

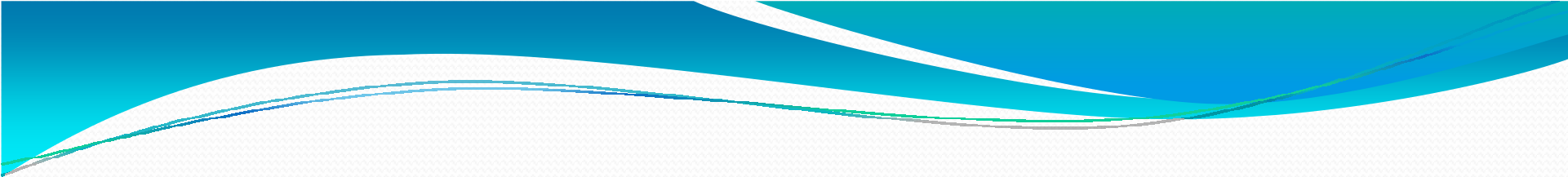
SISTEMA ENDOCRINO

realizzato da Irene Valorosi sulla base testuale
tratta da "Invito alla biologia" ed. Zanichelli



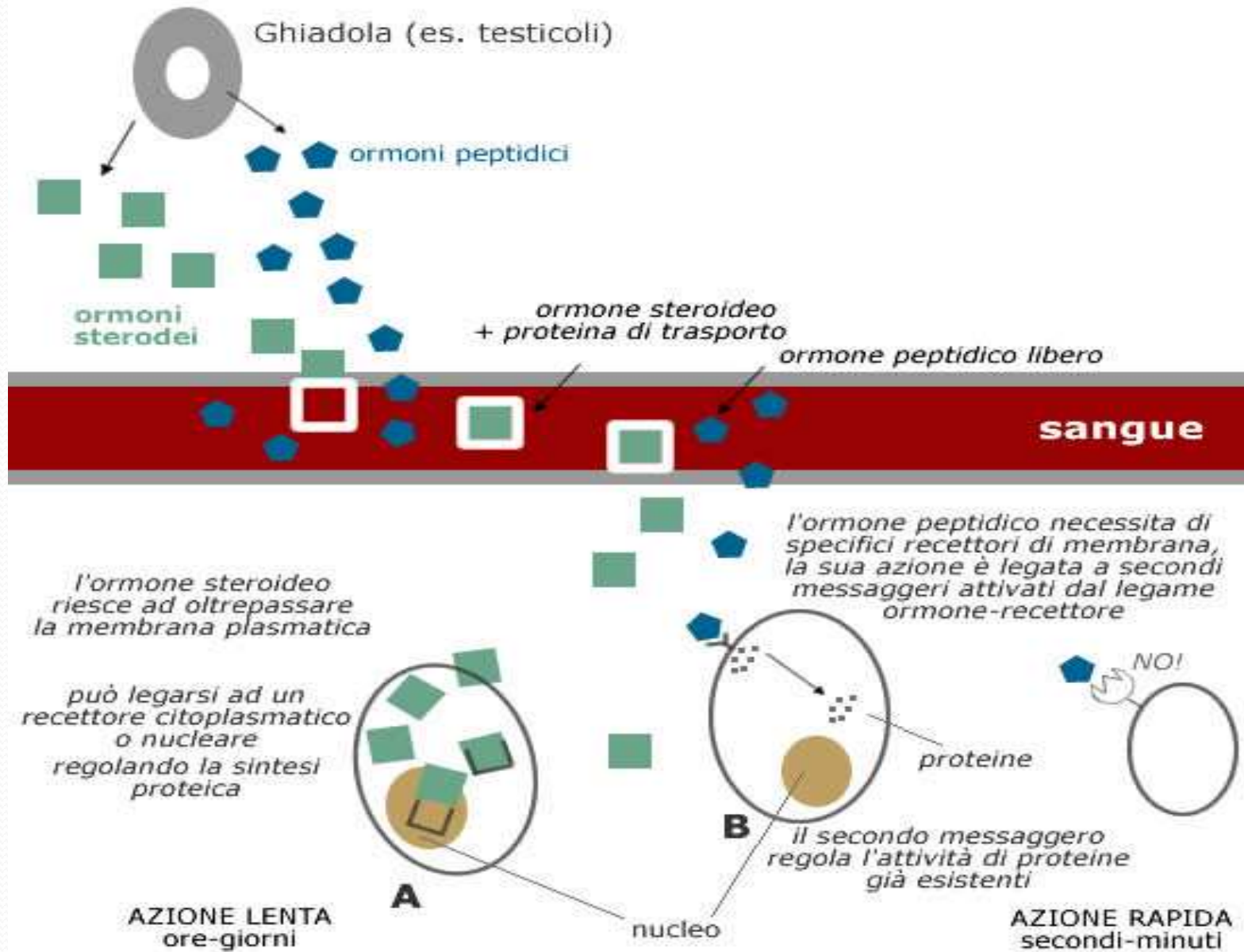
GLI ORMONI

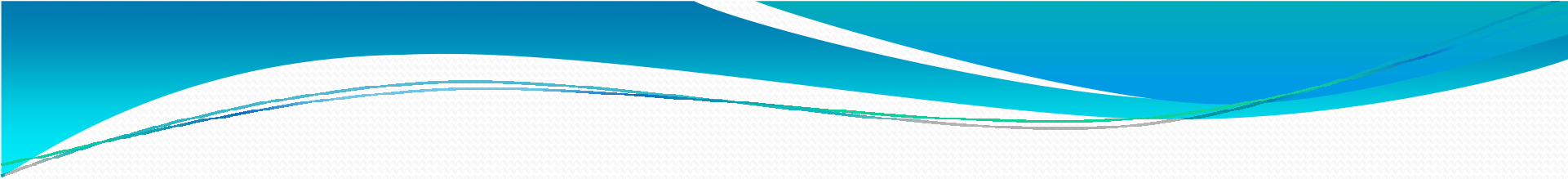
Gli **ormoni** sono molecole segnale che contribuiscono a coordinare l'attività di parti differenti dell'organismo, a mantenere l'omeostasi e a regolare lo sviluppo, la crescita e la riproduzione. Un **ormone** è una molecola segnale che viene prodotta da organi detti **ghiandole endocrine**, riversata nel sistema circolatorio ha la funzione di trasmettere messaggi di regolazione al corpo. La cellula endocrina riversa direttamente nel sistema circolatorio le molecole che produce, esse viaggiano nel sangue fino a raggiungere le **cellule bersaglio** che rispondono a quel dato ormone, mentre tutte le altre ignorano il messaggio. Una singola molecola di ormone può alterare completamente il metabolismo della cellula bersaglio, stimolando la produzione di vari enzimi. Il sistema endocrino spesso collabora con il **sistema nervoso**. Questo trasmette impulsi elettrici attraverso le cellule nervose. Al contrario, il sistema endocrino coordina risposte più lente ma più durature; in alcuni casi, impiega minuti, ore o perfino giorni per rispondere. Un numero ridotto di composti chimici si comporta da ormone nel sistema endocrino e da messaggero chimico nel sistema nervoso come l'**adrenalina**.



Esistono tre principali tipi di molecole ormonali: le **proteine e i peptidi**, le **ammine** e gli **steroidi**; proteine, peptidi e le ammine sono idrosolubili e presentano un meccanismo d'azione simile, mentre gli steroidi sono liposolubili. In ambedue i casi l'ormone interagisce con la **cellula bersaglio** (**ricezione del segnale**) legandosi con uno **specifico recettore proteico** situato sulla superficie cellulare (ormoni idrosolubili) o all'interno della cellula (ormone steroideo). Questo legame determina nella cellula bersaglio una serie di eventi (**trasduzione del segnale**) che provocano un cambiamento nel comportamento della cellula (**risposta**). Nelle cellule che non sono dotate dei recettori la risposta non viene innescata.

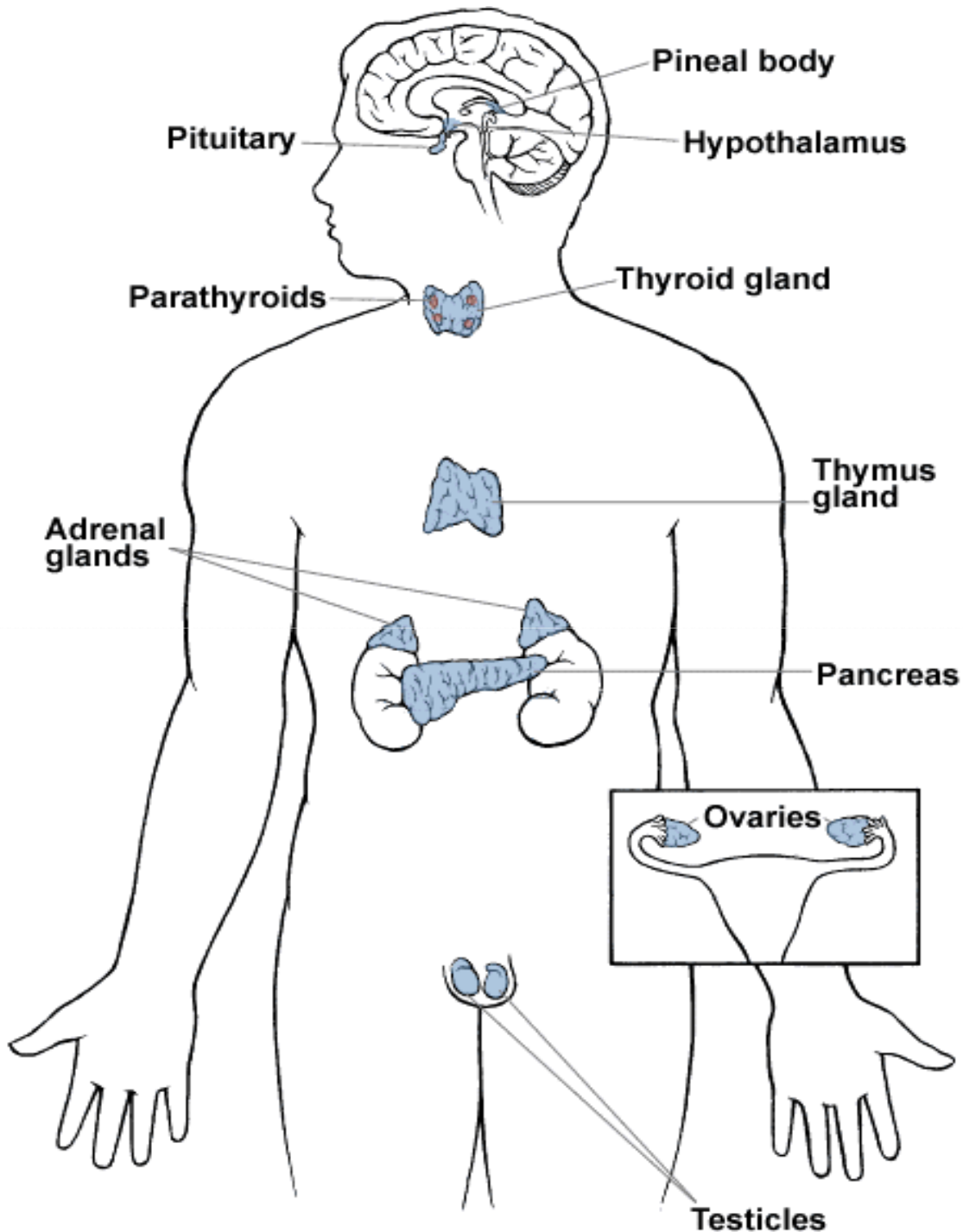
Meccanismo d'azione degli ormoni





ORMONI IDROSOLUBILI I recettori di questi ormoni sono situati sulla membrana plasmatica delle cellule bersaglio. L'ormone si lega al recettore proteico, tale interazione attiva il recettore stesso che, a sua volta, attiva una serie di molecole (**molecole relè**) all'interno della cellula (**trasduzione del segnale**), convertendo un segnale chimico extracellulare in una risposta intracellulare specifica. L'ultima molecola relè attiva una proteina che mette in atto la risposta cellulare nel citoplasma o nel nucleo. Uno stesso ormone può indurre risposte differenti nelle varie cellule bersaglio, per esempio l'adrenalina stimola nel cuore la contrazione muscolare che accelera il battito cardiaco, mentre sulle cellule muscolari ed epatiche induce la demolizione del glicogeno per formare il glucosio, la fonte di energia delle cellule.

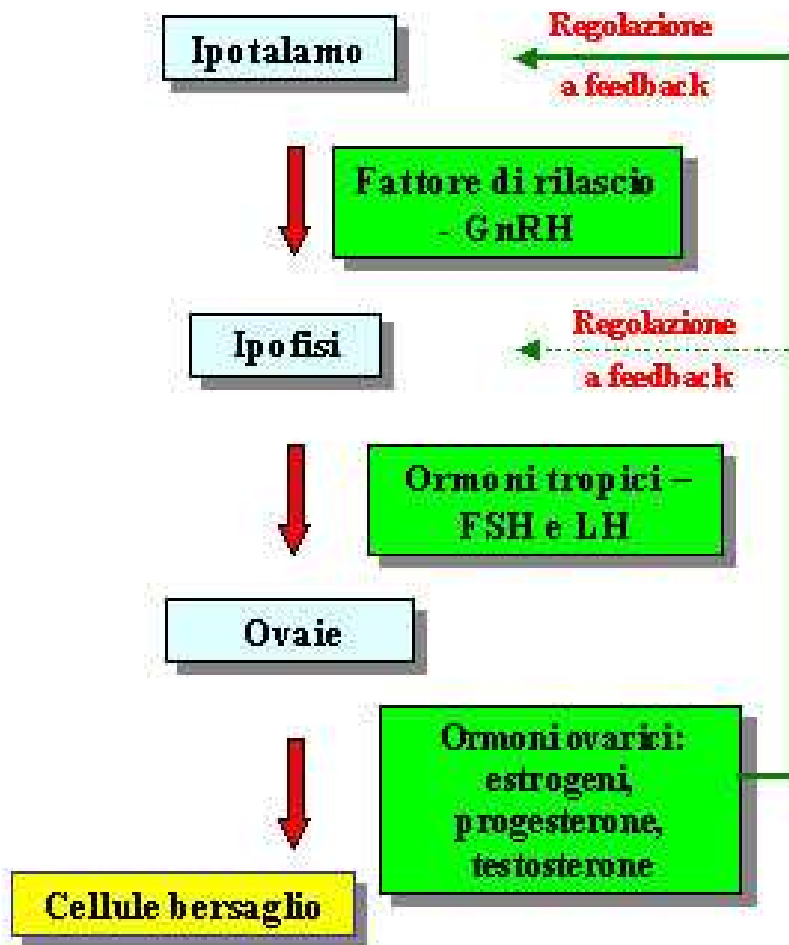
ORMONI LIPOSOLUBILI si legano a recettori situati all'interno della cellula. Grazie alla loro natura, diffondono attraverso la membrana della cellula bersaglio per legarsi a un recettore specifico proteico presente nel citoplasma o nel nucleo. Il recettore stesso determina la trasduzione del segnale ormonale diventando un attivatore del gene. Il complesso **ormone-recettore** si lega a specifici siti del DNA e il legame attiva la trascrizione di determinati geni in catene di RNA che inducono la sintesi di nuove proteine. Tutti gli ormoni steroidei agiscono attivando o disattivando geni.



GHIANDOLE ENDOCRINE DEL CORPO UMANO

Legenda:

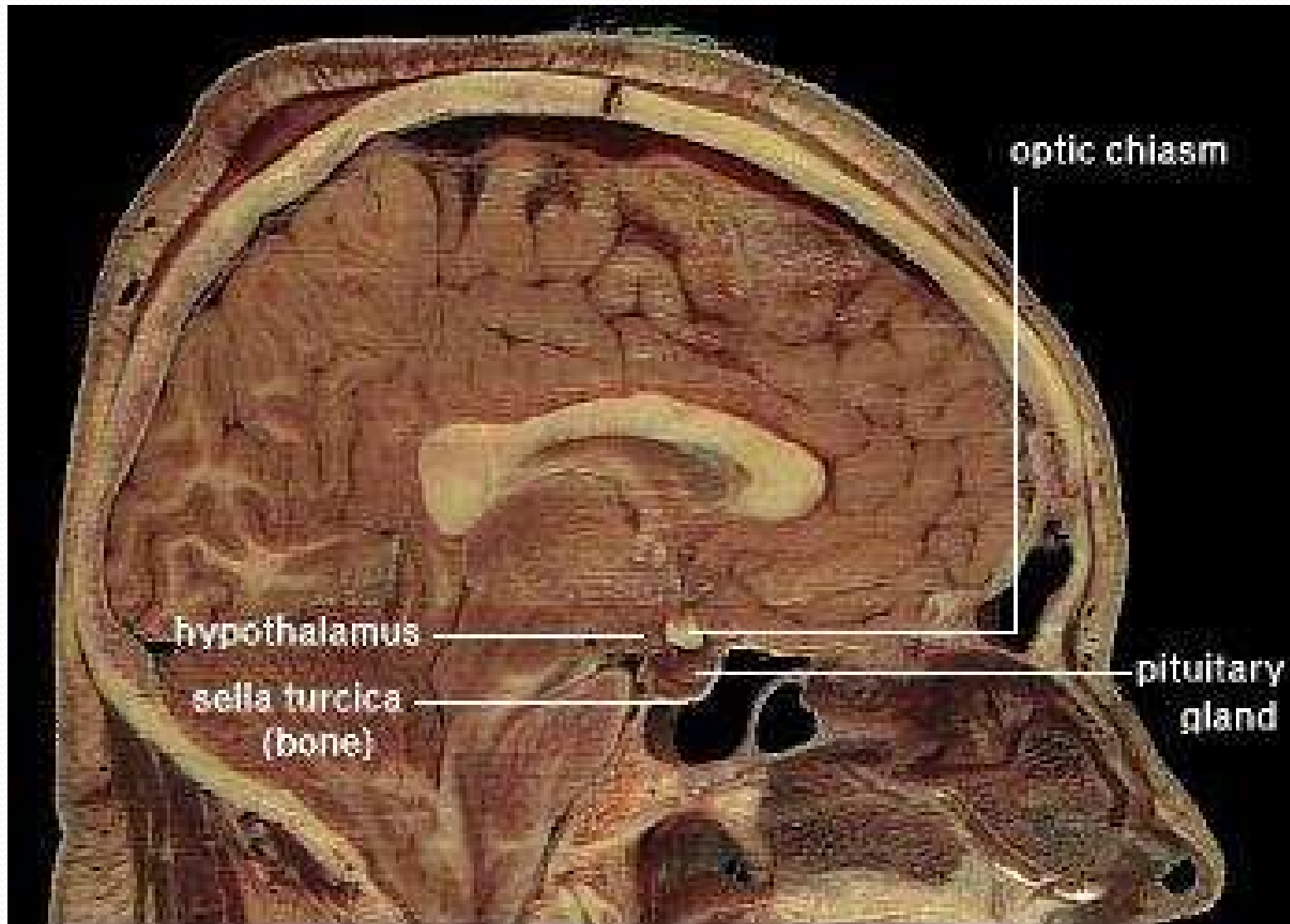
pineal body= ghiandola pineale
 Pituitary= gh. pituitaria o ipofisi
 Hypothalamus= ipotalamo
 Parathyroids= paratiroidi
 Thyroid gland=gh. tiroide
 thymus gland= timo
 Adrenal glands= gh. surrenali
 Ovaries= ovaie
 Testicles= testicoli

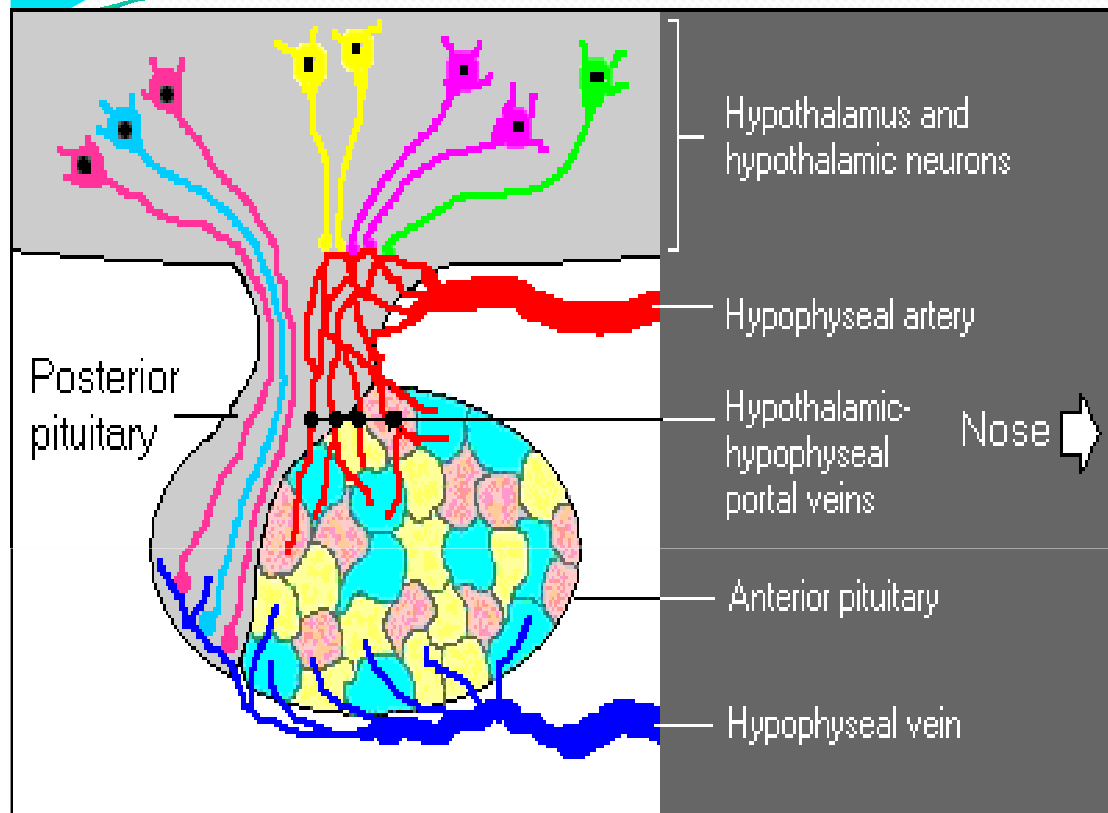


CONTROLLO DELLA SECREZIONE ORMONALE

Essendo gli ormoni sostanze chimiche molto potenti, con ruoli cruciali nell'integrazione e controllo delle funzioni fisiologiche, la loro produzione è sotto un rigoroso controllo. Con pochissime eccezioni essa è regolata da sistemi a **feedback negativo**, nei quali, all'aumentare della concentrazione ematica dell'ormone, si ha l'inibizione del rilascio dell'ormone stesso. Un'altra caratteristica importante è che, appena secreti, essi vengono rapidamente demoliti, infatti sono sufficienti minimi aumenti della loro concentrazione per indurre risposte nei tessuti e negli organi bersaglio. Al lato si può osservare la regolazione della produzione degli ormoni sessuali.

IOTALAMO E IPOFISI

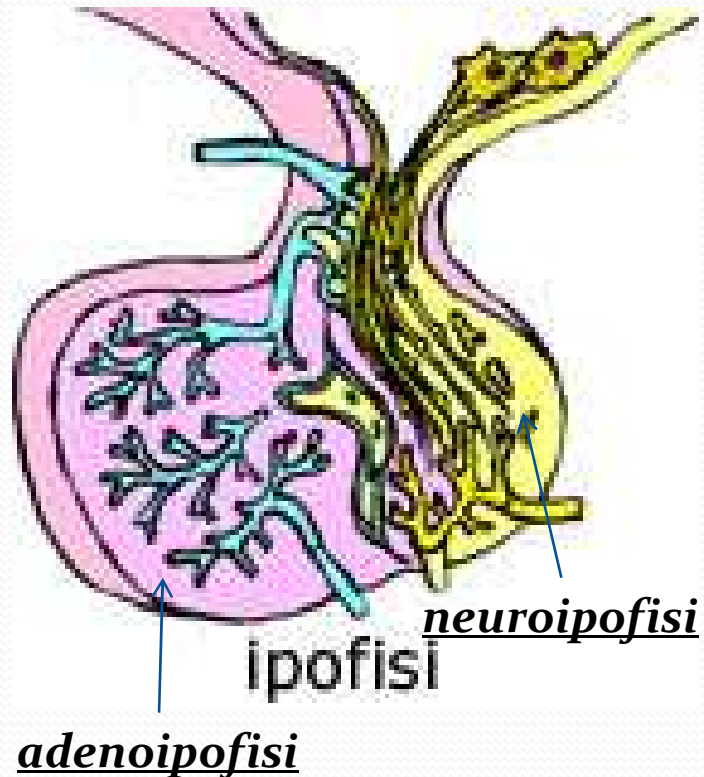




L'IPOTALAMO è una regione del cervello che controlla un grande numero di funzioni corporee. Si trova nel mezzo della base del cervello e racchiude in sé la parte ventrale del 3° ventricolo. Esso sintetizza una decina di **fattori di rilascio** che agiscono stimolando o inibendo la secrezione di ormoni da parte dell'**adenoipofisi**. Questi sono piccoli peptidi che raggiungono la ghiandola bersaglio (l'ipofisi) attraverso un sistema particolare di capillari che collega i due organi e


permette a piccole quantità di ormoni ipotalamici di raggiungere in breve tempo la ghiandola bersaglio senza essere diluiti nella circolazione sistemica. L'ipotalamo controlla perciò la secrezione degli ormoni ipofisari che, a loro volta, stimolano la secrezione di ormoni nella tiroide, nella corticale surrenale e nelle gonadi. L'ipotalamo inoltre riceve informazioni da molte parti del cervello e, quindi, regola la produzione ormonale anche in relazione ai cambiamenti dell'ambiente interno, come le variazioni di pH o della temperatura, od esterno, quali ad esempio i suoni, gli odori e il calore.

L'IPOFISI

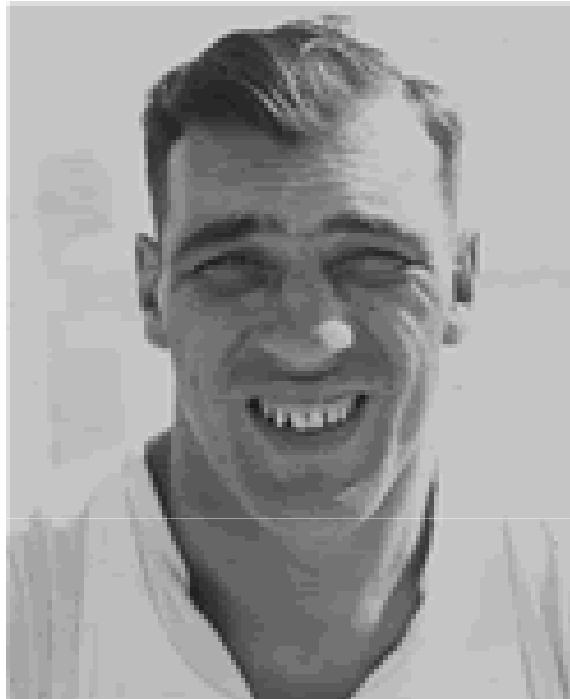


La **ghiandola pituitaria**, nota anche come **ipofisi**, è un organo tondeggiante che si trova immediatamente sotto l'ipotalamo, riposa in una depressione della base del cranio chiamata **sella turcica**. In un essere umano adulto l'ipofisi ha circa le dimensioni e la forma di un fagiolo. È divisa in tre lobi: **anteriore (adenohypofisi)**, **intermedio**, **posteriore (neuroipofisi)**. L'adenohypofisi produce sei ormoni. L'**ormone della crescita (somatotropo, GH)** che stimola la sintesi proteica e la crescita delle ossa; se durante l'infanzia si ha una scarsa produzione di tale ormone si realizza il così detto **nanismo ipofisario**, viceversa, una produzione eccessiva determina **gigantismo**; quando si verifica una iperproduzione nell'adulto si

determina uno stato di **acromegalia** (aumento delle dimensioni del naso, delle mascelle, delle mani e dei piedi). La **prolattina** che, dopo il parto, stimola la secrezione del latte. La sua produzione è regolata da un ormone inibitorio prodotto dall'ipotalamo: durante l'allattamento gli impulsi nervosi prodotti dalla suzione sono trasmessi all'ipotalamo che, di conseguenza, diminuisce la produzione dell'ormone inibitorio della prolattina, l'ipofisi libera allora prolattina che, a sua volta, agisce sulle ghiandole mammarie per favorire la



produzione di latte. Quando cala o termina la suzione, la sintesi e la liberazione di prolattina diminuiscono, e così cessa la produzione di latte: *la domanda regola l'offerta*. Altri 4 ormoni secreti dalla adenoipofisi sono **ormoni tropici**, che agiscono cioè su altre ghiandole endocrine di cui regolano la secrezione. Uno è il **TSH (tireotropina)** che stimola le cellule della tiroide ad aumentare la produzione e la liberazione di ormoni tiroidei. L'**ACTH (ormone adrenocorticotropo)** regola la produzione di cortisolo da parte della corticale surrenale. Due **gonadotropine (FSH - follicolo stimolante e LH - luteinizzante)** regolano l'attività delle gonadi (testicoli e ovaie), gli organi in cui avviene la produzione dei gameti. La **neuroipofisi** svolge la funzione di deposito degli ormoni prodotti dalle cellule neurosecretrici dell'ipotalamo: **ossitocina e ormone antidiuretico (ADH)**. L'ossitocina favorisce il parto accelerando le contrazioni uterine durante il travaglio, contrazioni che permettono anche all'utero di riassumere le dimensioni e la forma originarie dopo il parto. Essa determina anche la **deiezione (fuoriuscita)** del latte attraverso la contrazione delle cellule muscolari dei dotti escretori della ghiandola mammaria. L'ADH favorisce il riassorbimento dell'acqua da parte delle cellule dei tubuli renali e la conseguente diminuzione del volume delle urine. Esso è chiamato anche **vasopressina** perché fa aumentare la pressione sanguigna in seguito a circostanze inconsuete come per esempio una grave emorragia. Nell'uomo la funzione dell'**ipofisi intermedia** non è nota. In molti vertebrati produce l'ormone che stimola i melanociti associato al mimetismo e comportamenti tipici per aggressività e corteggiamento.



ACROMEGALIA
(il pugile Primo Carnera)



GIGANTISMO

REGOLAZIONE SISTEMA ENDOCRINO

Stimoli esterni:
luce,
suono,
odore,
gusto,
tatto,
calore,
ecc.

Stimoli interni:
cambiamenti osmotici,
della temperatura
e chimici (ormoni)

Organi di senso

Altri centri cerebrali

ipotalamo

ipofisi

Tiroide

Corticale surrenale

Gonadi

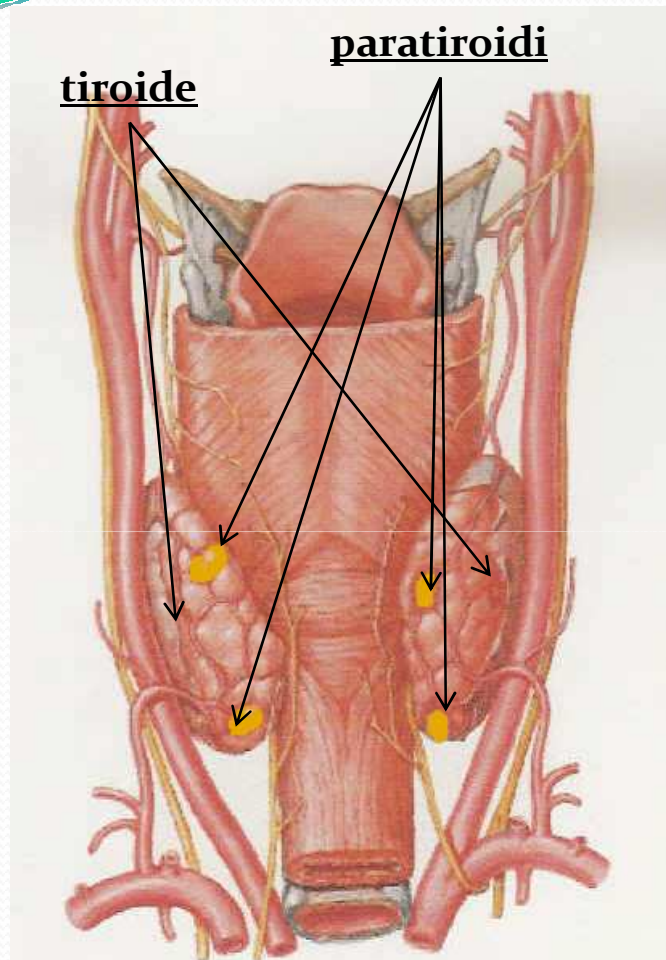
stimolazione

inibizione

Stimolazione dell'ormone tropico

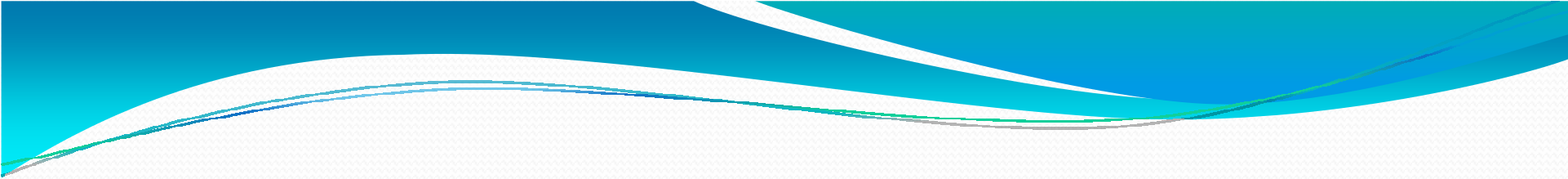
Feedback negativo

Tiroide e paratiroidi



La tiroide è collocata nella parte frontale del collo, formata da due lobi uniti dall'istmo tiroideo. L'unità funzionale della ghiandola è il **follicolo** rivestito da un epitelio cubico contenente all'interno la **colloide follicolare** con funzione di deposito degli ormoni tiroidei, liberati in caso di necessità. Gli ormoni prodotti dalla ghiandola sono: **triiodiotirosina (T₃)** e **tiroxina (T₄)**, contenenti iodio, hanno effetti analoghi sugli organi bersaglio, accelerando la velocità della respirazione cellulare e influenzando la termoregolazione. Una loro carenza in età pediatrica può portare a problemi nell'accrescimento, fino a d arrivare, nei casi più gravi, alla compromissione irreversibile dell'encefalo, al ritardo mentale e al cretinismo. Una diminuzione degli ormoni T₃ e T₄ nel sangue e un abbassamento della temperatura corporea,

stimolano l'ipotalamo a produrre **TRH** (fattore di rilascio) che stimola l'adenoipofisi a produrre il TSH, che agendo direttamente sulla tiroide, stimola la produzione di T₃ e T₄, ripristinando le condizioni di normalità. Un terzo ormone, la **calcitonina**, regola il metabolismo del calcio abbassandone il tasso ematico grazie alla sua fissazione nelle ossa e l'inibizione del suo assorbimento nell'intestino e nel rene.



Le quattro **ghiandole paratiroidi**, situate dietro o all'interno della ghiandola tiroide, producono l'**ormone paratiroideo** (*paratormone*) che aumenta la concentrazione degli **ioni calcio** nel sangue e stimola la conversione della vit. D nella sua forma attiva. Questa, a sua volta, favorisce il passaggio degli ioni calcio dall'intestino al sangue. Il paratormone riduce anche l'escrezione di ioni calcio da parte del rene, mentre stimola il tessuto osseo a liberare calcio nella corrente sanguigna.

Il paratormone e la calcitonina funzionano in modo sincronizzato, la loro produzione è regolata direttamente dalla concentrazione del calcio nel sangue.



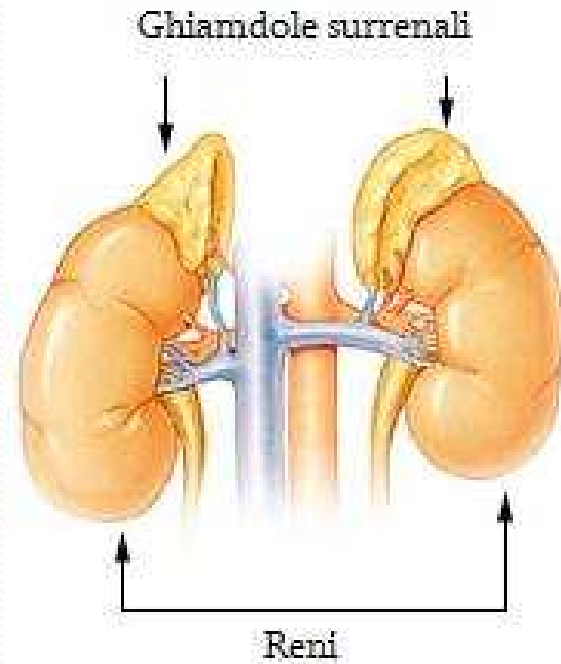
Esoftalmo

esoftalmo (occhi sporgenti), tremori e perdita di peso. Le cause sono varie: formazione di noduli, infiammazione della ghiandola (tiroidite), tumori che producono sostanze simili al TSH che stimolano in eccesso la tiroide. Al contrario una scarsa funzionalità della ghiandola genera **ipotiroidismo** che provoca rallentamento del metabolismo. La scarsa produzione di ormoni tiroidei costringe l'ipofisi a produrre maggiori quantità di ormone TSH al fine di stimolare l'attività della tiroide; questo comporta la crescita della ghiandola determinandone l'ingrossamento (gozzo). Una carenza di **iodio** nella dieta o nell'aria respirata può causare ipotiroidismo.

Disfunzioni della tiroide

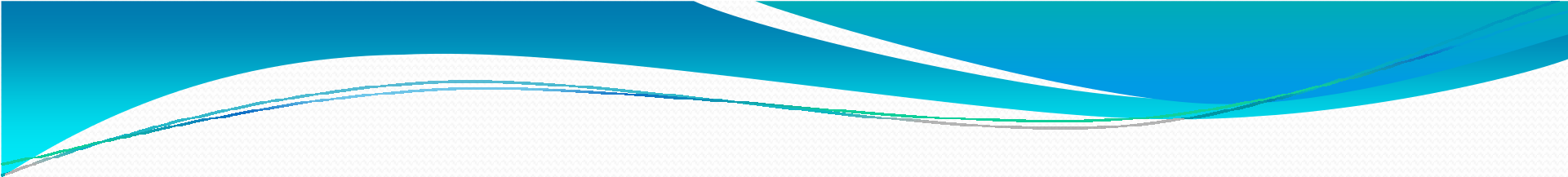
Un' iperproduzione di ormoni tiroidei definisce la condizione patologica dell'**ipertiroidismo**. Essa provoca ingrossamento della tiroide (gozzo), nervosismo, iperattività, insonnia, eccitabilità, aumento del battito cardiaco e della pressione del sangue, intolleranza al caldo, sudorazione eccessiva, aumento dell'appetito,

LE GHIANDOLE SURRENALI



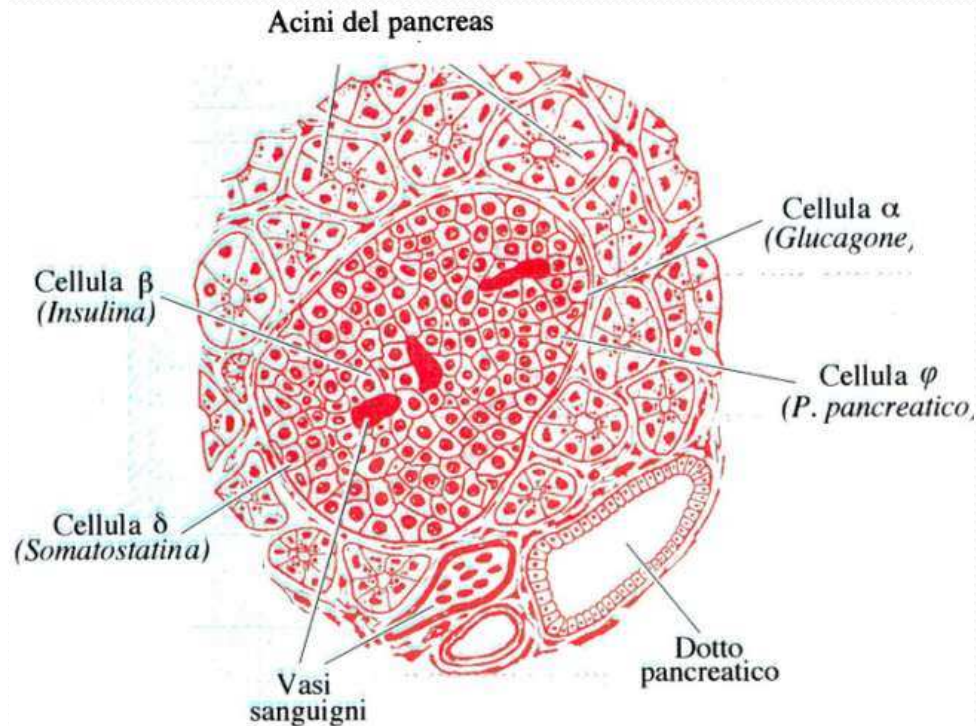
Sono situate sui poli renali superiori, vascolarizzate da tre arterie surrenali (superiore, inferiore e media) ramificazioni dell'aorta. L'azione delle surrenali è controllata dal sistema nervoso vegetativo simpatico e parasimpatico, sono fra loro autonome e lavorano in maniera indipendente. Sezionando le ghiandole surrenali possiamo notare la presenza di due formazioni cellulari distinte: la midollare e la corticale, poste rispettivamente nella zona centrale e periferica della ghiandola. L'area **midollare** produce **adrenalina** e **noradrenalina (catecolamine)** sotto l'influenza di situazioni di paura o stress, con effetti sulla muscolatura liscia dei vasi sanguigni che si contrae vasocostringendoli; sulla muscolatura

scheletrica ha effetti inversi, poiché dilata i vasi sanguigni che la irrorano. La situazione che ne deriva consente l'immediata funzionalità di distretti anatomici potenzialmente implicati in situazioni di pericolo. Sotto l'effetto dell'adrenalina viene altresì incrementata la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, e la concentrazione plasmatica di zuccheri circolanti, rilasciati dai depositi epatici. La noradrenalina ha effetti analoghi, con in più la capacità di rilassare i bronchioli e il tubo digerente, e di regolare temperatura e stimoli della fame e della sete.



Nella corticale del surrene sono secreti gli **ormoni corticoidi** divisi in tre categorie distinte: i **mineralcorticoidi** con funzione di stimolo nella ritenzione di cloruro di **sodio** e acqua ed escrezione di **potassio**, i **glucocorticoidi** (cortisolo in particolare) che regolano la gluconeogenesi epatica a partire da proteine e grassi e riducono l'utilizzo del glucosio da parte di molte cellule con l'importante eccezione del cuore e del cervello, gli **ormoni sessuali** che interagiscono con il testosterone e progesterone per lo sviluppo dei caratteri sessuali secondari(nella donna i tumori della corticale, aumentando la produzione di questi ormoni, determinano la comparsa della barba e di altri caratteri maschili). Oltre agli effetti sul metabolismo del glucosio i glucocorticoidi sopprimono le risposte infiammatorie e immunitarie, per questo sono impiegati nel trattamento delle malattie autoimmuni (artrite reumatoide, gravi reazioni allergiche, prevenzione dei rigetti d'organo).

IL PANCREAS



La parte endocrina del pancreas è costituita da due diversi tipi di cellule, dette *cellule alfa e cellule beta*, riunite in *isole* completamente circondate dalla parte esocrina del pancreas. Le **isole del Langerhans** producono **insulina e glucagone**, due ormoni proteici coinvolti nel metabolismo del glucosio. L'insulina, secreta dalle cellule alfa in risposta ad un aumento della concentrazione ematica di zucchero e amminoacidi (dopo un pasto), abbassa la concentrazione del glucosio nel sangue sia stimolandone l'assorbimento e

l'utilizzo da parte delle cellule sia la sua conversione in glicogeno nel fegato e in grassi da parte delle cellule adipose. Il glucagone, prodotto dalle cellule beta, determina, viceversa, un aumento del glucosio ematico poiché stimola la scissione del glicogeno in glucosio nel fegato e anche la scissione dei grassi e delle proteine, promuovendo così una diminuzione dell'utilizzo del glucosio.

IL BIABETE

Il termine diabete deriva dal greco *diabainein* = passare attraverso e si riferisce alla quantità di urina escreta nel corso delle 24 ore. Indica una serie di malattie caratterizzate da un aumento della diuresi, sete insaziabile, secchezza della pelle, stanchezza e senso di affaticamento. Esse si differenziano per le cause scatenanti e gli effetti. Il **diabete insipido** (produzione di elevate quantità di urina poco concentrata, insapore) è dovuto ad un'alterata produzione di dell'ormone ADH. Il **diabete mellito** è caratterizzato dalla presenza di glucosio nelle urine dovuta a parziale o totale assenza di insulina nel sangue oppure dalla diminuzione dei recettori dell'ormone sulle membrane delle cellule bersaglio. Negli individui affetti da diabete mellito aumenta notevolmente la concentrazione di glucosio ematico a causa del limitato utilizzo di glucosio da parte delle cellule e della scissione del glicogeno epatico e muscolare in glucosio. Nell'ambito di tale patologia si distingue il **diabete di tipo I, o giovanile**, che insorge spesso prima dei 15 anni di età, ha molto spesso carattere ereditario ed è sempre **insulino-dipendente** (il paziente deve assumere insulina con regolarità). Esso è una malattia autoimmune in quanto le cellule preposte alla difesa dell'organismo non riconoscono le cellule del pancreas che producono insulina e le distruggono ritenendole estranee. Il **diabete di tipo II, o insulino - indipendente**, è caratterizzato da insufficienza insulinica o, più frequentemente, dall'incapacità delle cellule bersaglio di rispondere all'azione dell'ormone a causa di alterazioni a livello del recettore specifico. Esso è associato a obesità, inattività fisica e si manifesta in genere dopo i 40 anni. Dieta, attività fisica regolare e farmaci che riducono la glicemia, sono la terapia utilizzata in questi casi.

La ghiandola pineale o epifisi

La ghiandola pineale è un piccolo lobo che si trova al centro del cervello. Essa secerne l'ormone **melatonina** che inibisce l'attività delle gonadi. La produzione di melatonina aumenta bruscamente di notte e diminuisce rapidamente durante il giorno. Si pensa che le variazioni secretorie di tale ormone, influenzate dalla luce, regolino i ritmi del sonno e della veglia (**ritmo circadiano**), infatti l'aumento della sua concentrazione migliora la qualità del sonno, placa tensione e stress e induce rilassamento. La produzione di melatonina varia nell'arco della vita: è massima durante l'adolescenza e diminuisce col progredire dell'età.

Il timo

Il timo si trova sotto lo sterno, le sue dimensioni sono maggiori nel bambino che nell'adulto. Il suo ruolo è di fondamentale importanza per il corretto sviluppo del sistema immunitario, infatti produce ormoni che stimolano lo sviluppo dei **linfociti T**.