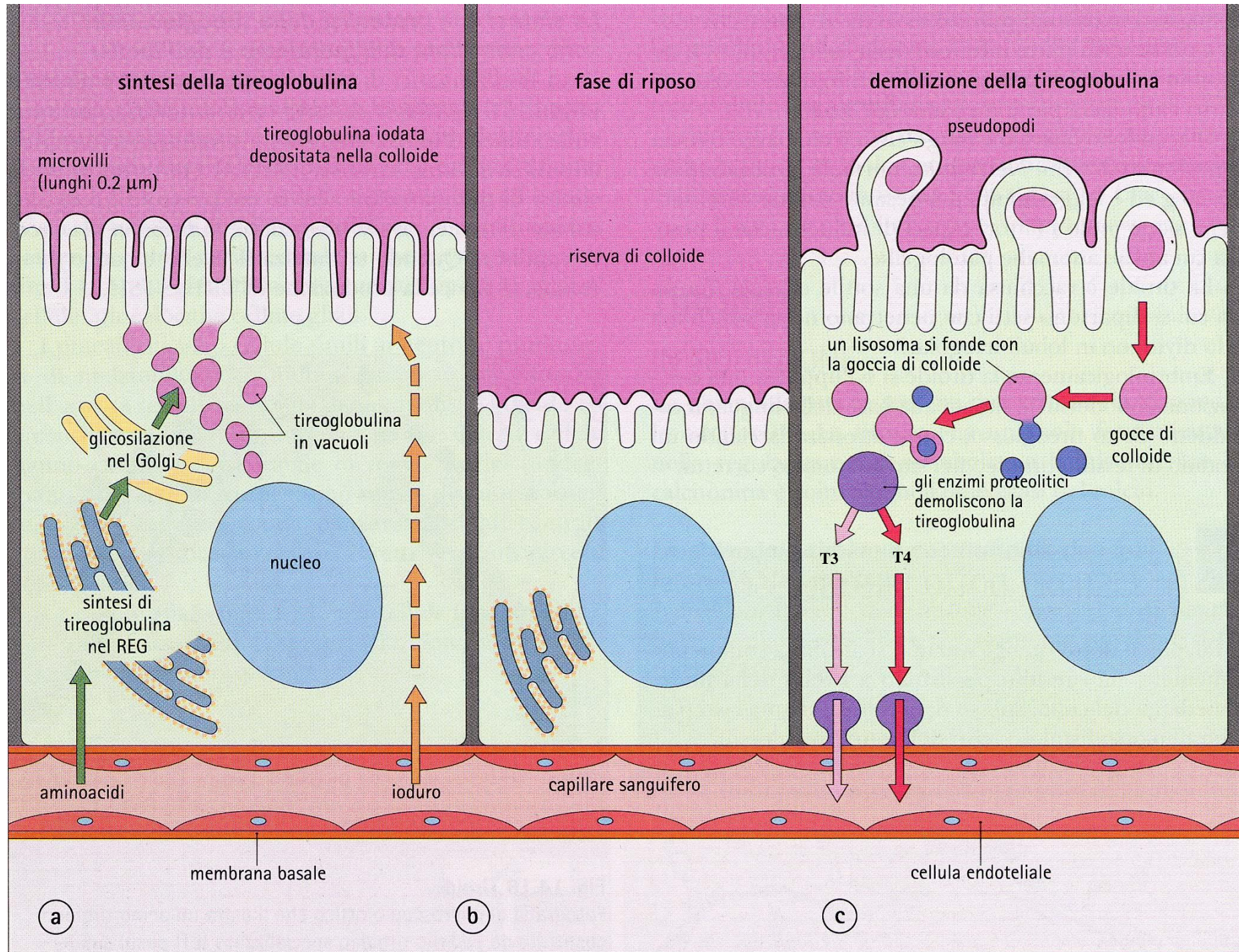


- 1) Gli ioni I⁻ presenti nel sangue entrano nelle cellule follicolari della tiroide (o tireociti) attraverso il co-trasporto con il Na.
- 2) Lo I⁻ passa nel follicolo tiroideo e viene convertito (ossidato) in iodio (I⁰)
- 3) Alcuni aa formano un polipeptide tireoglobulina che, a sua volta, viene racchiusa in vescicole e poi è rilasciata nel follicolo per esocitosi
- 4) Lo iodio si aggiunge ai polipeptidi per mezzo della perossidasi tiroidea per formare la tireoglobulina iodinata
- 5) Al bisogno (sotto stimolo ipofisario, TSH) il tireocita emette dei pseudopodi, le molecole di tireoglobulina vengono assunte per endocitosi e successivamente digerite da enzimi lisosomiali rilasciando T3 e T4 che vengono secreti in circolo (sono lipofili)

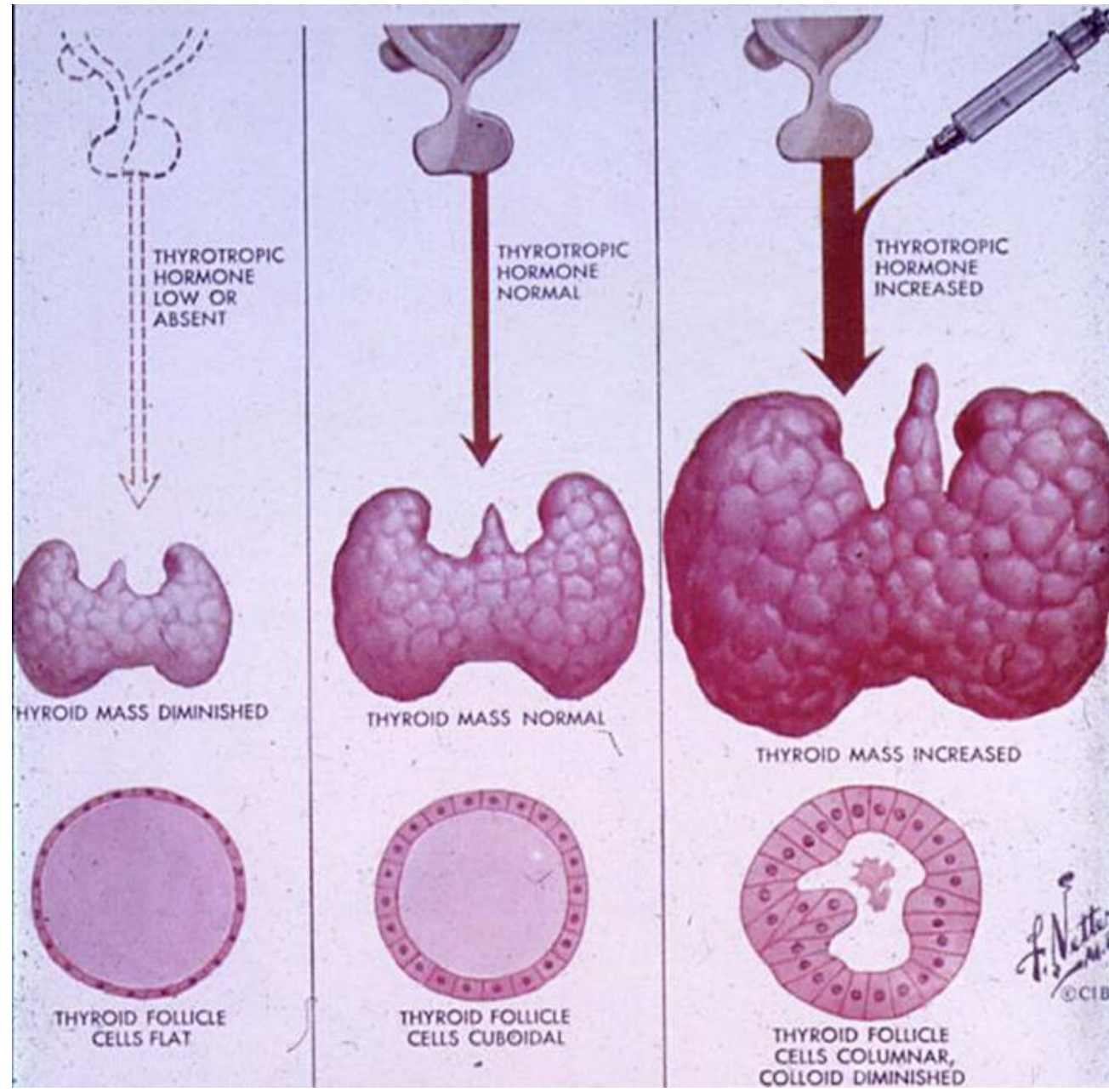


Nel circolo sanguigno gli ormoni si legano a proteine specifiche di trasporto (TBG, Thyroid-binding globulin) e all'albumina (prodotte dal fegato) in quanto non sono facilmente solubili in acqua.

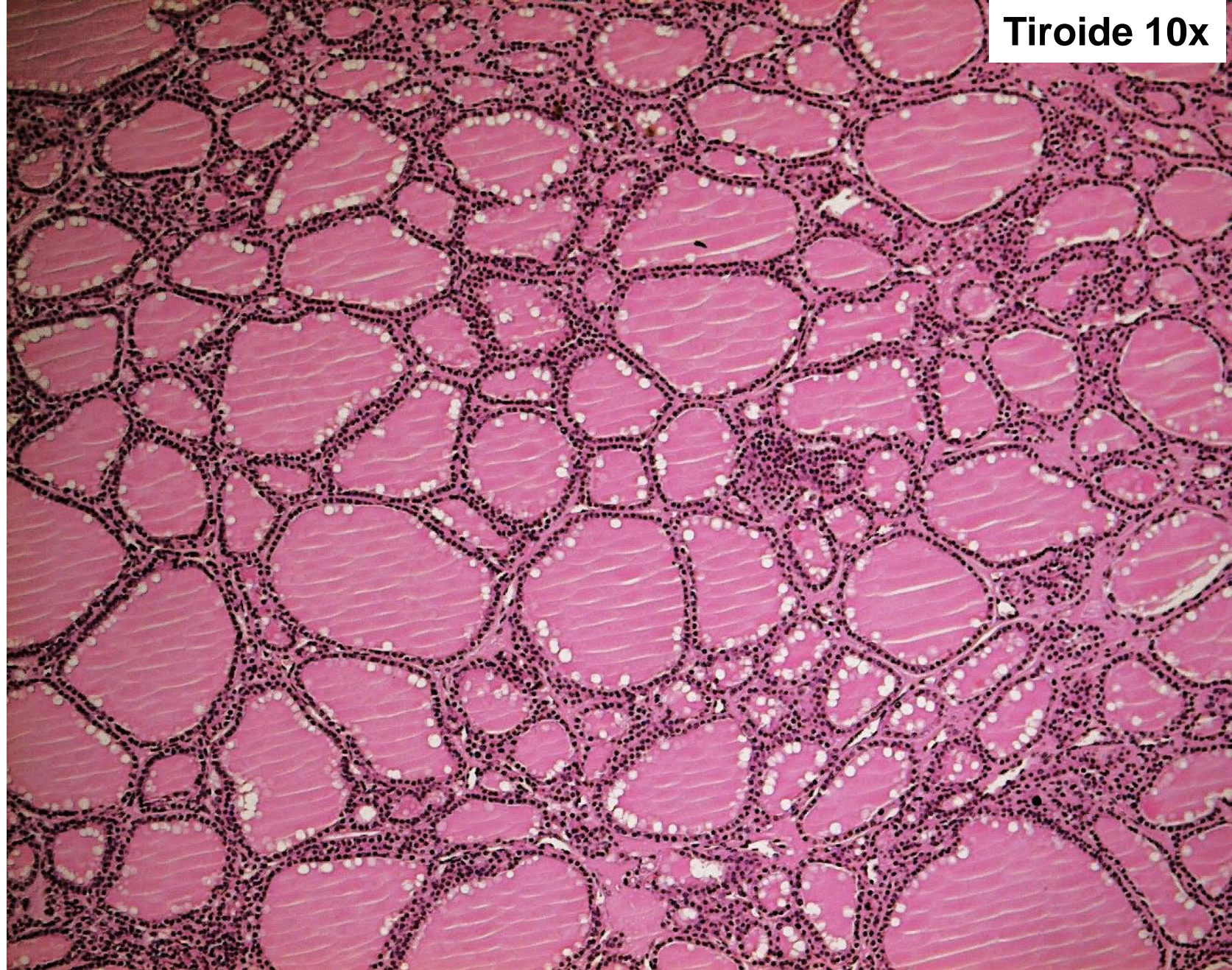
Nelle cellule bersaglio la T_3 interagisce con i suoi recettori che sono proteine nucleari capaci di attivare la trascrizione di geni bersaglio una volta attivate dal T_3 .



La produzione di TSH influisce sulla struttura istologica della tiroide

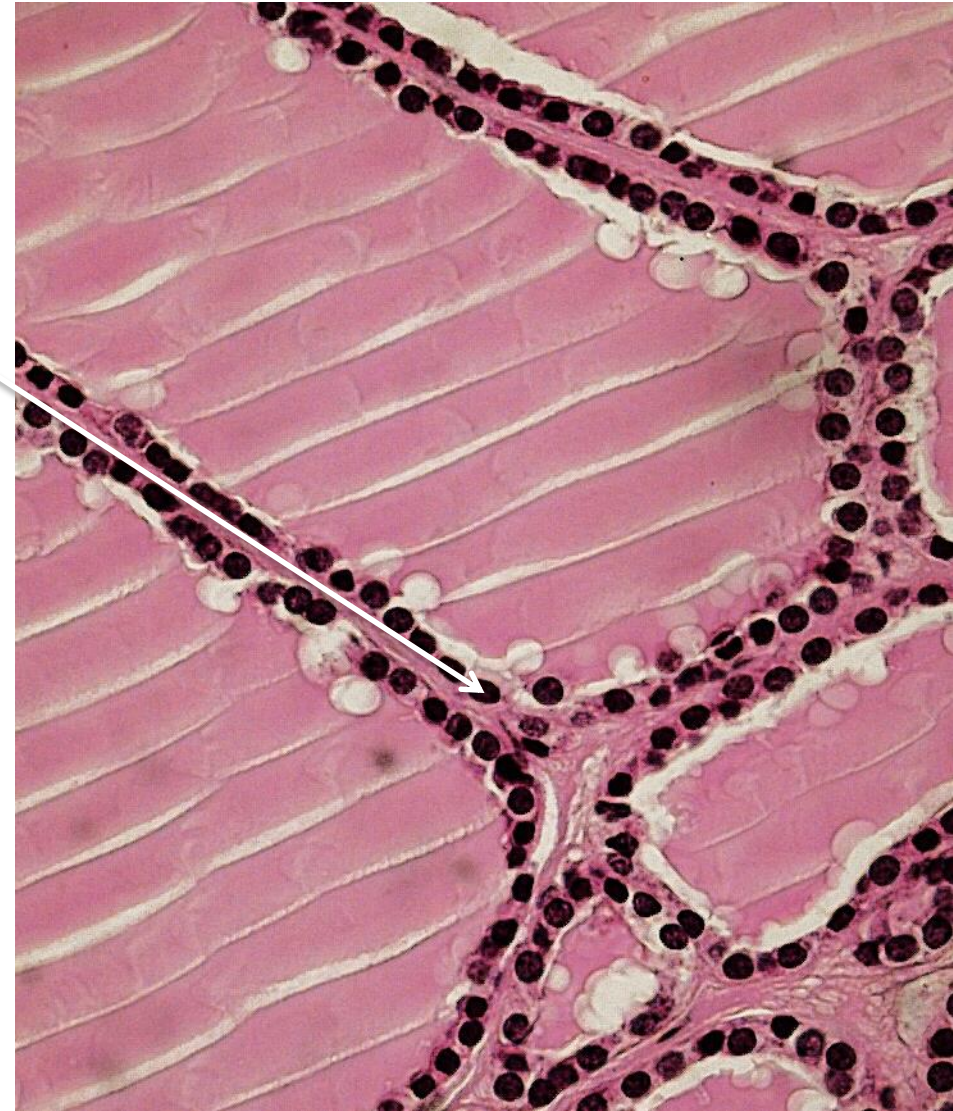


Tiroide 10x



Le **cellule C o parafollicolari** sono rare e poco visibili. Hanno forma vagamente triangolare, il citoplasma più abbondante di quello delle cellule follicolari ma poco colorato, e il nucleo meno colorato rispetto a quello dei tireociti.

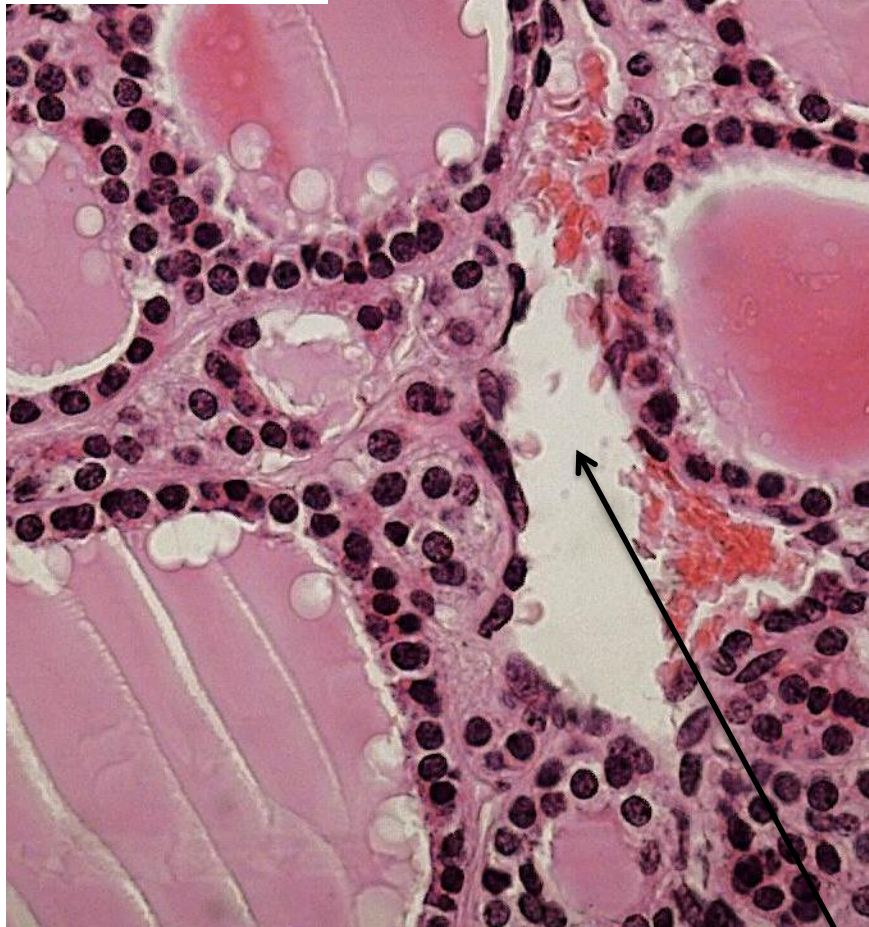
Sono posizionate ai margini dei follicoli e sono pertanto ben distinguibili da tireociti tagliati male solo in prossimità di sezioni abbastanza larghe dei follicoli.



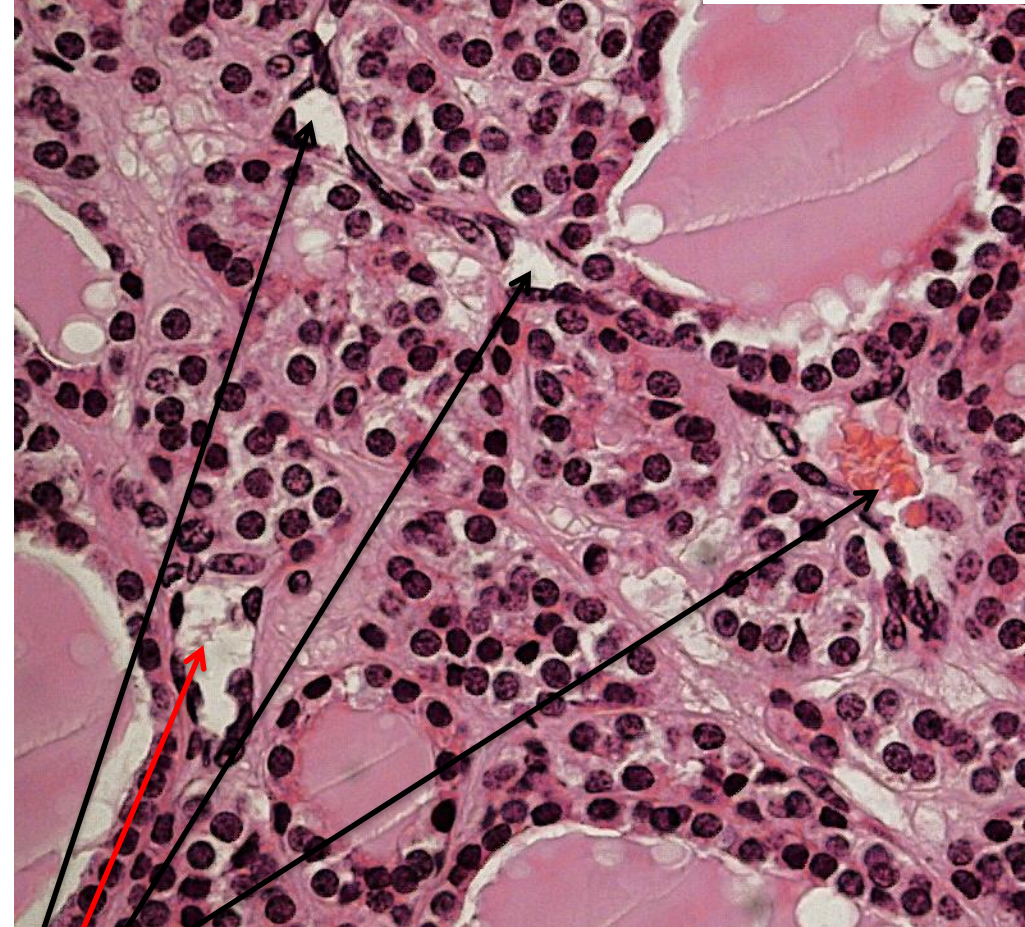


Ogni follicolo è avvolto da una fitta rete di capillari fenestrati nei quali vengono riversati gli ormoni.

Tiroide 40x



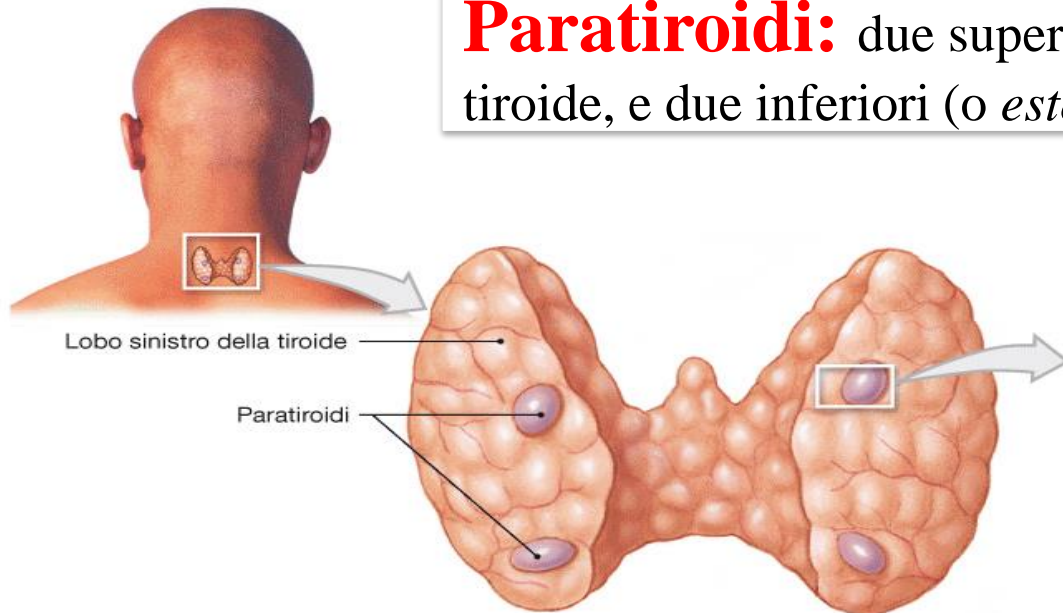
Tiroide 40x



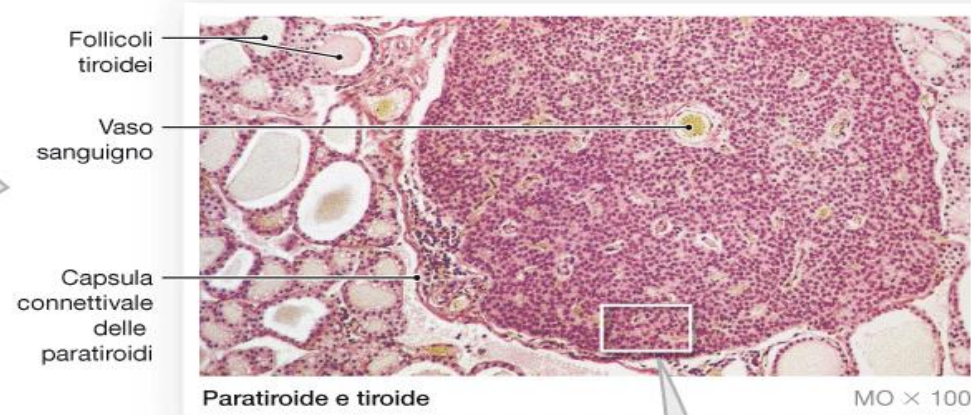
capillari

I capillari circondanti i follicoli sono identificabili come degli spazi vuoti circondati da uno strato di cellule molto piatte con il nucleo allungato (endotelio). A volte sono presenti dei globuli rossi al loro interno, che appaiono di un rosso intenso

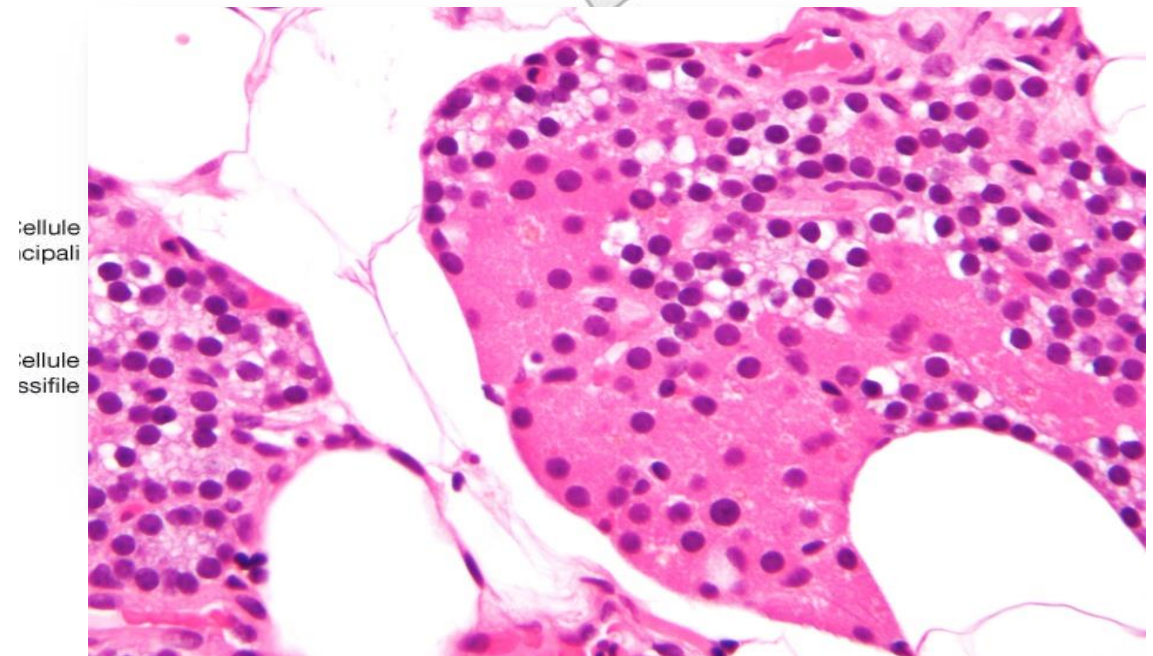
Paratiroidi: due superiori (o *interne*), situate dietro alla tiroide, e due inferiori (o *esterne*), da 3 a 6 mm



a Topografia delle ghiandole paratiroidi



b Organizzazione istologica



Cellule Principali: piccole e poligonali, producono il paratormone (PTH). **Funzione:**

- rilascio Ca dall'osso
- assorbimento Ca intestinale
- ritenzione Ca dal rene
- Stimolo di produzione di calcitriolo (favorisce l'assorbimento di calcio) da parte dei reni

Cellule Ossifile, grandi e acidofile. **Funzione:**

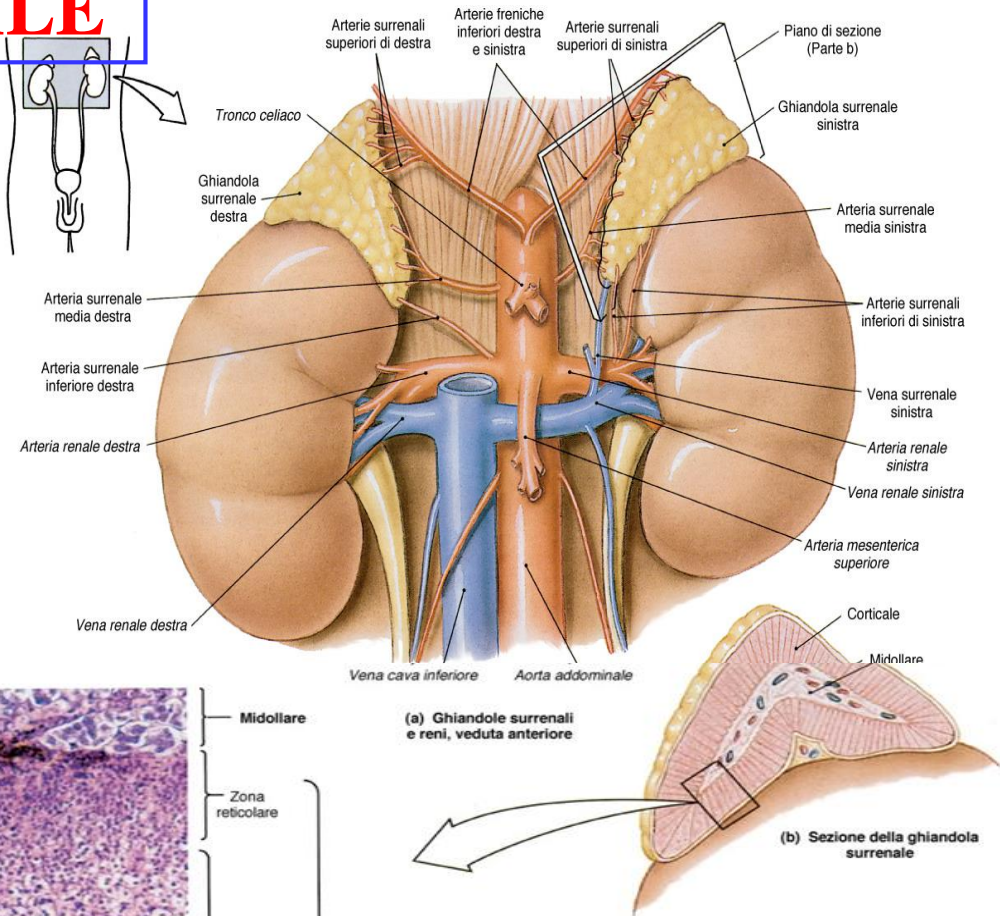
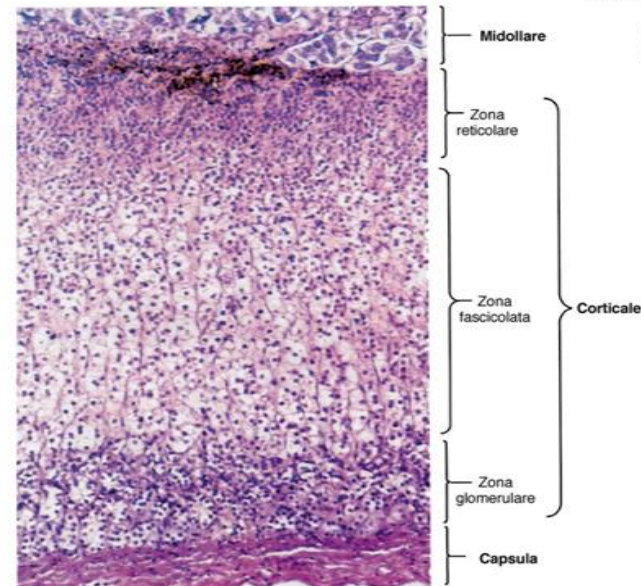
- produrre PTHrP (related protein –) che mantiene cartilagine di crescita

GHIANDOLA SURRENALE

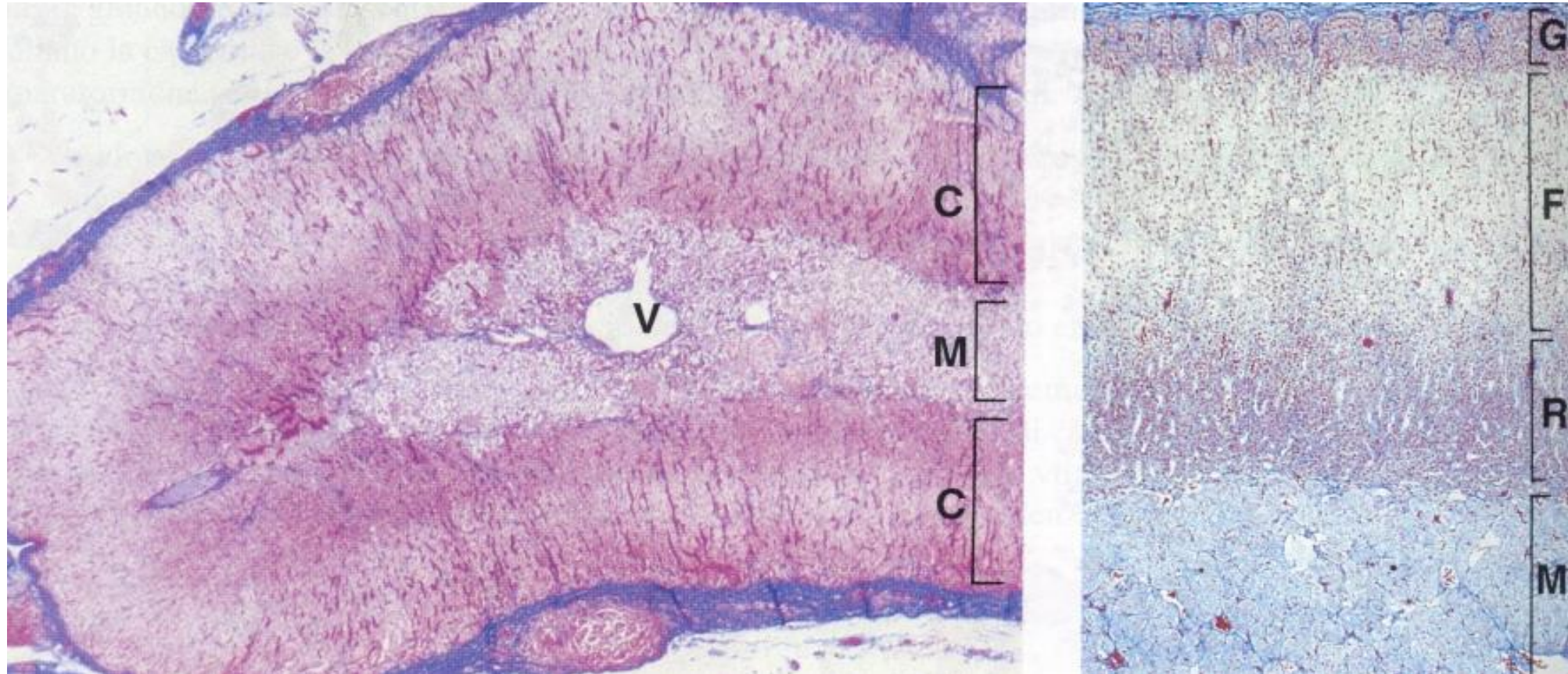
Dove si trova:

E' localizzata ai poli superiori dei reni (3 x 5/7cm).

Racchiude in sé due organi endocrini distinti: la *midollare* di origine neuro-ectodermica (o delle cellule cromaffini) e la *corticale*, di origine mesodermica.



GHIANDOLA SURRENALE

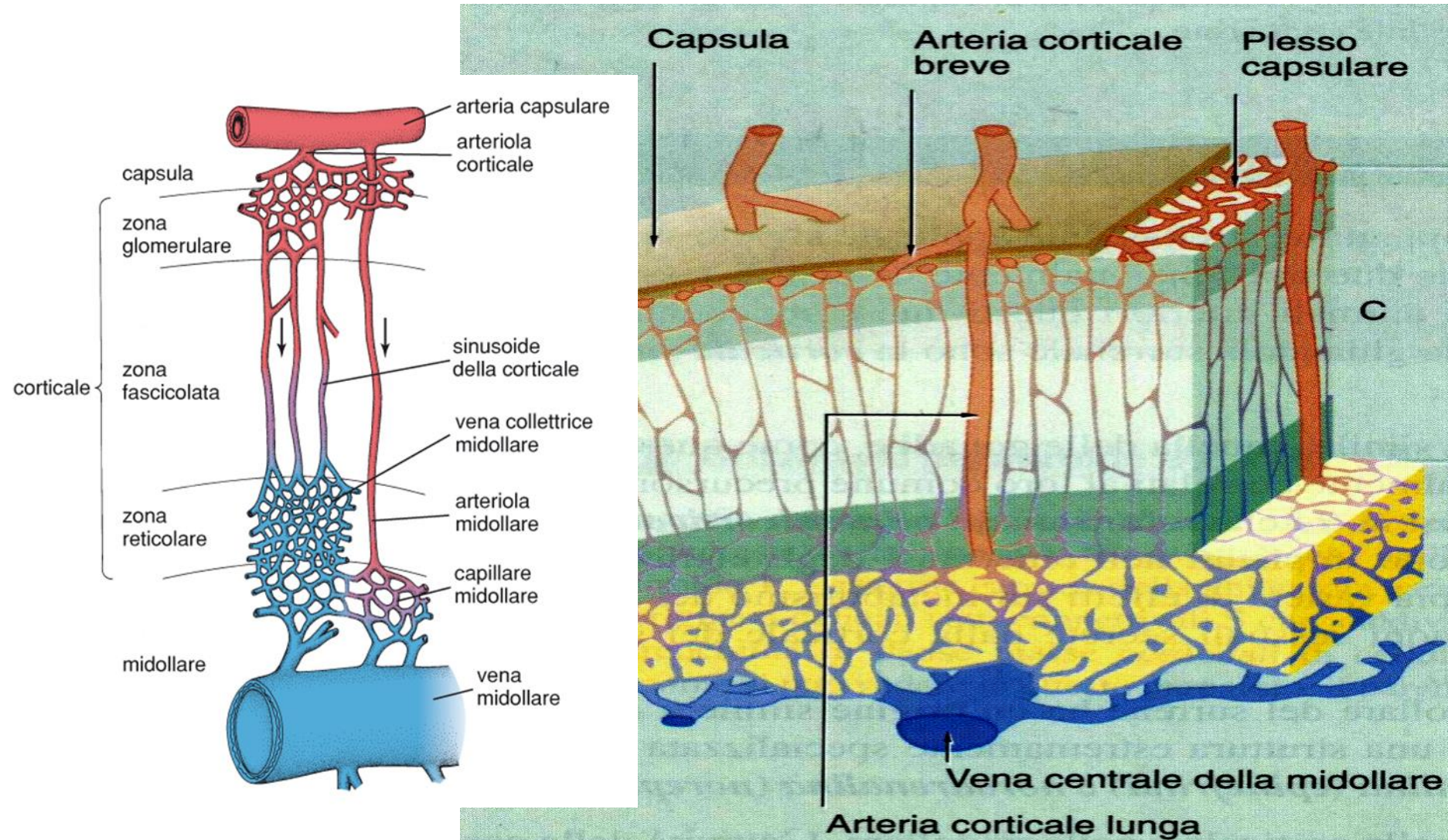


La **corticale** sintetizza e secreta gli **ormoni steroidei** a partire dal colesterolo (aldosterone, glucocorticoidi, androgeni) ed è di *origine mesodermica*.

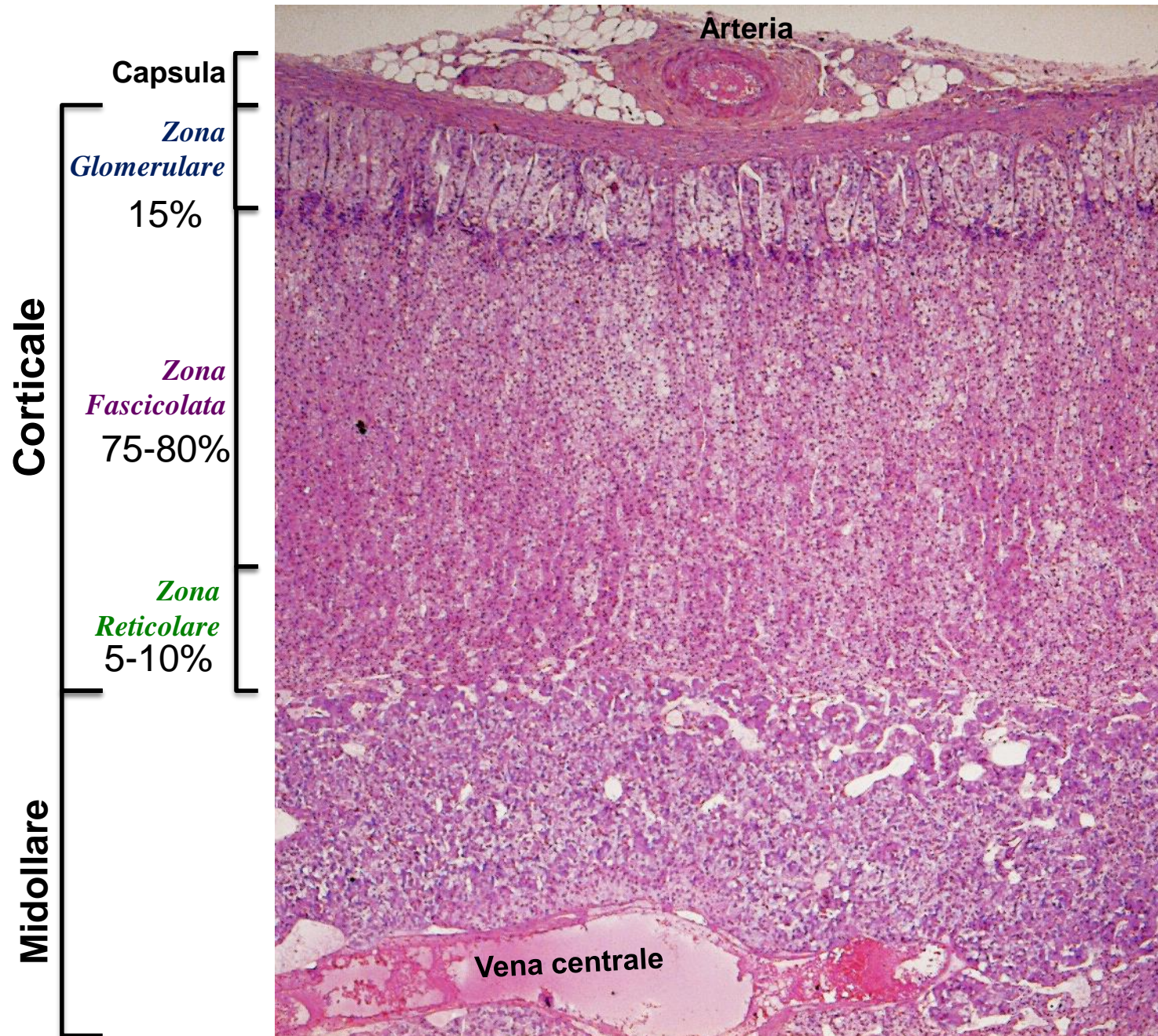
La **midollare** sintetizza e secreta **catecolamine** (amine vasoattive: adrenalina e noradrenalina) e ha *origine neuro-ectodermica*;

IRRORAZIONE

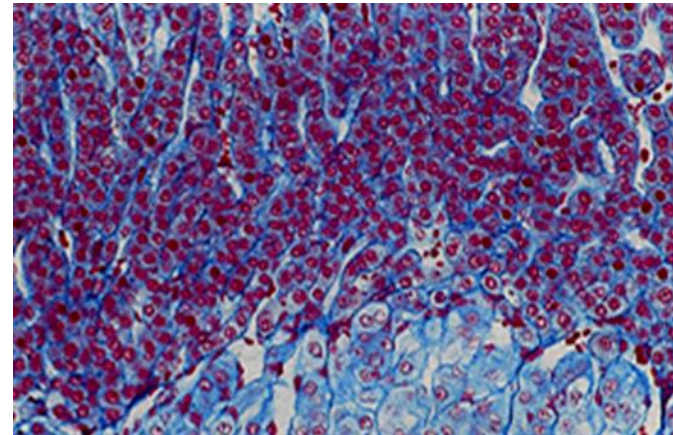
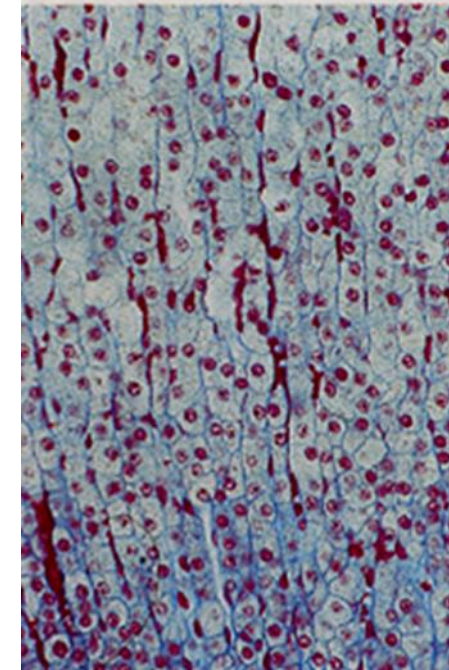
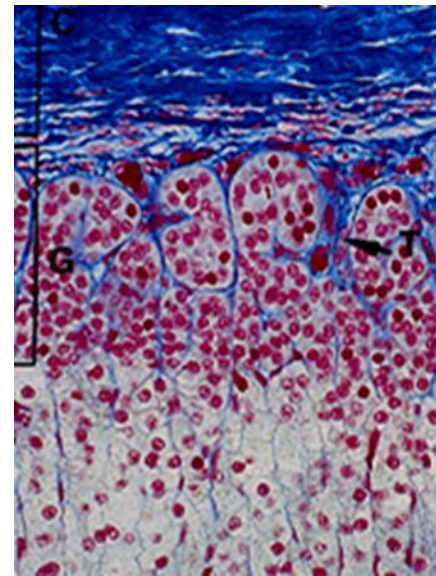
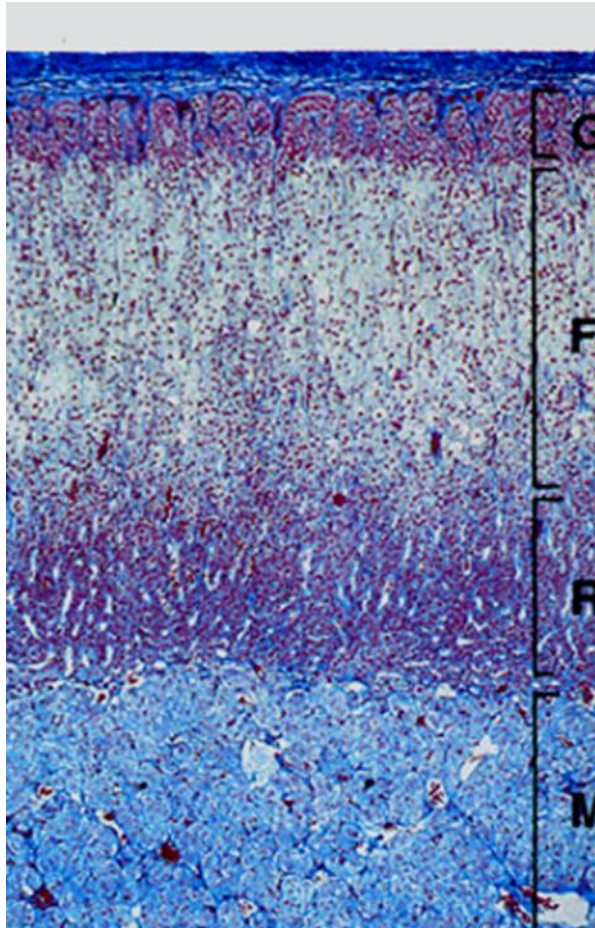
Arterie surrenali superiori, medie ed inferiori formano un **plesso subcapsulare** da cui originano **arterie corticali brevi** e **arterie corticali lunghe**. I capillari corticali e midollari drenano nella **vena midollare**



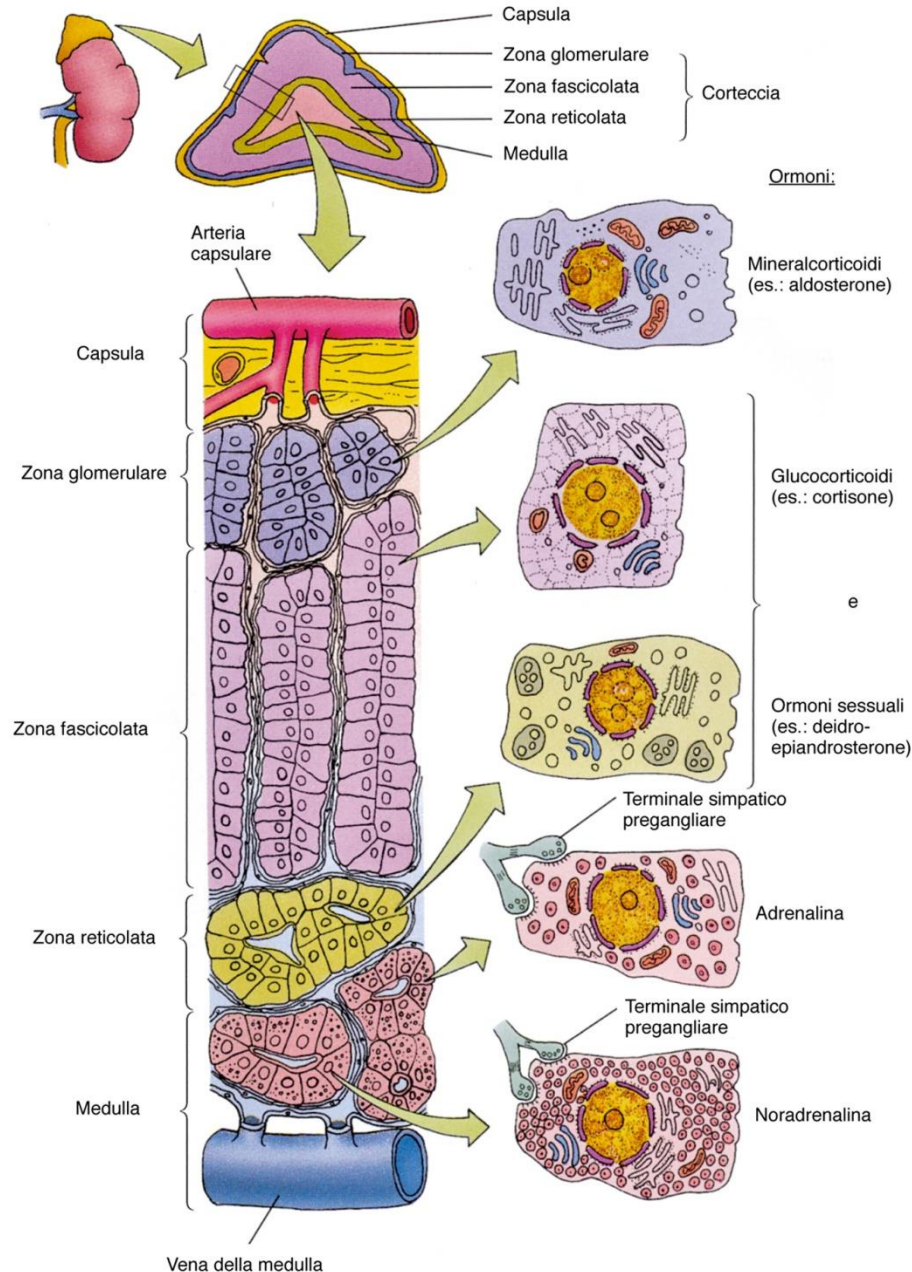
Ghiandola surrenale, 5x



GHIANDOLA SURRENALE



GHIANOLA SURRENALE: ormoni

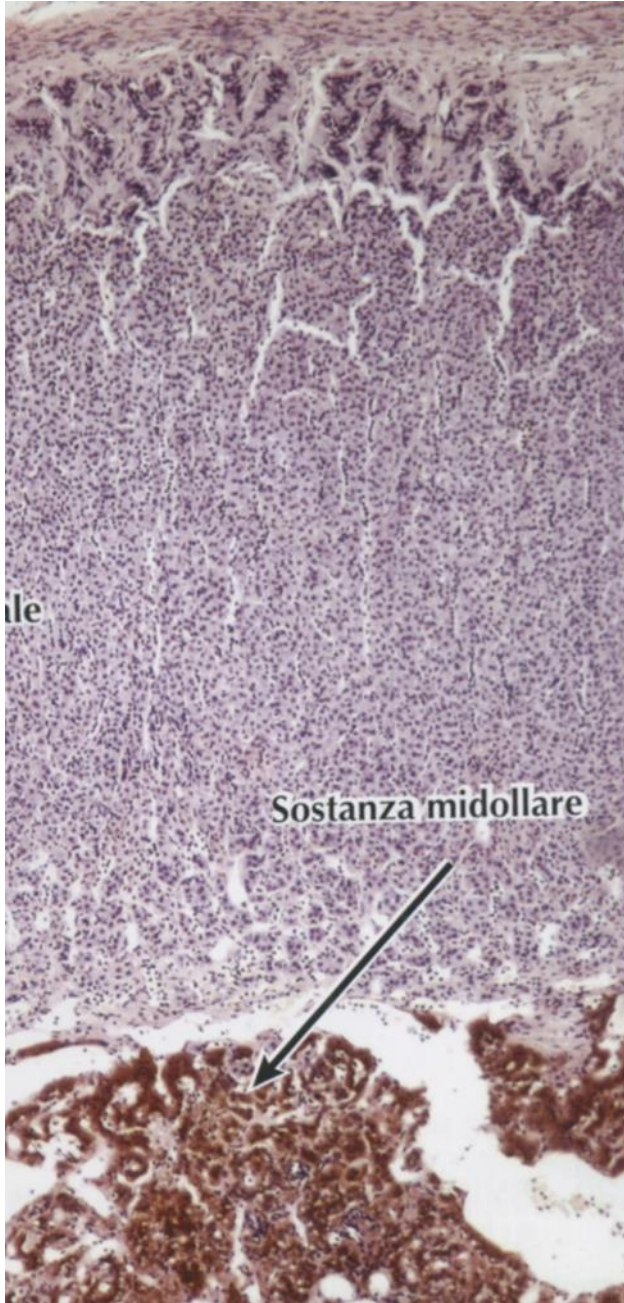


Mineralcorticoidi: l' aldosterone, controlla il bilancio degli elettroliti (omeostasi del sodio mediante l'incremento del suo riassorbimento nei reni; ritenzione idrica. Produzione controllata metabolicamente e dal sistema renina-angiotensina-aldosterone

Glucocorticoidi: cortisolo, cortisone e corticosterone, controllano il metabolismo (accelerano la scissione delle proteine in aa, la mobilizzazione dei lipidi, agiscono come agenti antiinfiammatori; aumentano in risposta allo stress) Produzione controllata da ACTH

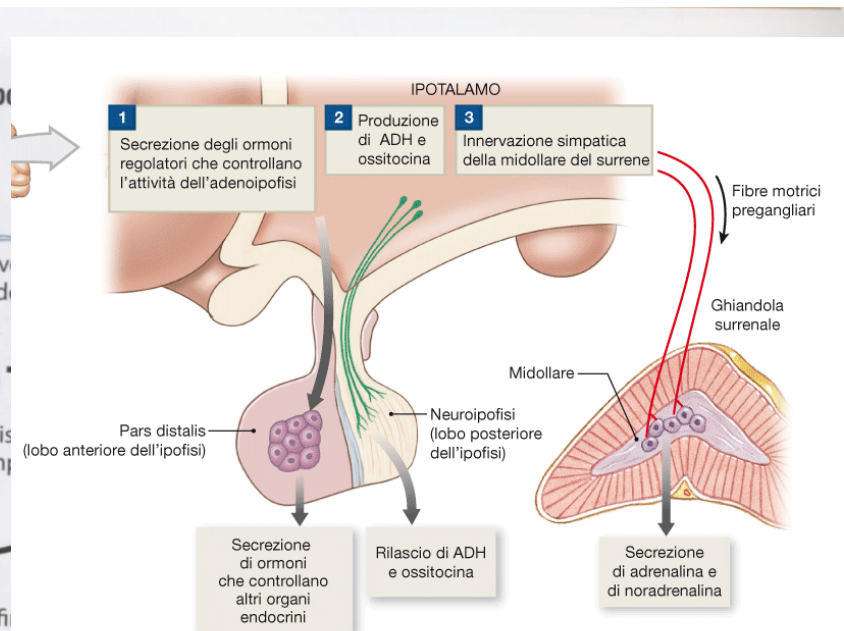
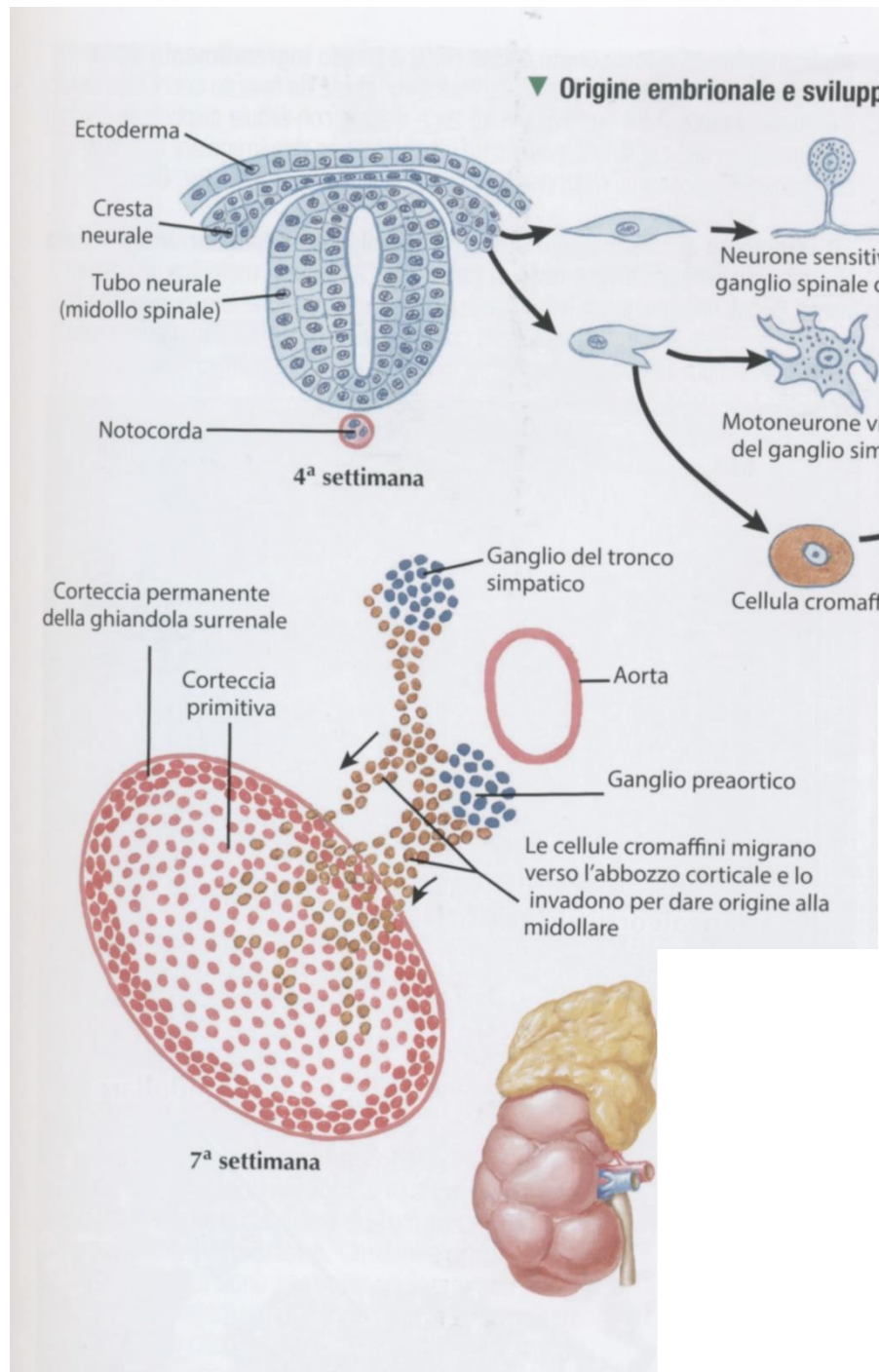
Piccole quantità di precursori di ormoni sessuali controllano lo sviluppo sessuale (testosterone e estrogeni): deidroepiandrosterone (DHEA), DHEA-solfato, androstenedione,

Adrenalina e noradrenalina: coinvolte nella risposta dell'organismo allo stress: inducono accelerazione del battito cardiaco, dilatazione dei bronchi, rilassamento gastrointestinale, aumento della pressione sanguigna.



MIDOLLARE DEL SURRENE

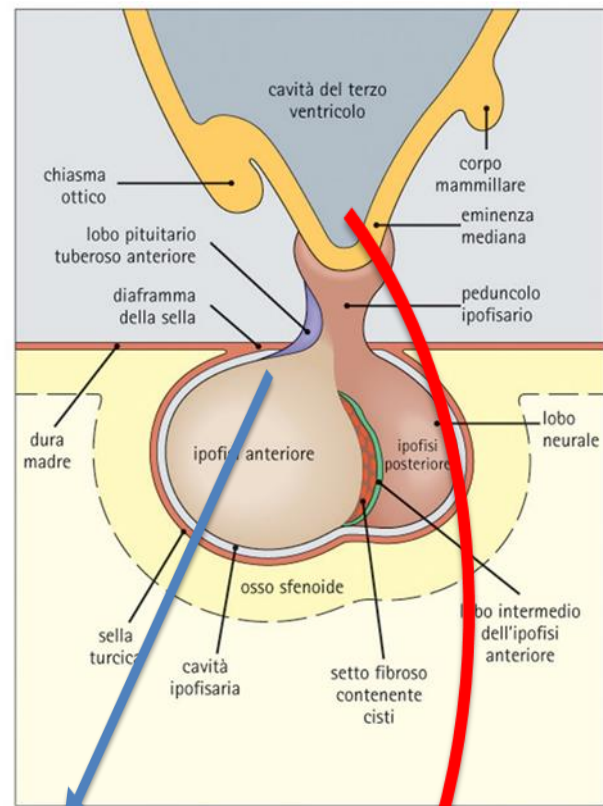
Le **cellule sono dette cromaffini** perché, con la fissazione con sali di cromo i granuli delle catecolamine appaiono colorati in marrone



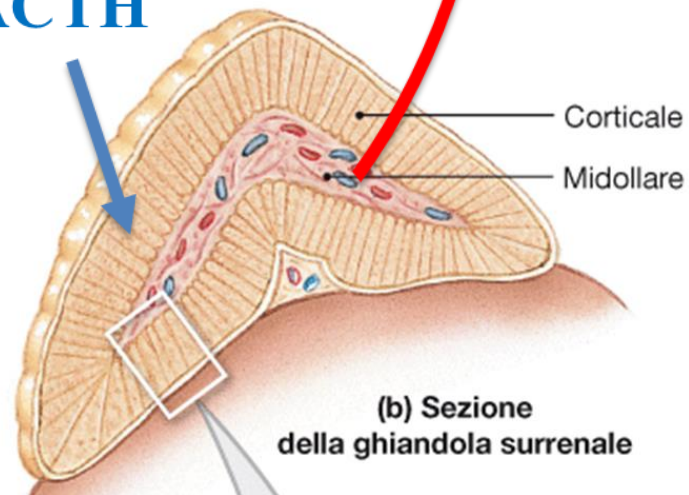
Le cellule cromaffini hanno origine embrionale comune con quelle del SNA, con cui mantengono un rapporto funzionale

SISTEMA IPOTALAMO-IPOFISARIO

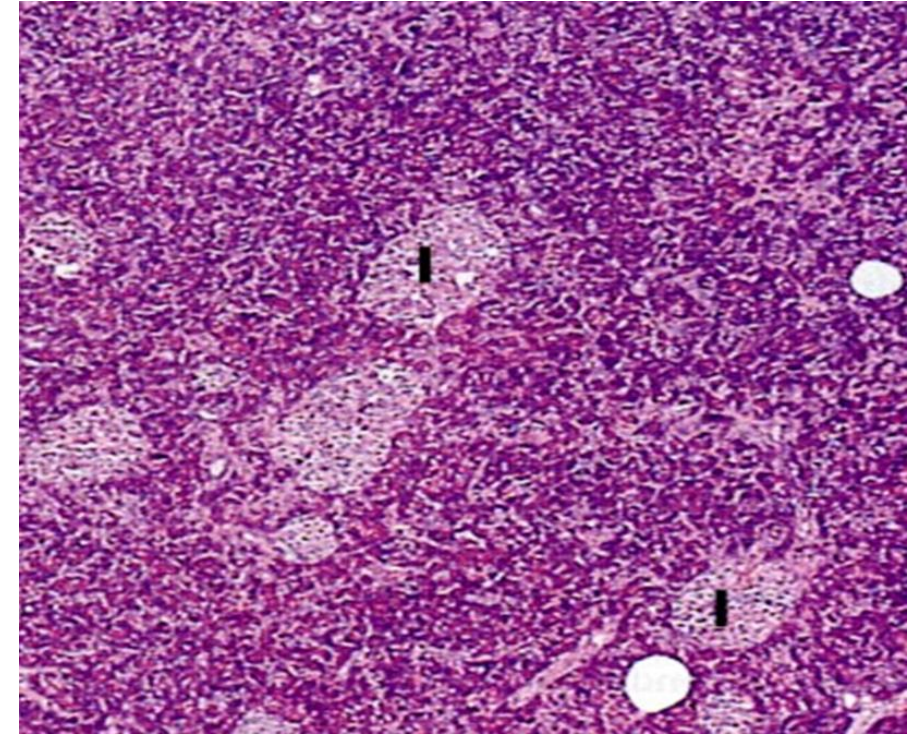
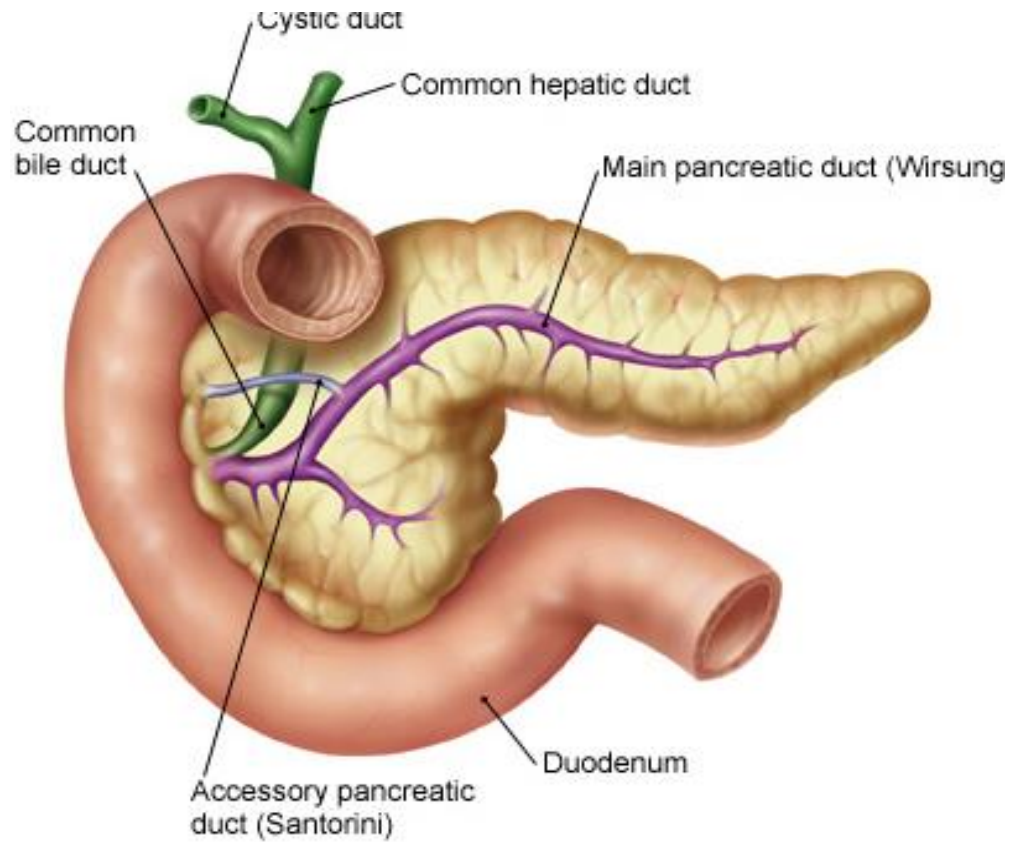
Interfaccia tra i SNC e il sistema endocrino



ACTH



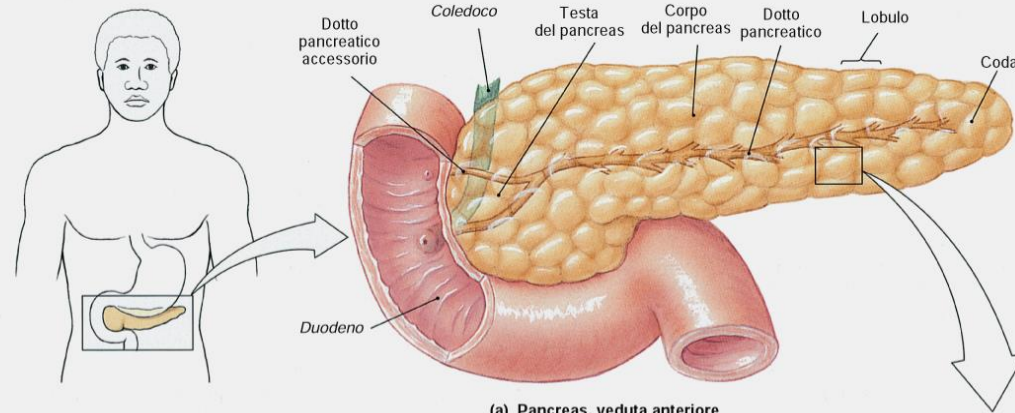
Pancreas endocrino: Isole di Langherans



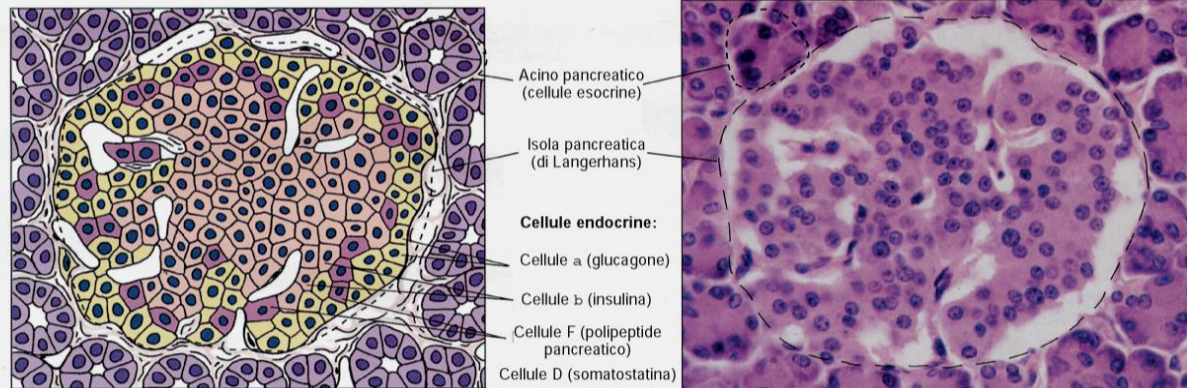
Il pancreas è una ghiandola mista, esocrina ed endocrina, annesso alla seconda porzione del duodeno, in cui riversa il prodotto della sua secrezione esocrina per mezzo di 2 condotti escretori (**il dotto pancreatico principale o maggiore di Wirsung e il dotto pancreatico accessorio di Santorini**). Si possono distinguere 3 parti: testa, coda e corpo.

La **porzione endocrina del Pancreas è costituita dalle Isole del Langherans** e rappresenta l'1-2 del parenchima del Pancreas. Le cellule delle isole secernono nel letto di capillari dell'organo, hanno scarsa capacità di rinnovamento e hanno un'origine comune con le cellule della porzione esocrina

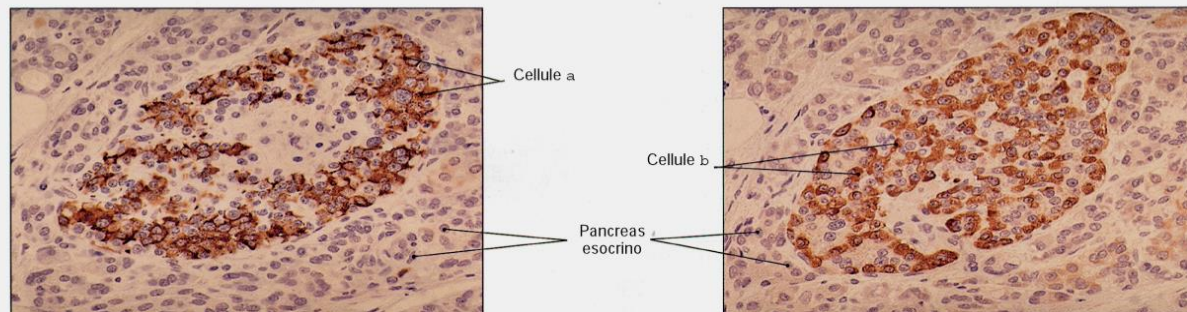
ISOLE DI LANGHERANS (da 0,3 a 0,7 mm), circa 1000000 per pancreas



(a) Pancreas, veduta anteriore



(b) Isola pancreatica (MO \times 400)



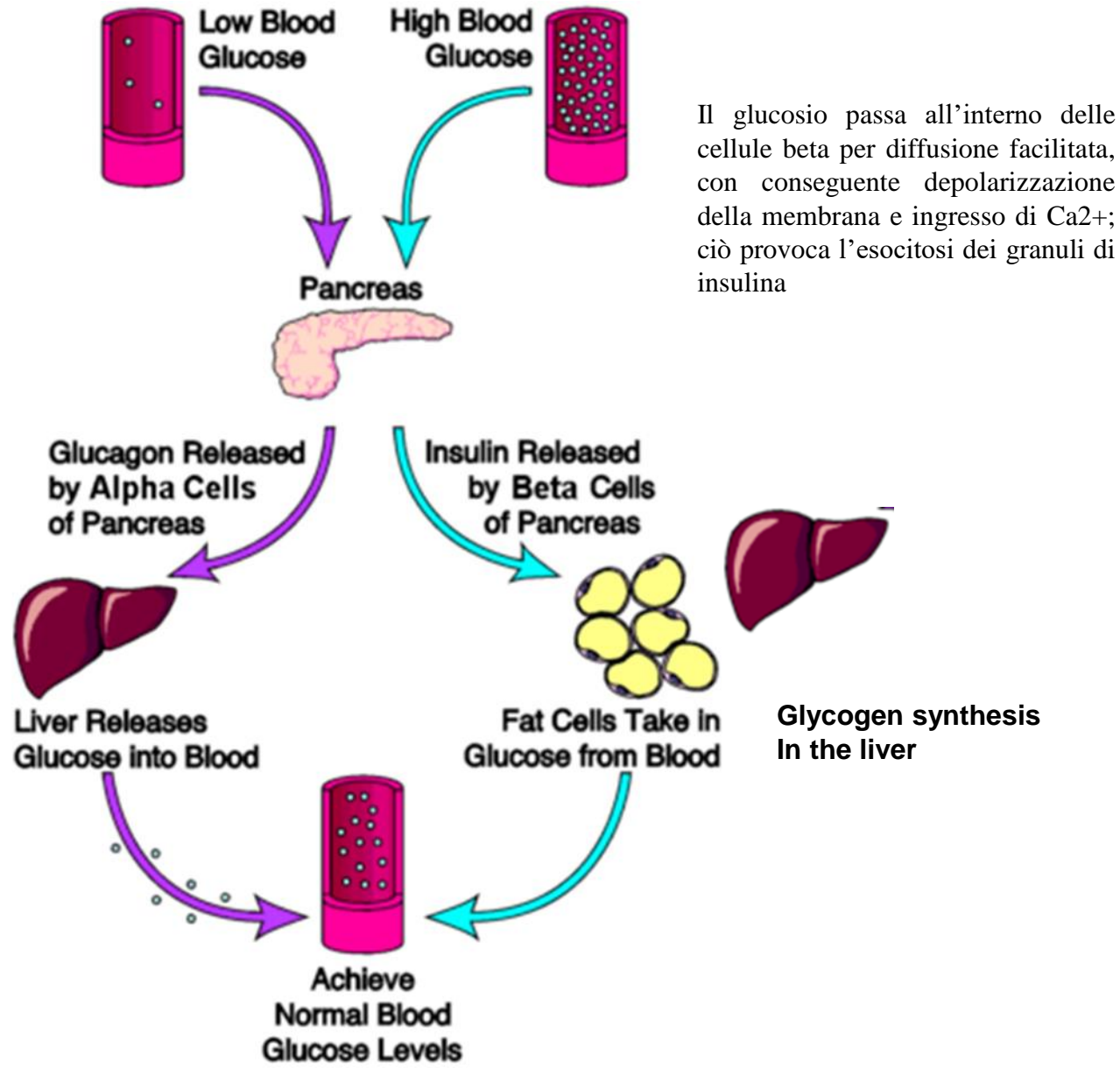
(c) Cellule a (MO \times 184)

(d) Cellule b (MO \times 184)

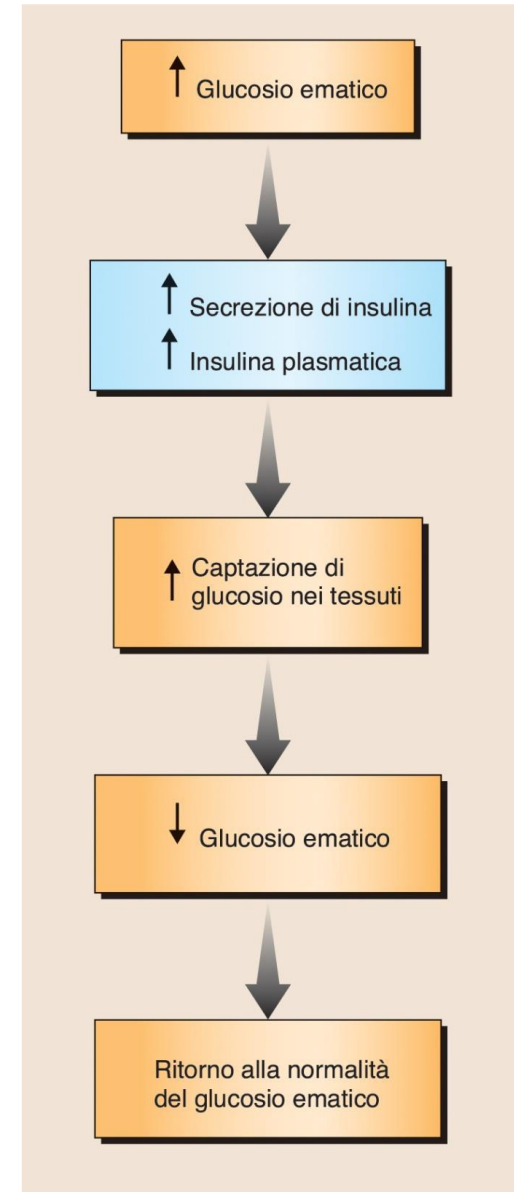
Tipi di cellule:

- 70 % **cellule β**
(insulina, favorisce la mobilizzazione del glucosio dal sangue)
- 20% **cellule α**
(glucagone, favorisce la mobilizzazione del glucosio dalle riserve tissutali)
- 5-10% **cellule D (o δ)**
(somatostatina, inibisce la secrezione degli altri ormoni; anche altri ruoli?)
- 1-2 % **cellule F (o pp)**
(polipeptide pancreatico, funzione poco chiara, probabilmente legata alla secrezione esocrina del pancreas e della somatostatina).

ISOLE DI LANGHERANS (pancreas endocrino): *controllo metabolico della produzione di insulina e glucagone*

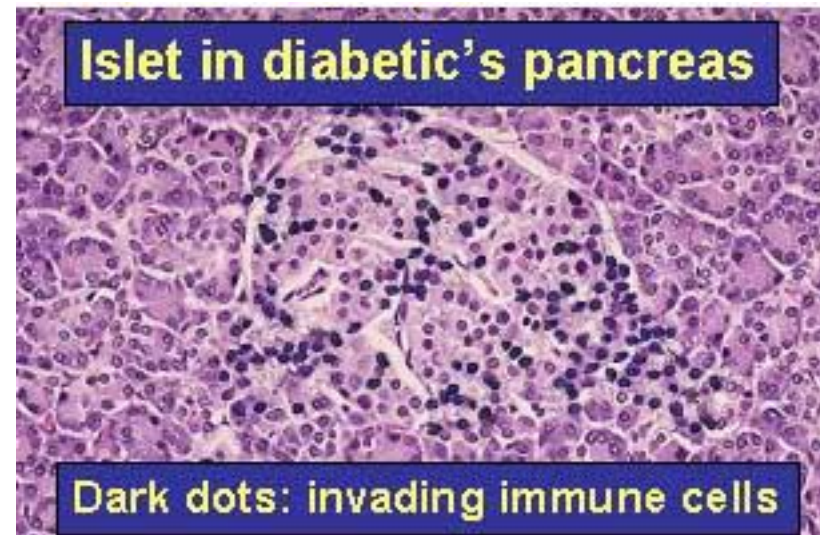
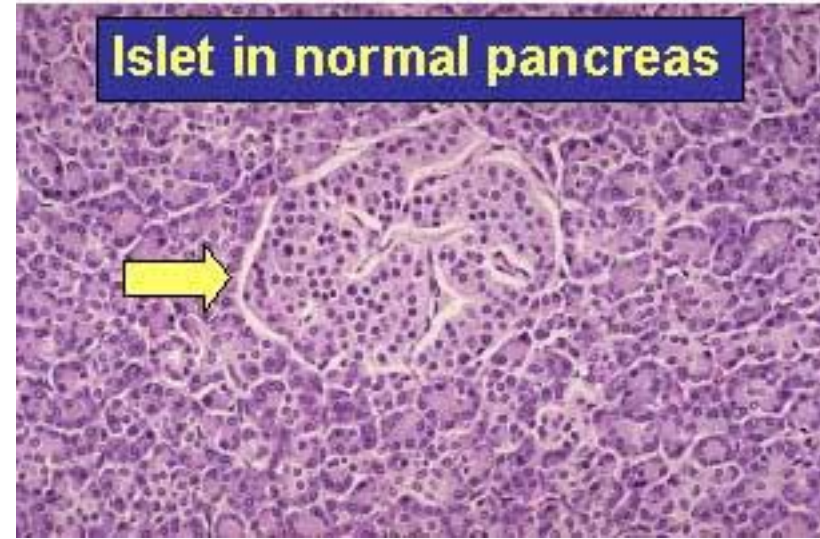
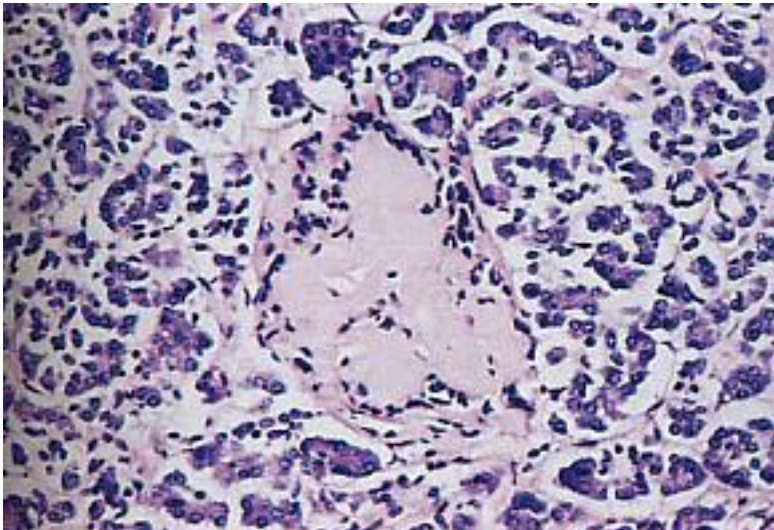


Il glucosio passa all'interno delle cellule beta per diffusione facilitata, con conseguente depolarizzazione della membrana e ingresso di Ca^{2+} ; ciò provoca l'esocitosi dei granuli di insulina



Diabete

- Tipo I
 - Immunologico, insulino-dipendente (distruzione autoimmune cellule beta)
- Tipo II
 - Sviluppo tardivo
 - Cellule resistenti all'insulina (insulino-indipendente); poca produzione di insulina o resistenza ad essa



Anche cellule non strettamente epiteliali possono avere importanti funzioni endocrine

Cellule endocrine associate alle gonadi

- Cellule interstiziali (Leydig) del testicolo, Cellule del Sertoli
- Cellule della teca interna dei follicoli ovarici, Cellule della Granulosa, Corpo Luteo

Cellule endocrine di natura muscolare

- Cardiomiociti atriali (ANP, *atrial natriuretic peptide* – controllo filtrazione renale)
- Cellule muscolari lisce dell'arteria afferente del glomerulo renale (producono renina – controllo della pressione sanguigna)

Cellule endocrine di natura nervosa

- Epifisi; secerne l'ormone melatonina
- Neuroni ipotalamici
- Medulla del Surrene
- Paragangli (ghiandole neuroendocrine associate al sistema nervoso autonomo, soprattutto nei vasi)

Sincizio-trofoblasto

- Tessuto placentare che produce numerosi ormoni: gonadotropina corionica (hCG) ormone somatomammotropo (o GH placentare), relassina, progesterone.