

# Hormonális rendszer szerveződése és működés

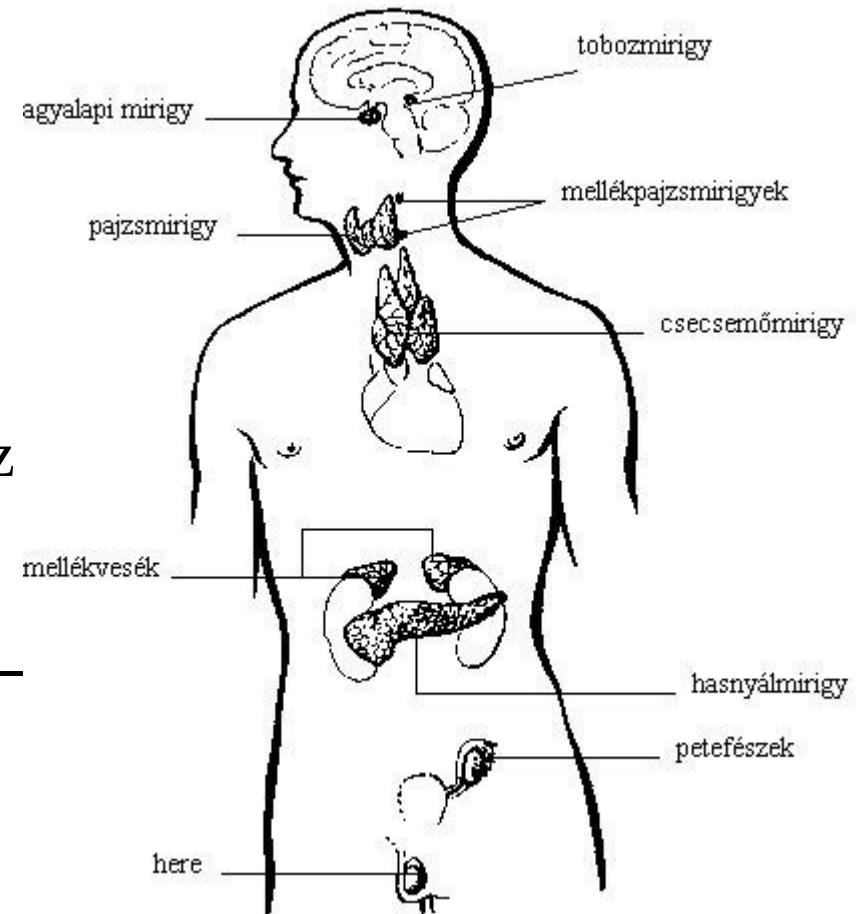
## Mirigyek fajtái

- **belső elválasztású mirigyek - endokrin**

hormont termelnek  
nincs kivezetőcsövük  
váladékuk közvetlenül a vérbe jut  
a vér szállítja a távolabbi szervekhez

- **külső elválasztású mirigyek - exokrin**

enzimtermelés  
kivezetőcsövük van,  
váladék vmilyen testüregbe ömlik,  
pl: nyálmirigy – szájüregbe,  
máj – epehólyagba



## Hormonrendszer

- hormont termelő struktúra nem feltétlenül nagy szerv, gyakran csak mirigysejtek, sejtcsoportok

pl: emésztőrendszerénél, a bél falban elszórtan lévő

hormontermelő sejtek

- a hormont felismerő struktúra, a receptor lehet sejtek membrájába épülve – megköti a hormont és a membrán belső felszínén létrejön egy intracelluláris válaszreakció másodlagos hírvívő molekulák révén

- szteroid hormonok átjutnak a sejtmembránon, receptoraik citoplazmában sejtmagban vannak, a hatás helye a sejtmagon belüli a DNS molekula

## Hatásuk alapján:

- **Adaptív hormonok**

alkalmazkodási folyamatban játszanak szerepet,

a homeosztázis fenntartásához kellenek,

gyors hatásúak

vércukorra,  $\text{Na}^+$ - és vízvisszaszívásra, vér  $\text{Ca}^{2+}$  szintre ható hormonok

- **Morfogenetikus hormonok**

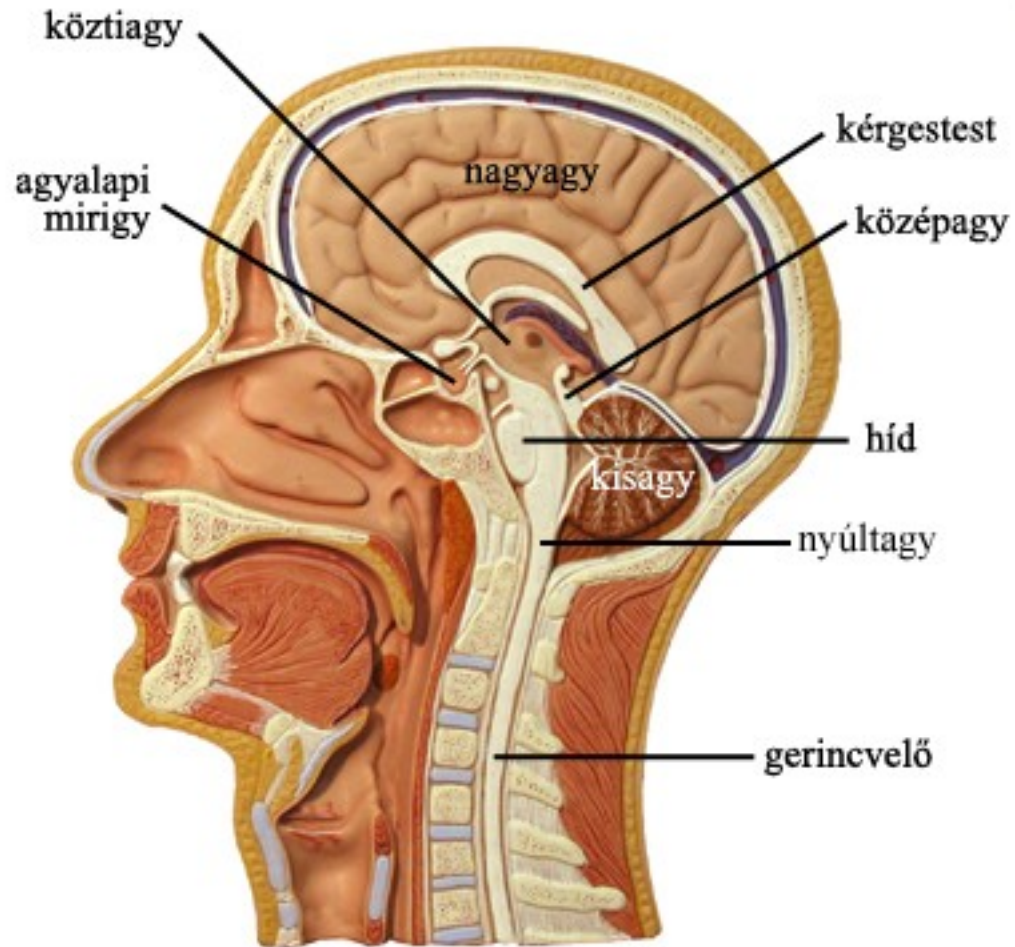
lassúbb változást generálnak,

a felnőttekre jellemző működések kialakításában vesznek részt,

hatásuk általánosabb, több szervet érintő,

nemi hormonok, növekedési hormon, pajzsmirigy hormonjai

## Hypotalamo – hypofizeális rendszer



*Emberi agy schematikus képe (saggitalis metszet)*



*Hipofízis*

bab alakú és nagyságú szerv,  
a koponyaalapon, az ékcsont  
árkában van

hormonjai a testben az egész endokrin rendszert szabályozzák

## **AGYALAPI MIRIGY - HYPOFIZIS**

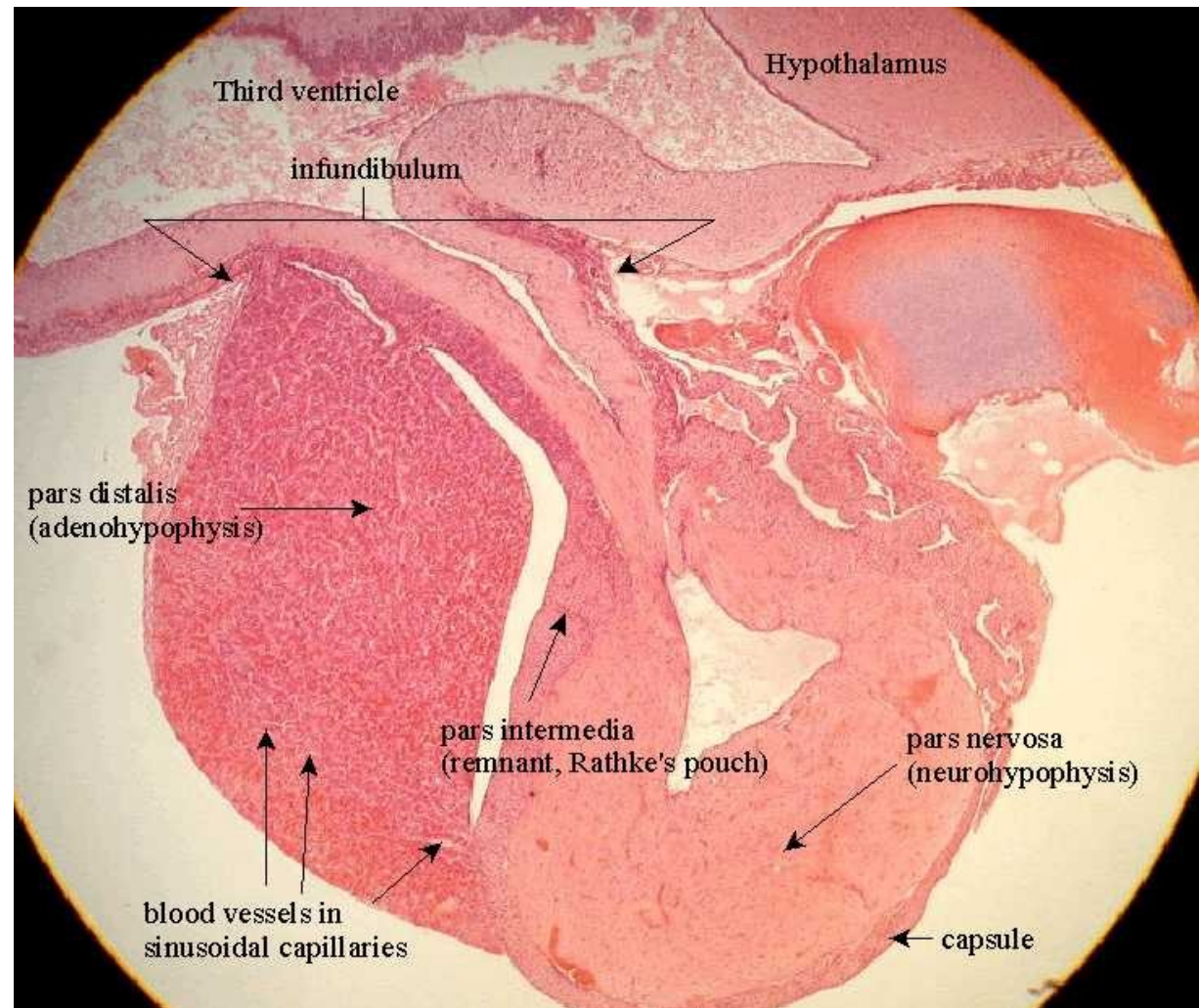
- . bab alakú és nagyságú
- . a koponyaalapon, az ékcsont árkában van
- . felette áll a többi belső elválasztású szervnek
- . hormonjai a testben az egész endokrin rendszert szabályozzák

### **Részei:**

- elülső lebeny - mirigysejtekből áll
- hátsó lebeny - idegszövet alkotja
- köztlebeny - embernél csökevényes

## Hipofízis részei:

- elülső lebeny
  - mirigysejtekből áll
- hátsó lebeny
  - idegszövet alkotja
- köztlebeny
  - embernél
  - csökevényes



*Hipofízis szövettana*

## Elülső lebeny és hormonjai

- növekedési hormon STH
- pajzsmirigyre ható hormon TSH
- mellékvesekéregre ható hormon ACTH
- tüszőérést serkentő hormon FSH
- sárgatestképződést serkentő hormon LH
- tejelválasztást serkentő hormon LTH (prolactin)



## Növekedés hormon STH vagy GH

- . egész életen át termelődik, de serdülőkor után csak kevés
- . az adenohipofízis fele szomatotróp sejt
- . GHRH az átírást és a szekréciót fokozza,
- . szomatosztatin (SRIF) csak a szekréciót gátolja.
- . GHRH és SRIF tükörképszerűen ürül.
- . Pulzáló felszabadulás, SWS, szieszta alatt erős szekréció
- . szerepe a fejlődés, növekedés elősegítése
- . hatására a test sejtjei megnagyobbodnak, és számuk növekszik

## Növekedési hormon hatása:

- részben közvetlenül hat,
- részben a szövetek által termelt IGF I -en (insulin - like growth factor) át, hipoglikémia, magas aminosav szint (arginin) serkenti a szekrécióját,
- gátolja az inzulin, serkenti a cAMP-n át ható hormonok (Noradrenalin, NA) hatását – így fokozza a lipolízist
- fokozza a csontok hossznövekedését az epifízis porcra hatva, (pubertáskor az androgének is növesztenek, de zárják is az epifízist)
- fokozza a többi szerv növekedését de ehhez szükség van a  $T_3$  / $T_4$  -re és inzulinra is.

## Kóros állapotok:

### *Túltermelés:*

Majdnem mindig tumor okozza (általában jóindulatú)

Csontdeformációval, látásproblémákkal, szívelégtelenséggel, gyengeséggel jár együtt

- fiatalkori: óriás növekedés
- felnőttkori: végtagok megnövekedése (akromegália)

### *Hiány:*

- veleszületett hiányakor - csontok, szervek növekedése elmarad (hipofízis törpék), pubertáskor késik, gyenge csontok,

Felnőtt: diabetes és szívbetegség kialakulásának esélye nagyobb

## Pajzsmirigyre ható hormon - TSH

- a pajzsmirigy hormonelválasztását szabályozza
- TSH hiányában a pajzsmirigy nem képes hormontermelésre
- termelését egyrészt a TRH tripeptid szabályozza (átírás + szekréció)
- emlősök nagy részében hideg elleni védekezés indukálja a TRH-t
- a pajzsmirigy  $T_3$  / $T_4$  hormonjai hatnak a TRH szekrécióra, a TSH sejtek TRH érzékenységére és a TSH átírásra
- a TSH termelés pulzáló, reggel alacsony, estére megnő, éjjel magas

## **Mellékvese kéregre ható hormon – ACTH**

- a mellékvesekéregben a glikokortikoidok képződését és leadását váltja ki
- hiányában ezek nem termelődnek, anyagcsere zavar alakul ki  
túltermelődése magas kortizolszintet alakít ki
- az ACTH termelés legfontosabb szabályzója CRH – a kortizol csökkenti a CRH érzékenységet
- az ACTH és a kortizol az ébredés környékén, mutat maximumot, utána csökken

a stressz igen erőteljesen fokozza az ACTH szekrúcióját

## **Tüszőérést serkentő hormon - FSH**

- a petefészekben a ciklusonként fejlődő tüsző érését
- a tüszőhormon (ösztrogén) termelését irányítja
- férfiakban a herékben az ondósejtek fejlődését

## **Sárgatestképződést serkentő hormon - LH**

- ösztrogénszekréción, tüszőrepedést vált ki
- hatására a sárgatestben progeszteron képzés indul meg
  - férfiakban az LH, a hím nemi hormon, a testoszon termelését szabályozza

## **Tejválasztó hormon – prolaktin, LTH**

Funkciói: reprodukció és tejválasztás szabályozásán kívül hat a növekedésre, anyagcserére, elektrolit transzportra és viselkedésre is, ezenkívül immunrendszeri problémák és tumorfejlődés háttérében is állhat kóros prolaktin hatás.

Növekedési hormonnal és a placentális laktogén hormonnal nagyfokú strukturális analógia,

Több formában van jelen a keringésben: 23 kDalton monomer forma leggyakoribb,

nagy molekulatömegű formák biológiai aktivitása alacsony patológiás funkciójuk miatt,

Kisebb molekulatömegű formák közül a 16 kDaltonos több szövetben előfordul, és hatással van az érzékelésre.

## **Nőknél:**

hat a petefészerekre, ciklus elején magas szintje gátolja a peteérést, ciklus végén magas szintje segíti a pete beágyazódását

terhesség alatt megnövekedett szintje hatására alakul át a nyugalmi állapotú mell szekretálóvá

szülés után szabályozza tejelválasztást

## **Férfiak:**

hatása kevésbé tisztázott

magas szintje csökkenti a tesztoszteron szintet és abnormális spermium  
produkciónhoz vezet



## **Állatmodellekben felfedezett további hatások:**

Pontos hatása fajonként változik. Emberben is valószínűsíthető hatások:

Pancreas  $\beta$ -sejt proliferáció elősegítése, főleg a terhesség alatti normál glükóz háztartás fenntartásában van szerepe.

Gyulladás hatására bekövetkező porc sejt apoptózist kivédi pl rheumatoid arthritisben.

Mellrákban lehet szerepe, bár a magas prolaktin szint és a mellrák kialakulása között nem bizonyított a kapcsolat.

16 kDaltonos forma érképződést gátolja ezzel a tumor növekedést, metasztázis képződést gátolja. Nem prolaktin receptoron keresztül hat, hanem szöveti plazminogén aktivivátor és az urokináz típusú plazminogén aktivátor (uPA) komplex részekén fejt ki hatását.

## Hátulsó lebeny: neurohypofízis

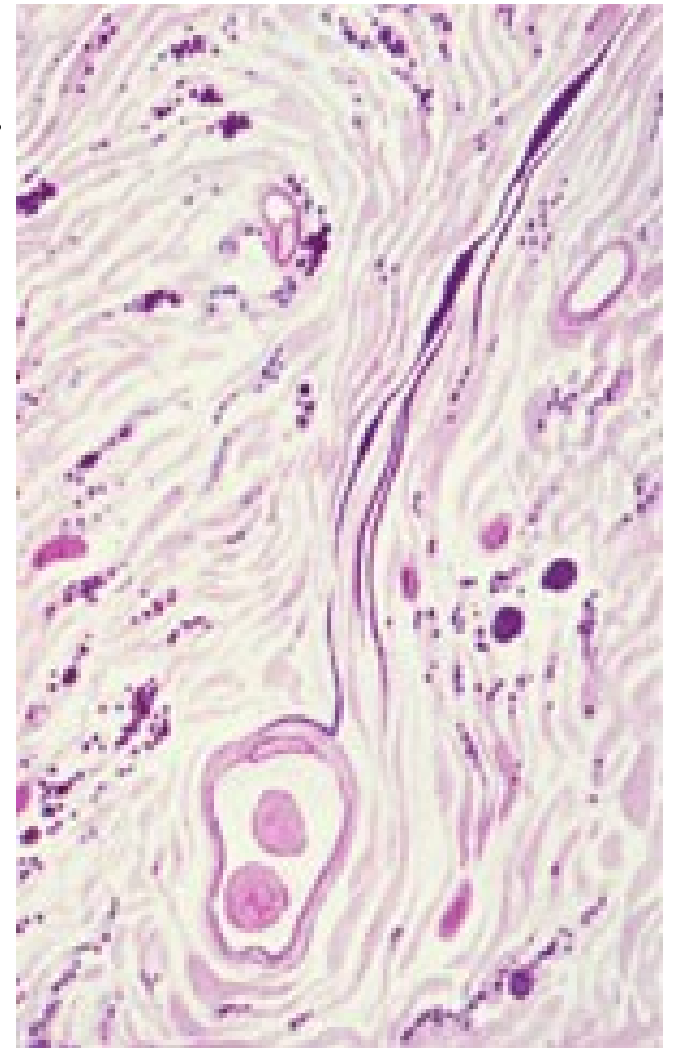
Megjelenésre idegszövetre hasonlít.

Axonterminálisok, vérerek veszik körül a sejteket.

Speciális sejttípusa: pituiciták, nyúlványos sejtek, módosult gliasejteknek.

A hypothalamikus hormonok raktározása Herring testeknek nevezett granulumok formájában.

Hematoxylin-eozin festésnél a neurohypofízis világosabb mint az adenohypofízis, a sok idegvégződés miatt sokkal kevésbé festődik.



## A hátsó lebeny hormonjai

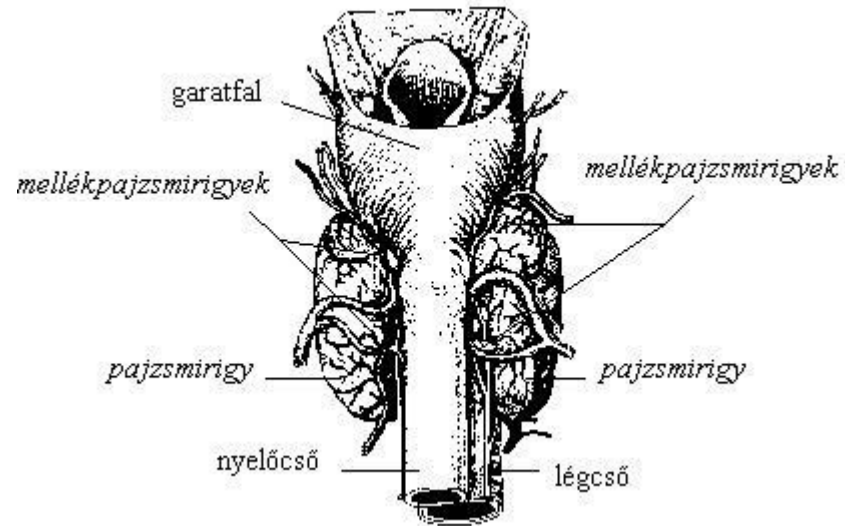
- **ADH**

- a vesecsatornácskákban végbemenő vízvisszaszívást szabályozza

- **oxytocin**

- szülési méhösszehúzóerőket váltja ki
- szülés után serkenti az emlőmirigyek működését
- tejleadás szabályozása

# PAJZSMIRIGY



- nyak elülső részén, a gégeporcra nőve helyezkedik el

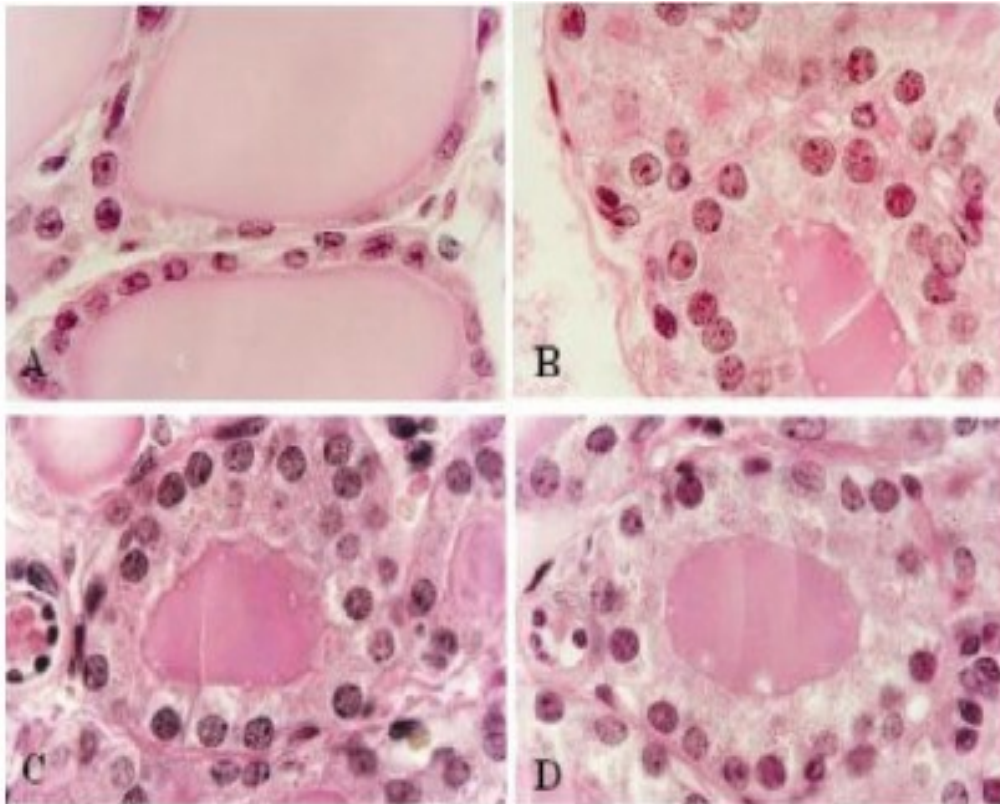
## Hormonja

- Tiroxin  $T_4$
- Trijód-trinonin  $T_3$
- kalcitonin

## Pajzsmirigy:

A gégefő és a légcső találkozásánál a pajzsporc két oldalán páros szerv, a kétoldali lebenyeket isthmus (szűkület) köti össze.

Erekben gazdag kötőszöveti sövetekkel határolt follikuluszok



Follikulusz fala: lap-, köb- vagy hengerhám.

Üregben: eozinnal jól festődő kolloid

Komponensei: tireoglobulin, tyroxin és trijódtrionin.

## T3, T4 termelés, szállítás

T3 sokkal hatékonyabb, mint a T4 (tiroxin) T4 előforma

- T4 a tireocitában és más sejtekben is T<sub>3</sub>-á alakul
- inaktiválás dejodinálással, vagy az oldallánc dezaminálásával
- szállítás: főleg fehérjékhez kötve (tiroxinkötő globulin 85%, tiroxinkötő prealbumin 15%, albumin 5%),
- szabad hormon koncentráció alacsony és konstans
- pulzusokban ürül: maximum kora hajnalban, minimum délután
- a szekréciót a TSH szabályozza, hat a szöveti állományra is

fontos a negatív visszacsatolás, de van nyílt láncú szabályozás is: éhezés, stressz csökkenti, hideg (újszülöttek és állatok) fokozza termelését.

## Pajzsmirigy hormontermelésének szabályozása

- a TSH receptora 2 alegységből álló glikoprotein,
- a TSH többféle mechanizmuson keresztül hat:
  - cAMP kapcsolt jelátviteli utakat aktivál
  - serkenti a jodid felvételt,
  - serkenti tiroglobulin szintézist és annak jódozását
  - serkenti a tironin váz kialakulását
  - serkenti a kolloid endocitózist
- a TSH a pajzsmirigysejtek hipertrófiáját okozza, ha nem termelődnek a pajzsmirigy hormonjai (pl. jódhiány miatt), akkor a negatív visszacsatolás hiánya miatt a TSH termelés magas marad, és golyva alakul ki.

## T3, T4 hatásai:

- hidrofóbok, átjutnak a sejtmembránon,
- sejtmagba bejutva génexpressziót befolyásolják
- a citoplazmatikus receptor a T<sub>3</sub>-at köti,
- a receptor a módosítani kívánt gének TRE szakaszához (thyroid response element) kapcsolódik, de ehhez egy további magfehérje is szükséges (l. cAMP, CRE, CREB)
- fejlődésben, morfogenezisben szerep
- az idegrendszer posztnatális fejlődésében szerep: mielinizáció, dendritikus arborizáció, szinapszisok kialakulása
- a kifejlett idegrendszer működéséhez is nélkülözhetetlenek



- közvetlenül hatnak a csont/porcra ,
- GH expressziója is függ tőlük
- a bőr kötőszövetének fehérjéit , glikoproteinjeit segítenek lebontani
- jelentős hatással van az alapanyagcserére – kalorigén (kivéve: agy, gonádok, lép)
- a hőtermelés fokozódik, mechanizmus nem ismert
- fokozódik a vérkeringés (pulzustérfogat és frekvencia, vagyis a perctérfogat)
- az ebihalak átalakulásában is döntő szerepük van, pajzsmirigy irtás – óriás ebihal, pajzsmirigypor – törpe békák

## Patológias állapotok:

### Golyva

- elsősorban a táplálék és víz  $I_2$  hiánya okoz golyvát (gyors hegyipatakok), de a táplálék elkészítési módja is szerepet játszhat  $I_2$  felvételt gátló, magas szulfocianát szint – Afrika világon 200 millió golyvás él, 1 milliárd a  $I_2$  hiány küszöbén

### *Alulműködés:*

- gyerekkori hiány: törpék, szellemi fogyatékosak

- felnőttkori alulműködés (autoimmun betegségeknél)

Az alap-energiaforgalom és az O<sub>2</sub>-fogyasztás a normális érték mintegy 60%-áig csökken.

Csökken a szív verőtérfogata, a szívfrekvencia, lassul a vérkeringés.

A betegek hidegtűrő képessége rossz.

A nemi funkciók (ivarsejtérés) és a libido megszűnnek.

Szellemi működés lassul, memória gyengül, aluszékonyság, depresszió alakul ki.

A betegek TSH-szekrúciója magas. Ha a betegséget jóddhiány okozta, a pajzsmirigy megnagyobbodik.

A hypothyreosis folyamán a szervezet csaknem valamennyi egyéb funkciója, az izomműködés, a belső elváltású mirigyek szekrúciója és a hormonok metabolizmusa, az emésztési és felszívódási folyamatok, a vese működése, továbbá a szénhidrátok, lipidek és fehérjék anyagcseréje valamilyen módon zavart szenved.

A hypothyreosis jellegzetes laboratóriumi tünete a vérplazma koleszterintartalmának emelkedése.

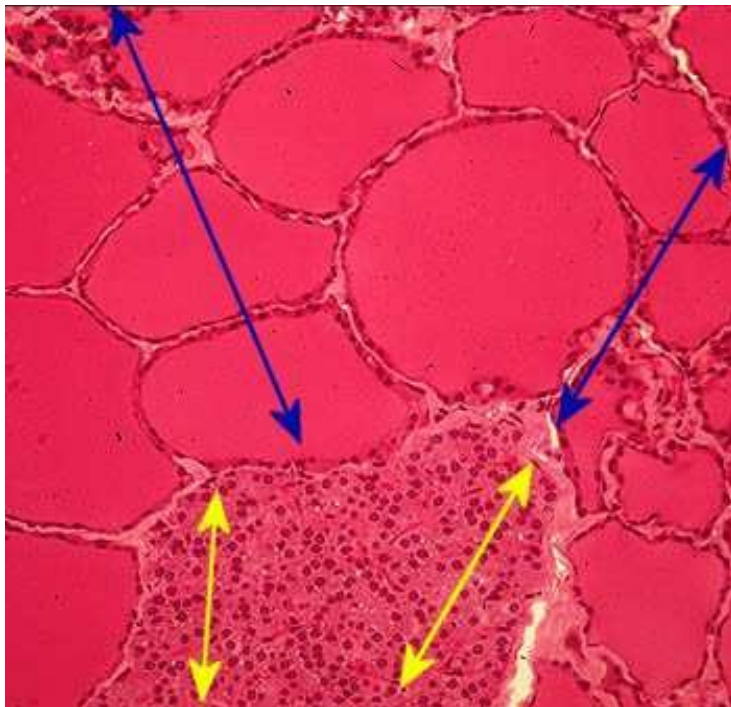
## Basedow kór: túlműködés

- sokat esznek, de fogynak,
- fokozott  $O_2$  fogyasztás és légzés, keringés fokozódás, kézremegés, nyugtalanság, emocionális labilitás
- hipertireózis leggyakrabban a TSH- receptorokkal szembeni autoimmun válaszra vezethető vissza – a termelt ellenanyag stimulálja a T3 T4 termelést, golyva nem alakul ki csak a Basedow-kór tünetei

**calcitonin:** parathormon antagonistája, vér  $Ca^{2+}$  szintjét csökkenti azzal, hogy fokozza a  $Ca^{2+}$  beépítését a csontokba

## MELLÉKPAJZSMIRIGY

- 4 db. lencsényi mirigy a pajzsmirigy lebenyeinek hátsó felszínén
- Mirigyek kötőszöveti tokba ágyazódnak. Kapillárisokkal dúsan ellátott szerv.
- teljes eltávolításuk halálhoz vezet



A pubertás kortól zsírsejtek is bevándorolnak a mirigybe, és felnőttekben már a mirigy tömegének felét kitehetik.

Kék nyíl: pajzsmirigy, megjelenését a kolloid szemcsék dominálják, csak kevés sejt található benne.

Sárga nyíl: mellépajzsmirigy, a kolloidszemcsék

eltűnnek, sejtekkel tömött struktúra.

Mellékpajzsmirigy hormonja a parathormon:

Calcitonin antagonistája

szervezet kalcium és foszfátion forgalmában játszik szerepet  
a vér  $\text{Ca}^{2+}$  szintjét növeli, hogy az izomtónus megfelelő legyen

$\text{Ca}^{2+}$  hatékony felszívása bélből

csontfaló sejtek aktiválásával a csontból  $\text{Ca}^{2+}$  kivonás,

betegségei:

- hiányában izomgörcsök testszerte- tetania
- túltermelődésénél – a csontpusztító sejtek felszaporodnak, és aktivizálódnak – csontok elvékonyodnak, törékennyé válnak.