



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

HORMONRENDSZER

Kiss Csaba

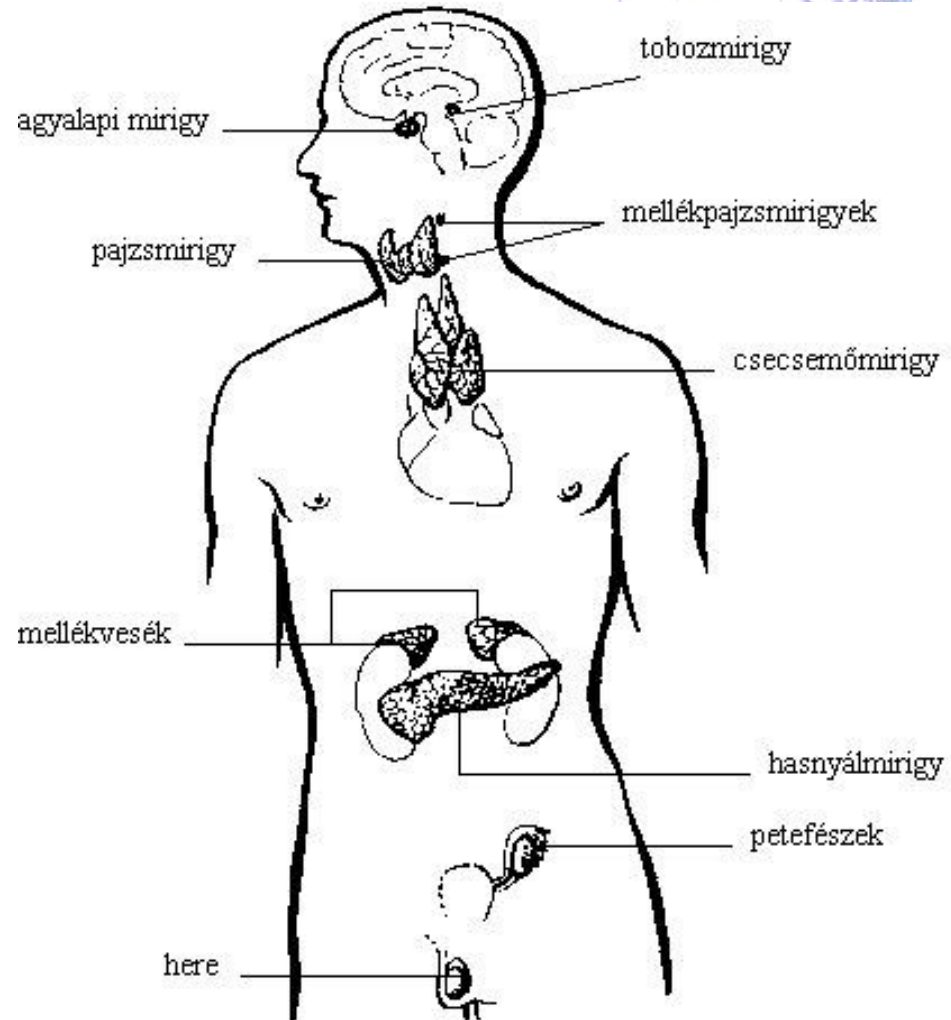
kiss.csaba@uni-eszterhazy.hu



Testünk váladéktermelő szerveit **mirigyeknek** nevezzük

Külső elválasztású mirigyek (*exokrin*): Váladékát kivezetőcsövön valamilyen testüregbe üríti (pl. nyálmirigy a szájüregben, a máj az epehólyagba)

Belső elválasztású mirigyek (*endokrin*): Nincs kivezetőcsövük, váladékát – a *hormonokat* – közvetlenül a vérbe üríti



A hormonrendszer felosztása:

- **Lokális hormonok:** termelődési helyük közvetlen szomszédságában fejtik ki hatásukat (pl. *szerootonin, gastrointesztinális hormonok, gasztrin, szekretin*)
- **Általános hormonok:** a vér útján távoli szervek működését szabályozzák. Egyesek a test minden sejtjére hatnak (pl. *növekedési hormon, pajzsmirigyhormon*), mások csak a megfelelő célszervre hatnak (pl. *az agyfüggeléknek a nemi szervekre ható hormonjai*)

Kémiai felosztásuk szerint:

- **Szteroid hormonok:** pl. *a mellékvesekéreg hormonjai, nemi hormonok*
- **Peptid hormonok:** pl. polipeptidektől a fehérjéig sokféle hormon: pl. *inzulin, vazopresszin*
- **Aminosav-származékok:** pl. *adrenalin*

Hatásuk alapján:

- **Adaptív hormonok:** gyors hatásúak, alkalmazkodási folyamatban játszanak szerepet, a homeosztázis fenntartásához kellene (pl. *a vércukorra, Na⁺- és vízvisszaszívásra, vér Ca²⁺ szintre ható hormonok*)
- **Morfogenetikus hormonok:** lassúbb változást generálnak, a felnőttekre jellemző működések kialakításában vesznek részt, hatásuk általánosabb, több szervet érintő (pl. *nemi hormonok, növekedési hormon, pajzsmirigy hormonjai*)

Hypotalamo-hypofizális rendszer:

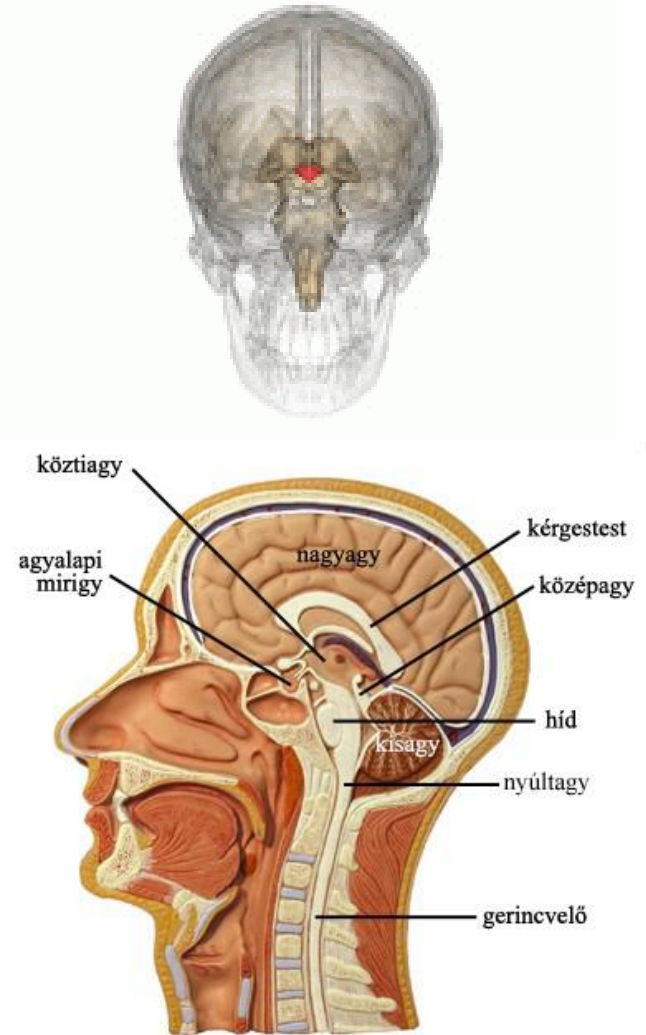
A **hipotalamusz** (*hypothalamus*) szabályozza a szervezet belső környezetének viszonylagos állandóságát (*homeosztázis*) az autonóm idegrendszeren és a hormonális (*endokrin*) rendszeren keresztül => **feed-back mechanizmus**

Serkentő hormonok (ún. releasing hormonok; RH):

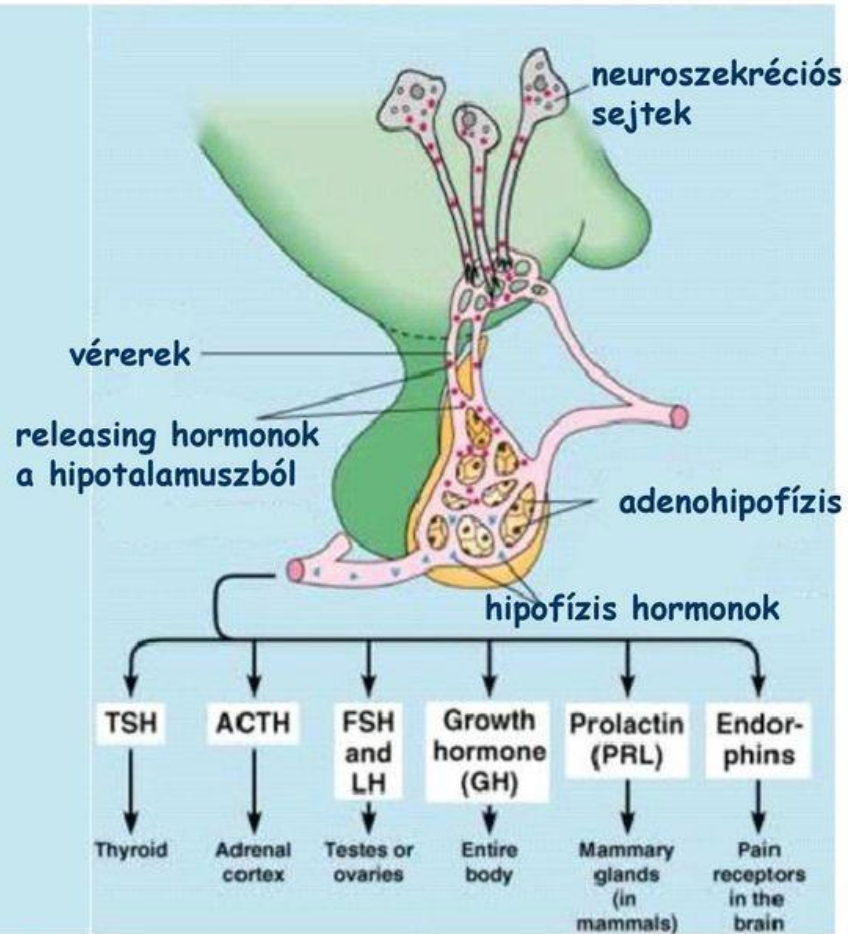
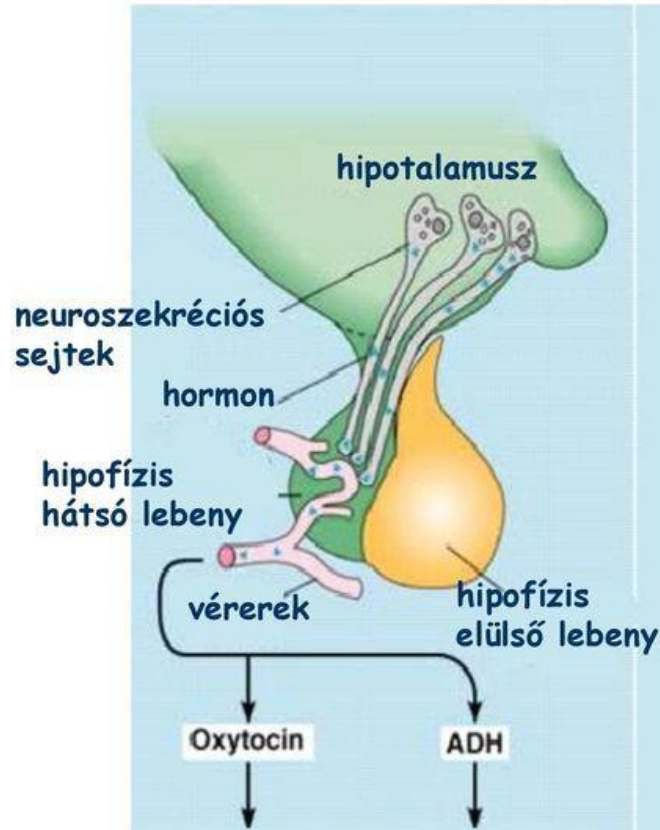
- Növekedési hormont felszabadító (releasing) hormon (**GHRH**) – a növekedési hormon szekrécióját serkenti
- Tireotropint felszabadító (releasing) hormon (**TRH**) – a TSH szekrécióját serkenti
- Kortikotropint felszabadító (releasing) hormon (**CRH**) – az ACTH szekrécióját serkenti
- Gonadotropint felszabadító (releasing) hormon (**GnRH**) – az FSH és LH szekrécióját serkenti

Gátló hormonok (inhibiting factor; IF):

- Szomatostatín – a növekedési hormon szekrécióját gátolja
- Dopamin – a prolaktin szekrécióját gátolja



Hipotalamo-hipofizeális rendszer



Agyalapi mirigy – hypophyzis

- 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 (adenohypophysis)* - mirigysejtekből áll
- *hátsó lebeny (neurohypophysis)* - idegszövet alkotja
- *köztilebeny* - embernél csökevényes

Az elülső lebeny hormonjai:

- Növekedési hormon (somatotrop hormon; **STH**)
- Pajzsmirigyre ható hormon (tirotrop hormon; **TSH**)
- Mellékvesekéregre ható hormon (adrenocorticotrop hormon; **ACTH**)
- Tüszőérést serkentő hormon (folliculusstimuláló hormon; **FSH**)
- Sárgatestképződést serkentő hormon (luteinizáló hormon; **LH**)
- Tejelválasztást serkentő hormon (luteotrop hormon, prolactin; **LTH**)

Növekedési hormon (somatotrop hormon; STH, growth hormon; GH)

- Egész életen át termelődik, de a serdülőkor (pubertás) után jelentősen csökken
- Szerepe a fejlődés, növekedés elősegítése
- Hatására a test sejtjei megnagyobbodnak és megsokszorozódnak
- A csontok hosszirányban és vastagságban is gyarapodnak
- A lágy szövetek (pl. izmok) és a zsigerek (pl. szív, máj, nyelv) megnagyobbodása
- Növeli a vércukorszintet
- A zsírmobilizációt és a zsírbontást serkenti.
- Felnőtt korban a fehérjeszintézist és a sejtképződést serkenti

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 (tireotrop 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 T3 /T4 hormonjai hatnak a TRH szekrécióra, a TSH sejtek TRH érzékenységére és a TSH átírássra
- A TSH termelés pulzáló, reggel alacsony, estére megnő, éjjel magas

Mellékvesekéregre ható hormon (adrenocorticotrop hormon; ACTH)

- A mellékvesekéregben a glikokortikoidok képződését és leadását váltja ki
- Hiányában ezek nem termelődnek, anyagcsere (szénhidrátforgalom) 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 szekrécióját

Tüszőérést serkentő hormon (folliculusstimuláló hormon; FSH)

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

Sárgatestképződést serkentő hormon (luteinizáló hormon; LH)

- Nőkben ösztrogénszекреciót, tüszőrepedést vált ki
- Hatására a sárgatestben progeszteron képzés indul meg
- Férfiakban a hím nemi hormon (testoszon) termelését szabályozza

Tejválasztást serkentő hormon (luteotrop hormon, prolactin; LTH)

- Elősegíti várandóság idején az emlők növekedését
- Szülés után megindítja és fenntartja a tejválasztást
- Szerepe van az anyai ösztön kialakulásában
- Férfiakban hatása kevésbé tisztázott
- Magas szintje csökkenti a tesztoszteron szintet és abnormális spermium produkcióhoz vezet

A hátsó lebeny hormonjai

- A *neurohypophysis* hormont **nem termel**, csupán tárolja a *hypothalamus* ún. nagysejtes (*magnocelluláris*) magcsoportjaiban termelődő hormonokat
- A tárolt hormonok ürítését ugyancsak a *hypothalamus* felől érkező idegimpulzusok váltják ki

Antidiuretikus hormon (ADH) vagy vazopresszin

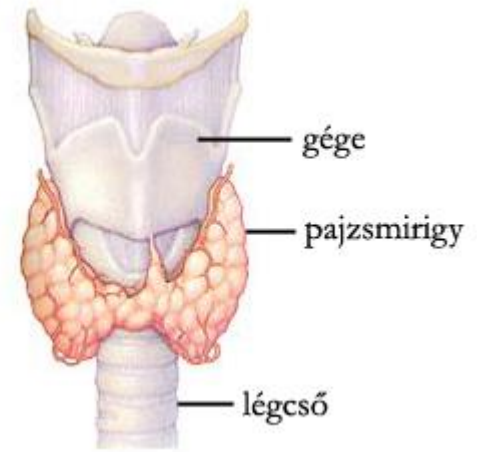
- Lehetővé teszi a vese *nefronjához* tartozó gyűjtőcsatornában a víz visszaszívását, ezzel szabályozza az ürített vizelet mennyiségét
- Befolyásolja a szervezet só- vízháztartását.
- A *vazopresszin* kifejezés a vérnyomást emelő funkcióra utal, ugyanis az ADH nagy adagban az erek simaizmát összehúzza, és ezzel vérnyomás-emelkedést idéz elő.
- ADH hiányában a vesecsatornák vízáteresztő képessége fokozódik, így nagy mennyiségű, híg vizelet ürül (naponta akár 15–20 liter) => *diabetes insipidus*. Ennek megfelelően a beteg vízigénye hasonlóan nagy mennyiségű lehet.
- Az ADH termelésének ingere a vér nagy ozmotikus koncentrációja vagy kis térfogata (sűrű vagy kevés vér), ami a *hypothalamus* ozmoreceptorainak ingerlésével fejt ki hatását.

Oxitocin (oxytocin)

- Serkenti a várandós méh simaizomzatának összehúzódását, a szülés megindítását, (várandósság alatt a vér magas *progeszteron* szintje megakadályozza ezt)
- Szülés után kiváltja az emlőből a tej kiürülését, és a méhet az eredeti méretre próbálja visszaállítani.

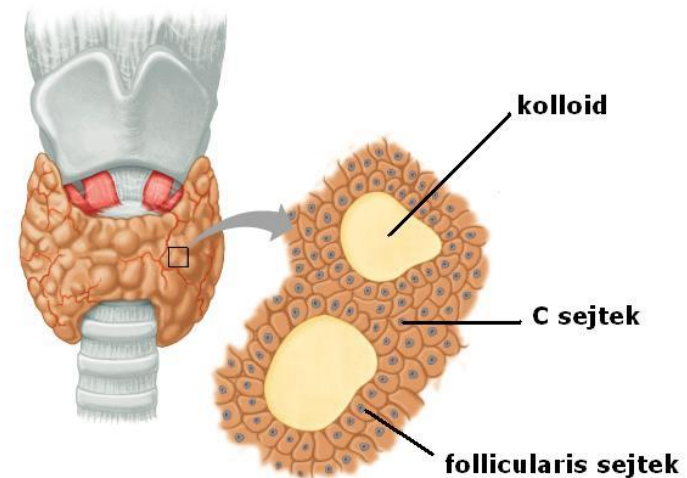
Pajzsmirigy (*glandula thyroidea*)

- A nyak alsó, alulsó részén helyezkedik el
- Két lebenyből és az őket összekötő középrészből áll, amelyek közös tokba ágyazottan a légcső (*trachea*) felső, ill. a gége (*larynx*) alsó részét veszik körül előlről
- Egyetlen sejtsor által határolt, apró gömböcskékből áll (*follikulus*), amelyeket belül fehérjékben gazdag kolloid anyag tölt ki



Hormonjai:

- Tiroxin T4
- Trijód-trinonin T3
- Kalcitonin



Tiroxin, trijód-tironin

- A tiroxin, trijód-tironin (jódtartalmú aminosav-származékok).
- Hatásukra nő a sejtek cukorégetése, nő a légzésszám, szaporábban ver a szív.
- Ezenkívül a növekedési, érési folyamatokban, a zsíryanycsere szabályozásában, a szénhidrátok belekből való felszívódásának fokozásában és az oxigén hemoglobinról való ledisszociálásának a serkentésében játszik elengedhetetlen szerepet.
- A tiroxintermelést az agyalapi mirigy hormontermelésének közvetítésével (**TSH**) az idegrendszer szabályozza.
- Ha nő a vérben a tiroxin mennyisége, akkor ezt az agyalapi mirigy, az idegrendszer sejtjei is érzékelik, így a vér tiroxintartalma gátolja hormontermelésüket.
- Emiatt a serkentés és a gátlás egyensúlyban van, a tiroxintermelés normális, a sejtek lebontó anyagcseréje is átlagos.

Patológiás állapotok:

Golyva

- Elsősorban a táplálék és víz **jód** hiánya okoz golyvát (gyors hegyipatakok), de a táplálék elkészítési módja is szerepet játszhat pl. a felvételt gátló, magas szulfocianát szint – Afrika
- A világon 200 millió golyvás él, 1 milliárd a jód hiány küszöbén

Alulműködés (*hypothyroidismus*):

- Gyerekkori hiány: törpék, szellemi fogyatékosak, anyagcsere zavarok (*kreténizmus*)
- Felnőttkori alulműködés (*autoimmun betegségeknél*); alvási problémák, állandó fáradtság, hajhullás, száraz bőr, koncentrációzavarok, depresszió, hidegre érzékenység, izom és ízületi fájdalmak, gyakori, erős havi vérzés, elhízás

Túlműködés (*hyperthyroidismus*):

- Sokat esznek, de fogynak
- Fokozott O₂ fogyasztás és légzés, a keringés fokozódása, 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*

Kalcitonin

- *Kalcitonin* (peptid hormon, a pajzsmirigy tüszői közti sejtek termelik)
- A parathormon *antagonistája*.
- Szabályozza a kalcium-anyagcserét, segíti a táplálékból a vérbe felszívott kalcium csontba történő beépülését (D-vitamin segítségével).
- A kalcitonin-termelődés ingere a vér magas kalciumtartalma.

Mellékpajzsmirigy (*glandula parathyroidea*)

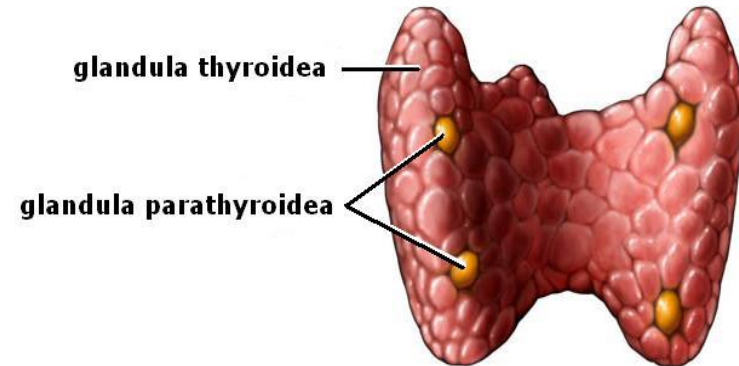
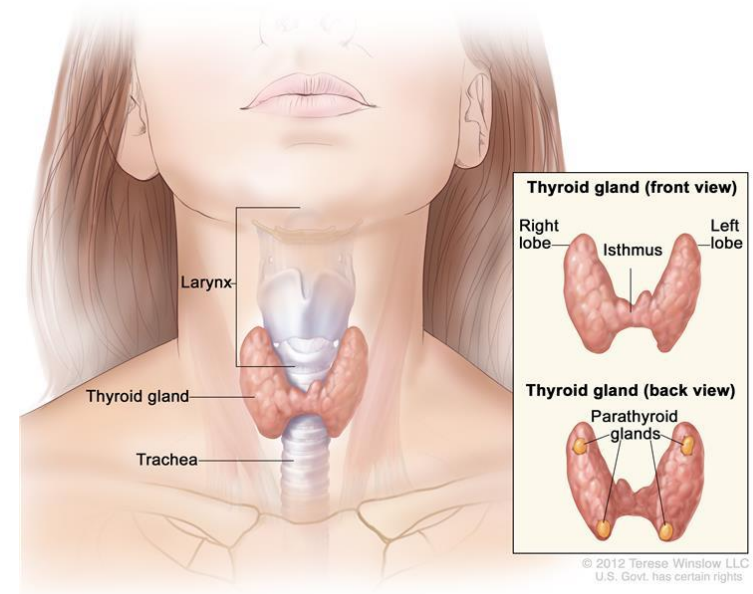
- 4 db. lencsényi mirigy a pajzsmirigy lebenyeinek hátsó felszínén
- Teljes eltávolításuk halálhoz vezet

Parathormon: Calcitonin antagonistája

- A szervezet kalcium és foszfátion forgalmában játszik szerepet
- A vér Ca^{2+} szintjét növeli, hogy az izomtónus megfelelő legyen
- Csontfaló sejtek aktiválásával a csontból Ca^{2+} kivonás, illetve Ca^{2+} hatékony felszívása bélből

Betegségei:

- Hiányában izomgörcsök test szerte (*tetania*)
- Túltermelődésénél a csontpusztító sejtek felszaporodnak, és aktivizálódnak – csontok elvékonyodnak, törékennyé válnak



Mellékvese (*glandula suprarenalis*)

- Páros, piramis alakú (átmetszetben háromszögletű) szervek
- A vesék felső csúcsán, a vese zsíros tokjában ágyazottan helyezkednek el
- Nevük helyzetükből adódóan származik, a vesével nincs kapcsolatuk
- Működését az agyalapi mirigy *adrenokortikortop* hormonja (**ACTH**) szabályozza negatív feed-back mechanizmussal

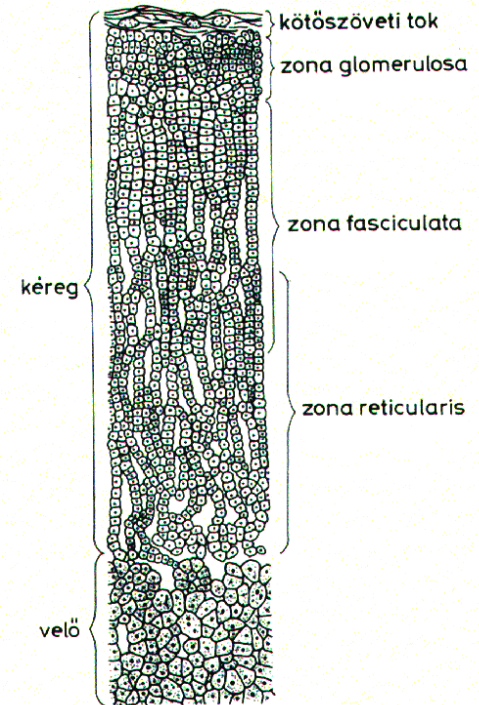
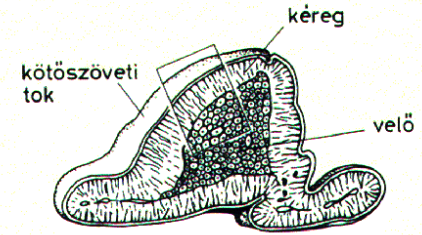
Részei:

Külső kéregállomány: 3 rétegű

- Szteroid típusú hormoncsoport (*kortikoszteroid*)

Belső velőállomány:

- Szimpatikus idegrendszer részeként tekinthető



A kéregállomány hormonjai

Mineralokortikoszteroidok: aldoszteron

- A kéregállomány külső rétegében
- Az elektrolit háztartást, a Na⁺ és K⁺ forgalmat
- Fokozza a nefron kanyarulatos csatornáiban a nátrium visszaszívását
- Hiányában a szervezet nem képes Na⁺ visszatartani, viszont a K⁺ koncentráció a sejtekben egyre nagyobb lesz
- N⁺ veszteség folytán a vér vízmegkötő képessége csökken, így a vér erősen besűrűsödik

Androgénkortikoszteroidok: ösztrogén és androgén

- A kéregállomány legbelső rétegében
- Szexuálkortikoszteroidok: mind a két nemnél mindegyik termelődik, csak az ellenkező nemi hormonból kevés
- A prepubertás korában kezdenek termelődni és a nemi érést eredményezik
- Férfias nemi jelleget alakítanak ki, fokozzák az izom-, csont- és szőrnövekedést
- Nőkben az ösztrogén hormon ellensúlyozza ennek hatását
- Női klimax: ösztrogén termelés csökken, androgén termelés marad - szőrösödés, hajhullás
- Férfi klimax: nőiesedés, hízás, magasabb hang

Glikokortikoszteroidok: kortizon, hidrokortizon, kortikoszteron

- A kéregállomány középső rétegében
- Fehérjékből és zsírokból cukrot állítanak elő, növelik a vércukorszintet, ezzel feltöltik a cukorraktárakat
- Csökkentik a vérben keringő immunglobulinok mennyiségét, enyhítik a gyulladást és az allergiás reakciókat

Fokozott kortizol termelődés: Cushing-kór (*hiperkortizolizm*)

- Gyakran kortikoszteroid kezelés mellékhatásaként.
- Tünetei: súlynövekedés; a bőr vékony, könnyen alakulnak ki véraláfutások; zsírlerakódás az arcon, amitől az arc kerek lesz; izom és csontgyengeség; libido csökkenése; depresszió, érdektelenség

Kevés kortizol termelődés: Addison-kór (pigment felszaporodással jár)

- Autoimmun betegség
- Korai tünetek: fáradékonyság, izomgyengeség, kedvetlenség, étvágytalanság, súlyvesztés, fokozott szomjúságérzet
- Később: ájulás, zavartság, kimerültség, bőr bronz pigmentációja, száj és íny sötétedése

A velőállomány hormonjai

Adrenalin:

- Közvetlenül az idegrendszer parancsára termelődik
- A szervezet a stressz hatására fokozott *adrenalin*termeléssel válaszol
- Szimpatikus hatást vált ki, mert a máj mozgósítja a glikogénraktárait és glükózt juttat a vérbe
- Ezáltal javul a mozgásszervrendszer, az érzékszervek, az idegrendszer vérellátottsága, nő a vércukorszint, fokozódik a légzési és keringési szervrendszer teljesítménye
- A perifériás idegrendszer útján a **stressz** a *hypothalamusban* az agyalapi mirigy **ACTH-hormon** termelését segítő *releasing faktor* termelését váltja ki
- Hatásmechanizmusának érvényesülése során a mellékvese kéregállományában a *glikokortikoszteroidok* fokozzák a fehérje- és zsírlélebontást, a vércukorszint-növekedést
- A megfelelő kéreghormonszint gátlólag hat a további *releasing faktor* termelésére (*negatív feedback*). Így a kéreghormon-termelés a normál szintre csökken.

Noradrenalin:

- A szimpatikus hatás révén a szív koszorús ereit tágítja, fokozza a szívizom vérellátottságát, a többi eret szűkíti



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM