



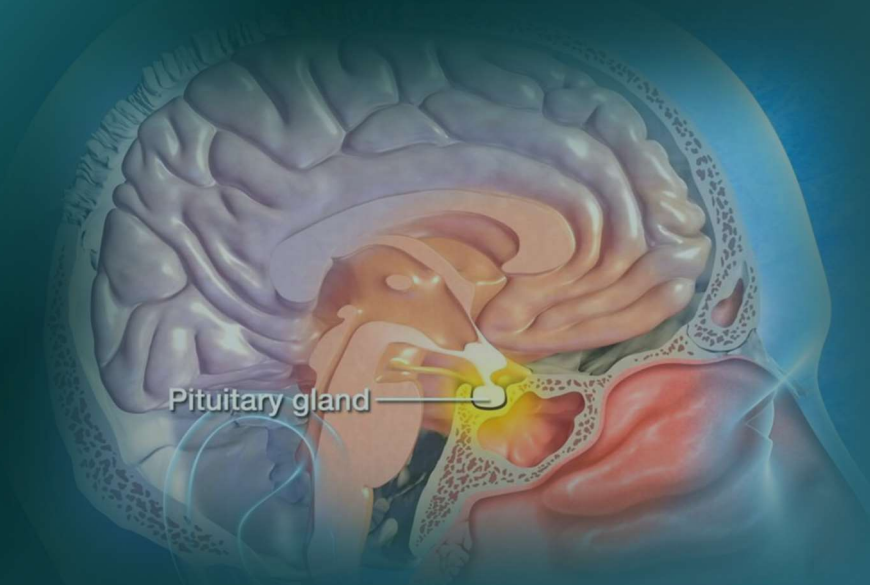
4.8.4. A HORMONRENDSZER

4.8.4.1. HORMONÁLIS MŰKÖDÉSEK

4.8.4.2. BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ MIRIGYEK

4.8.4.3. A HORMONRENDSZER EGÉSZSÉGTANA

Készítette Vizkievics András



Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

4.8.4. A hormonrendszer

4.8.4.1. Hormonális működések

Kulcsfogalmak

- Hormonrendszer működése,
- térfogat szabályozás, ozmotikus egyensúly, pH- állandóság, puffer, vércukorszint szabályozás.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a hormonrendszer működésének a lényegét, a hormontermelést és szabályozását.
- Magyarozza, hogy ugyanaz a hormon más szervben más hatást fejthet ki (receptor-különbség).
- Magyarozza, hogyan befolyásolják a hormonok a szervezet szénhidrát-anyagcseréjét (adrenalin, inzulin, glukagon glükokortikoidok) só- és vízháztartását (aldoszteron, vazopresszin), kalcium-anyag-cseréjét (parathormon, kalcitonin, D-vitamin/hormon)..

4.8.4.2. Belső elválasztású mirigyek

Kulcsfogalmak

- belső elválasztású mirigyek elhelyezkedése és azok hormonjai, női nemi ciklus, fogamzásgátlás, visszacsatolás,

Gondolkodási művelet

- Ismertesse az ember belső elválasztású mirigyeinek elhelyezkedését, az alábbi hormonok termelődési helyét és hatását: inzulin, adrenalin, tiroxin, tesztoszteron, oxitocin, ösztrogén, progeszteron, hcg, tüszőserkentő hormon, sárgatestserkentő hormon, növekedési hormon, pajzsmirigyserkentő hormon, tejelválasztást serkentő hormon, kortizol, mellékvese-androgének.
- Értelmezze ábra alapján a női nemi ciklus során végbemenő hormonális, valamint a méhnyálkahártyában, petefészekben és testhőmérsékletben végbemenő változásokat. Magyarozza a hormonális fogamzásgátlás biológiai alapjait.
- Elemezze a pajzsmirigy példáján a hormontermelés szabályozásának alapelveit.
- Elemezze az agyalapi mirigy, a hipotalamusz és a mellékvesekéreg hormonjainak hatását.
- Igazolja példákkal, hogy hormon nem csak belső elválasztású mirigyben jöhet létre, gyakorlatilag minden szerv képes előállítani hormont.
- Elemezzon hormonális hatásokat igazoló kísérleteket, esettanulmányokat a szervezet szénhidrát-anyagcserére, illetve a só-és vízháztartásra vonatkozóan.



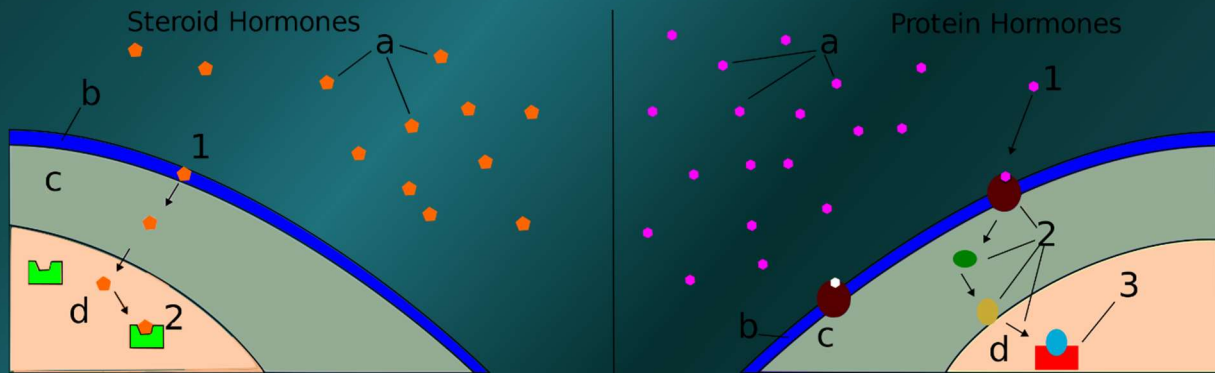
4.8.4.3. A hormonrendszer egészségtana

Kulcsfogalmak

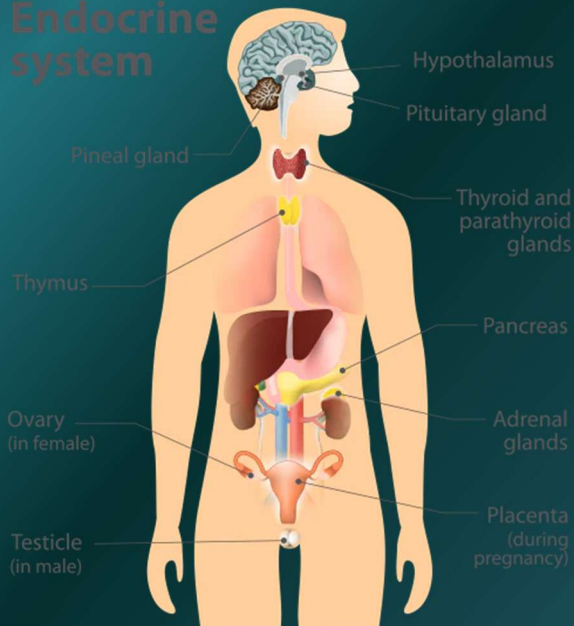
- Cukorbetegség (1-es és 2-es típusú),
- óriásnövés (gigantizmus), akromegália, arányos törpenövés, pajzsmirigy túlműködés és alulműködés, strúma.

Gondolkodási művelet

- Magyarázza a cukorbetegség lényegét, típusait, tüneteit, okait, kockázati tényezőit és kezelési módjait. Értékelje a vércukorszint mérése eredményeit.
- Elemezze a növekedési hormon, a tiroxin hiányából, illetve többletéből eredő rendellenességeket.



Endocrine system



4.8.4. A hormonrendszer

Készítette: Vizkievicz András

A fejezet a követelményrendszer 4.8.4. pontja alapján készült.

Ismétlés 2.3. fejezet alapján

Szabályozás, a sejtek közötti kommunikáció lásd még 4.1.1. fejezet



Az élő rendszerekben végbemenő folyamatok meghatározott **szabályozás** alatt állnak.

A **szabályozás** során az **irányított rendszer** folyamatosan visszajelez a központnak, befolyásolva annak működését (**kétirányú kapcsolat**).

A **negatív visszacsatolás** az a szabályozó folyamat, amikor a **szabályozórendszer a hibajellel ellentétes előjelű hatással** módosítja a rendszer működését. Ilyenkor a **rendszerből kilépő hatások csökkentik a folyamatok mértékét** (csökkenésre növelés, növekedésre csökkentés).

A **negatív visszacsatolás a rendszert stabilizálja**. **Önszabályozás** jön létre, a rendszer egy **dinamikus egyensúlyi állapotban** tartja fenn önmagát. A sejtek, élő szervezetek optimális működésének előfeltétele egyfajta **belső stabilitás**, a **belső környezet egyfajta állandósága**. A **belső környezet szabályozott állandóságának az állapotát homeosztázisnak** nevezzük. Az **önszabályozó folyamatok az élő szervezetek sokféle jellemzőjét** - kémhatás, ionkoncentráció, térfogat stb. - **tartják állandó értéken**, de legalábbis egy meghatározott tartományon belül.

Pozitív visszacsatolásról akkor beszélünk, ha a **rendszerből kilépő hatások tovább erősítik a folyamatok mértékét**, (növekedésre növelés, csökkenésre csökkentés).

Például

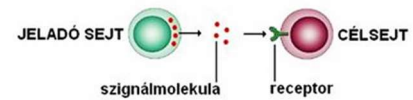
- a légkör felmelegedése fokozza a párolgást, ami növeli a légkör páratartalmát.
- Mivel a vízgőz üvegházhatású, ezért a megnövekedett páratartalom tovább növeli az üvegházhatást, azaz a légkör felmelegedését.



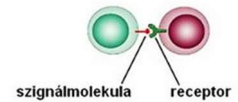
Az állandóan változó külső környezetben az állati **szervezet homeosztázisát a biológiai szabályozás teszi lehetővé**. A **homeosztázis feltétele az egyes sejtek, szövetek, szervek működésének összehangolása**. A soksejtű szervezetben a homeosztázis érdekében a **sejtek között szoros együttműködés van**. Valamennyi sejtnek értesülnie kell a többi sejt állapotáról, valamint a saját működésének változásairól. Ez úgy valósul meg, hogy a soksejtűekben a **sejtek között egy olyan kommunikációs rendszer létezik**, ami a **sejtek működésének az összehangolását**, így az egész szervezet normális működését **szolgálja**. A sejtek közötti **kommunikáció, az egyes sejtek által kapott és adott jelek sorozata**, amely meghatározza a sejtek helyét és feladatát. Amennyiben egy sejt valami folytán kiesik e **kommunikációs rendszerből**, akkor **elpusztul**, vagy **kóros elváltozásokat hoz létre**, mint pl. a rákos daganatok sejtjei. A különféle feladatokat ellátó egységek összehangolását tehát a köztük működő kommunikáció teszi lehetővé, melynek során **egyed-egy sejt különféle jeleket - kémiai, elektromos - bocsátanak ki**, amelyeket más sejtek - a **célsejtek** - **felismernek**, aminek következtében **működésüket megváltoztatják**. A jel megjelenése meghatározó jelentőségű, de a szabályozás szempontjából ugyanilyen jelentősége van a jel megszűnésének is. Ezért a **jelmolekulák élettartama meglehetősen rövid** (percek, másodpercek).

A **jelforgalmi hálózatok** működhetnek

- a **sejtek között, sejten kívül,**
- de egyaránt lehetnek **sejten belül** is.

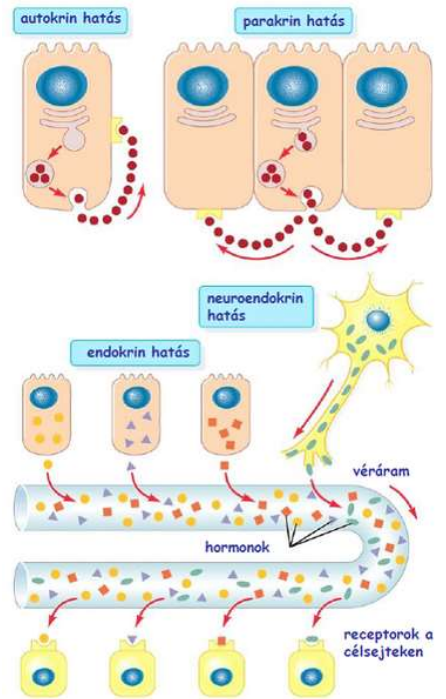


A **sejtek közötti kommunikációban** a **jelként** ható **vegyületek** lehetnek pl. **hormonok, szöveti hormonok, sejtfelszíni molekulák.**



A kommunikációnak, a **jelátvitelnek** a szervezet szintjén **több formája** alakult ki:

- az **endokrin kommunikáció** a **hormonális szabályozás** alapja, aminek során **belső elválasztású mirigyek**, hatóanyagaikat, a **hormonokat** a **vérbe ürítik**, amely elszállítja azokat a célsejtekhez, megváltoztatva működésüket.
- Amennyiben a hormonokat **idegsejtek termelik, neuroszekrécióról** beszélünk.
- **Neurokrin kommunikáció**, amely az idegi szabályozás alapja.
- **Parakrin kommunikáció**, melyre példát a tápcsatorna falában termelődő **szöveti hormonok** kapcsán látunk, ilyenkor a jelet kibocsátó sejtek a környezetükben levő sejtek működését befolyásolják.
- **Autokrin** kommunikáció, ahol az elválasztott anyag a sejt saját működését befolyásolja. A kibocsátó sejt saját magát értesíti, többnyire arról, hogy a kiürülő anyag mennyisége mekkora. Például sok idegsejt a szinaptikus transzmitterét az axonvégződésen meg is tudja kötni, és az itteni receptorok izgatása legtöbbször negatív visszacsatolással szabályozza – csökkenti - a transzmitter ürülését.



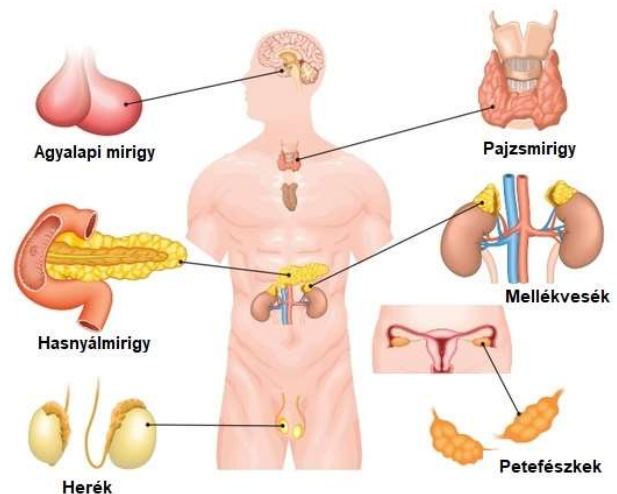
Az endokrin – hormonális - szabályozás

Belső elválasztású mirigyek

Az endokrin kommunikáció során a **jelkibocsátó egységet** **belső elválasztású mirigynek** nevezzük, amelyek **kivezetőcső nélküli mirigyek**, hatóanyagaikat a **hormonokat** **közvetlenül a vérbe ürítik.**

A fontosabb **belső elválasztású mirigyek:**

- **agyalapi mirigy,**
- **(tobozmirigy, lásd köztiagy),**
- **pajzsmirigy,**
- **mellékpajzsmirigy,**
- **mellékvesék,**
- **hasnyálmirigy,**
- **ivarmirigyek (here, petefészek).**



Hormonok, elsődleges hírvivők

A **jelként funkcionáló anyagokat** - transzmittereket - **hormonoknak** hívjuk. A hormonok, mint **elsődleges hírvivők**, belső elválasztású mirigyek által termelt hatóanyagok, amelyek más sejtek – **célsejtek** - működését megváltoztatják. A hormonok lehetnek:

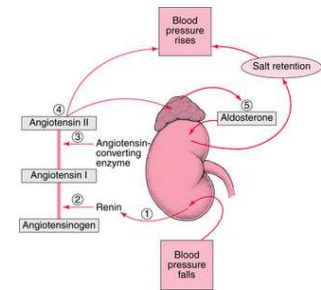
- **aminosav-származékok:** tiroxin, adrenalin,
- **peptidek:** ADH, oxitocin, inzulin, növekedési hormon,
- **szteroidok:** mellékvesekéreg-hormonok, nemi (ivari) hormonok.

A **hormonok rövid élettartalmúak** (percekben, szteroid hormonok órákban mérhető), viszonylag **gyorsan lebomlanak**, aminek köszönhetően a **termelés mértékével szabályozható egy adott hormon koncentrációja** a vérben, ami pedig a **hormonhatás intenzitását határozza meg**. A hormonális hatás lehet lassú és tartós (növekedés), de lehet viszonylag gyors, rövidebb hatású (adrenalin).

Hormonokat nemcsak belső elválasztású mirigyek termelnek, hanem különféle szövetek, szervek, az általuk termelt transzmittereket, a szöveti hormonokat a környezetükbe bocsátják.

Néhány példa szöveti hormonokra

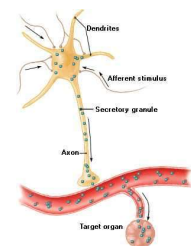
- A **gyomorban** termelődő **gasztrin** vagy a **ghrelin**, fokozzák egyes emésztőnedvek (pl. gyomornedv) termelődését.
- A **májban** termelődő **angiotenzinogén** közvetve növeli a mellékvesekéregben az aldoszteron elválasztását, ill. a vérnyomást.
- Alacsony vérnyomás esetén a **vesében** keletkező **renin**, amely a máj által felszabadított angiotenzinogént átalakítja angiotenzin I-é (lásd ábra), ill. az **eritropoetin**, mely serkenti a vörösvértest képződését.
- A **szívben** termelődő **nátriuretikus peptid (SNP)** főleg a vesékre hat. Amikor növekszik a vérnyomás, az SNP hatására a vesékben csökken a nátrium és a víz visszaszívódása és fokozódik a vizeletképzés, miáltal csökken a vér térfogata és nyomása. Ezenkívül a tágítja az ereket.



Amennyiben a hormonokat idegsejtek termelik, neuroszekrécióról beszélünk.

Vérpálya

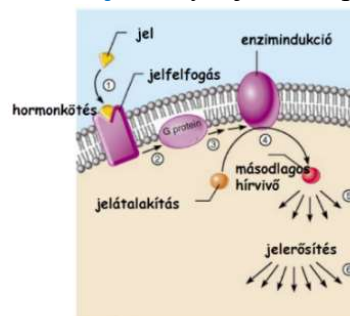
A hormonok szállítása a **véráramon** keresztül valósul meg. A vérben a **hormonok általában fehérjékhez kötve szállítódnak**, így lassabban bomlanak le, ill. kevésbé ürülnek ki a vesén keresztül.



Célsejt

A **jelfelfogó – hormont megkötő - sejt** a **célsejt**, mely a jeleket specifikus **receptorai**val **köti meg**. A receptor jelenléte teszi szelektívvé a hatást a különféle sejtek között.

A **receptorok olyan fehérjék** a sejt felszínén vagy a sejt belsejében, amelyek specifikusan **megkötik az adott jelet (ligandumot)**, aminek következtében a sejtben belül **jelátalakítás, jelerősítés, sejtválasz** indul be.



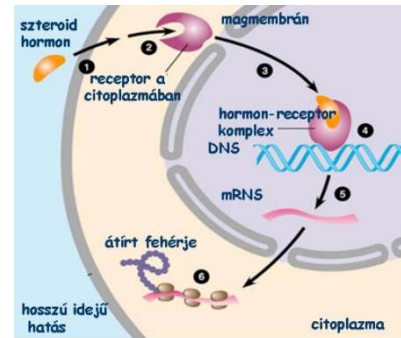
hormon (elsődleges hírvivő)
 ↓
 jelátalakító (transzducer) G-fehérjék
 ↓
 végrehajtó (effektor) enzimek: adenilát-cikláz, foszfolipáz C, guanilát-cikláz
 ↓
 másodlagos hírvivők
 ↓
 enzimek és más fehérjék, ioncsatornák stb. működése megváltozik
 ↓
 anyagcsere, izomműködés, viselkedés stb. megváltozik (akár hosszú távon is)

A **hormonreceptorok** elhelyezkedésük szerint lehetnek:

- sejten belüliek (szteroid hormonok és a tiroxin),
- sejten kívüliek (pl. peptidhormonok).

Sejten belüli receptorok

A vízben rosszul oldódó (apoláris) hormonok – a **szteroid hormonok** pl. ivari hormonok (tesztoszteron) vagy a **mellékvesekéreg hormonjai** (pl. kortizol), továbbá a **tiroxin - receptorai** a **citoplazmában találhatóak**.



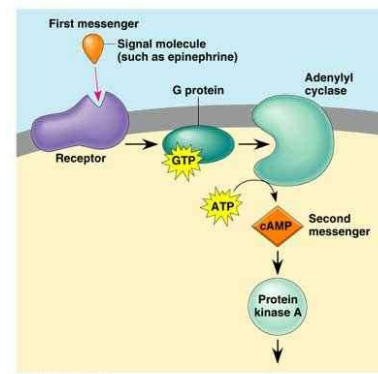
Példaként a kortizol akadálytalanul jut át a sejtártyán, bejutva a sejtbe, **sejten belüli citoplazmatikus receptorhoz kapcsolódik (GR)**. A kötődést követően a **receptor-hormon komplex transzkripciós faktorként a DNS-hez kötődik**, aminek következtében egyes gének aktiválódnak, megindul a transzkripció, majd a fehérjeszintézis, és így létrejönnek azok a fehérjék, melyek a hormonhatás kivitelezéséért felelősek.

A transzkripciós faktorok olyan molekulák, melyek génműködést aktiválnak vagy gátolnak az átírásra – transzkripcióra - gyakorolt hatásuk révén.

A **sejten kívüli receptorok - vízben jól oldódó peptidhormonok és (poláris) aminosavszármazék hormonok receptorai (pl. adrenalin) - a sejtártya felszínén helyezkednek el**. Mivel a **jel poláris, nem jut be a sejt belsejébe** - ahol azok az anyagcsere-folyamatok zajlanak, amelyekre hat -, **szükség van egy olyan sejten belüli jelre**, ún. **másodlagos hírvivőre**, amely a **membrán felszínén történő változásokat közvetíti a sejt belseje felé**. Ilyen másodlagos hírvivő pl. a **cAMP**, vagy a **Ca-ion**. A **másodlagos hírvivők a sejten belül különféle enzimekre – kinázokra - hatnak** – serkentik, ill. gátolják azokat -, **amivel megváltoztatják a sejtek működését**.

A cAMP keletkezése és működése a májsejtekben a következő:

- az **adrenalin** hormon megkötődik a májsejtek felszínén található receptorokon,
- a receptor konformációt vált, amelynek hatására a mellette levő **G-fehérje** GTP-t köt meg.
- Ennek hatására a G-fehérje aktiválódik, aminek következménye az **adenilát-cikláz** aktiválódása.
- Az adenilát-cikláz egy enzim, amely az ATP-ből cAMP-t készít.
- A **cAMP protein kinázokat aktivál**, ezek olyan enzimek, amelyek foszfátcsoportokat kapcsolnak – **foszforilálnak** - más enzimekhez, azokat aktív állapotba hozva.
- Jelen esetben ezek olyan enzimek, melyek a glikogént glükózzá bontják.



Összefoglalva, **adrenalin hatására a májsejtekben a glikogén glükózzá bomlik le**, amelyet a sejtek a véráramba adnak le, növelve a vércukorszintet.

Ugyanaz a hormon, attól függően, hogy milyen sejten, milyen típusú receptorhoz kötődik - lehet adenilát-ciklázot aktiváló, vagy éppen gátló hatású - **más és más hatást eredményezhet**.

Továbbá a célsejtek cAMP-koncentrációjának fokozásával fejti ki a hatását a TSH, STH, ACTH, LH, FSH, parathormon, kalcitonin. A receptor típusa határozza meg, hogy az adenilát-cikláz aktiválódik vagy gátlódik. Az inzulin, amely pont ellentétes hatású az adrenalinnal, csökkenti a májsejtekben a cAMP-szintet, mivel a glikogén szintéziséért felelős enzimek defoszforilált állapotban aktívak.

A neuroendokrin rendszer

A belső elválasztású rendszer az idegrendszerrel szoros kölcsönhatásban, annak irányítása mellett látja el feladatait, ezért helyesebb neuroendokrin rendszerről beszélni.

Az egyes belső elválasztású mirigyek különféle szabályozás alatt állnak:

- **neuroszekréció** útján, pl. az agyalapi mirigy elülső lebenyére a hipotalamusz hat,
- közvetlen **idegek** által, mint pl. a mellékvesevelőt szimpatikus idegek aktiválják,
- **hormonok** közvetítésével, ilyen pl. a pajzsmirigy, melynek tiroxin elválasztását az agyalapi mirigy pajzsmirigyserkentő hormonja szabályozza,
- **belső környezetváltozással**, mint pl. a hasnyálmirigyben keletkező inzulin termelődését a vércukorszint szabályozza.

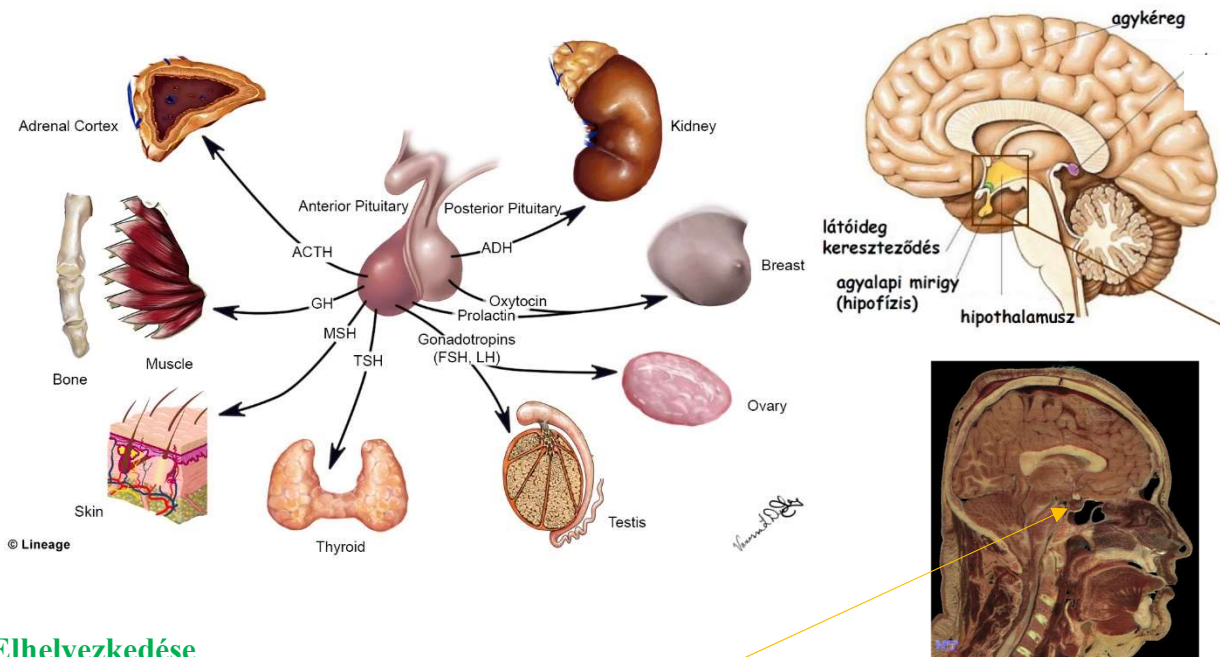
A neuroendokrin rendszer **funkciója** széles spektrumú:

- **morfogenetikus hatású**, azaz biztosítja a gének által meghatározott testméretek kialakulását,
- a **belső környezet szabályozása** révén fenntartja a homeosztázist,
- lehetővé teszi a **fajfenmaradást**, az ivarsejtek termelődésének, az embrionális fejlődés zavartalanságának, a szaporodáshoz szükséges magatartásformák (nemi vonzódás, udvarlás, nászjáték, párzás, szülés, ivadékgondozás, szoptatás) biztosításával.

Az agyalapi mirigy (hipofízis)

Az agyalapi mirigy (hipofízis) központi jelentőséggel bíró belső elválasztású mirigy.

- Az endokrin rendszer összes funkciójára kifejti hatását,
- a legtöbb belső elválasztású mirigyre szabályozó hatású,
- közvetíti az idegrendszer szabályozó hatásait a szervezet felé.



Elhelyezkedése

Az agy alapján, a koponya **ékcsontjának** töröknyergében elhelyezkedő, borsó nagyságú szerv. A felette elhelyezkedő agyterülettel, a **hipotalamusszal** az ún. **hipofízisnyél** kapcsolja össze.

Szerkezete

Szerkezeti és működési szempontból **két** fontosabb részre osztható:

- **elülső** lebenyre (adenohipofízis),
- **hátsó** lebenyre (neurohipofízis).

Az agyalapi mirigy elülső lebenye

Garathám eredetű mirigyhám, **6 féle** hormont termel.

- **Növekedési hormon, STH, GH,**
- **pajzsmirigyserkentő hormon, TSH,**
- **mellékvesekéreg-serkentő hormon, ACTH,**
- **tüszőserkentő hormon, FSH**
- **sárgatestserkentő hormon, LH,**
- **tejelválasztást serkentő hormon, PRL.**

E hormonok **polipeptidek**.

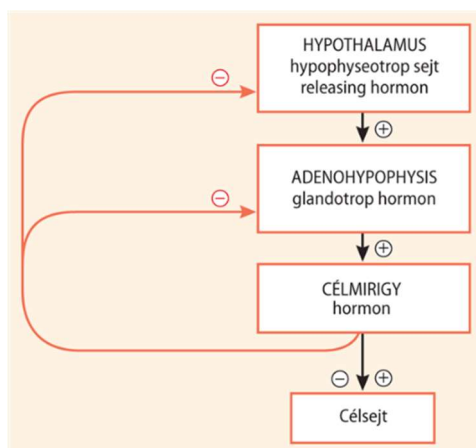
A **hormonális szabályozás** – így a hipofízis működésének - általános elve a **negatív feedback**, azaz a **negatív visszacsatolás** mechanizmusa.

Ennek lényege, hogy a **szabályozott egység működésének eredménye (terméke) gátlóan hat vissza a szabályozó egység működésére.** Ugye?

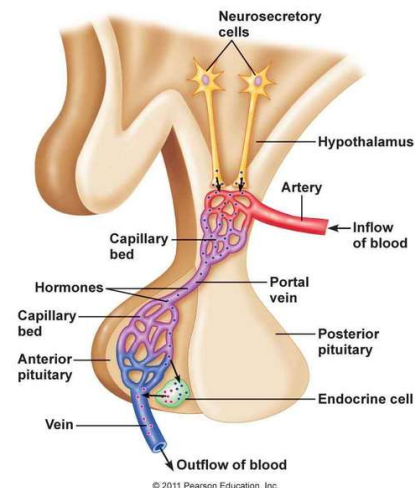
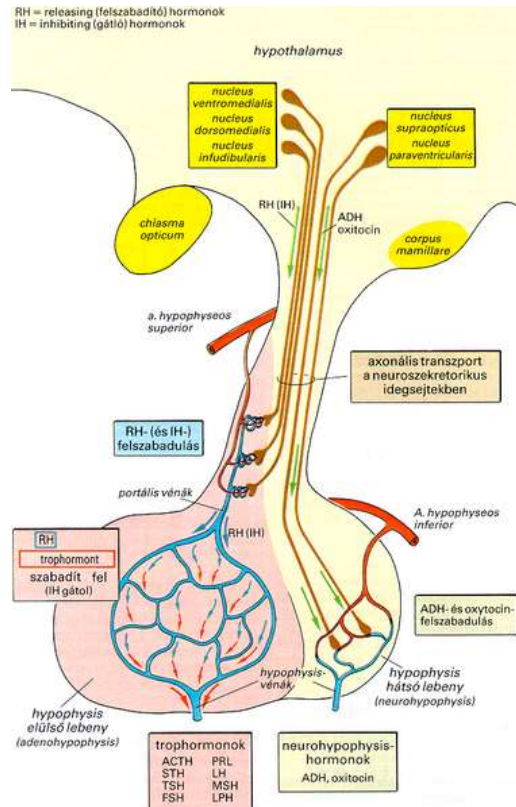
A **hipotalamusz** állományában megtalálható ún. **kissejtes magcsoportokban** működő **neuroszekréción sejtek serkentő (RH = releasing hormon) és gátló (IH = inhibiting hormon) faktorokkal szabályozzák az elülső lebeny hormonjainak termelődését, ill. felszabadulását.** Ezen idegsejtek nyúlványai az elülső lebeny keringésének kapillárisrendszerébe juttatják hatóanyagukat.

Ilyen faktor pl.

- a **GnRH**, mely az agyalapi mirigy elülső lebenyében termelődő **FSH és LH elválasztását serkenti**, és mivel utóbbi hormonok az ivarszervek ivarsejt és nemi hormon termelését szabályozzák, a **GnRH befolyásolja a herék és a petefészkek működését, ill.**
- a **TRH**, mely szintén az agyalapi mirigy elülső lebenyében termelődő **TSH elválasztását fokozza.**



9



© 2011 Pearson Education, Inc.

Növekedési hormon (STH, szomatotrop hormon, GH)

Biztosítja a genetikailag meghatározott testméretek elérését. Nincsenek kitüntetett célszervei.

- **Serkenti a porcsejtek osztódását,**
- **a csontok hosszúsági és szélességi növekedését, segíti az elcsontosodást,**
- **serkenti a fehérjék vázizomba épülését (doppingszer, hosszútávú teljesítménynövelő szer).**

Anyagcserére gyakorolt hatásai

Szénhidrát-anyagcsere

- **Növeli a vércukorszintet.**

Lipid-anyagcsere

- **Serkenti a zsírok bontását.**

Fehérje-anyagcsere

- **Serkenti a fehérjék**
– pl. izomfehérjék - szintézisét.

Rendellenességek

1. Hypofunkció

Gyermekkori hormonhiány következtében **arányos törpeség** (hipofizer törpeség) alakul ki. A hipofizer törpék apró (50-120 cm), de arányos termetűek, habitusuk kissé öreges, másodlagos nemi jellegeik kevésbé kifejezettek. Intelligenciahányadosuk gyakran az átlagot meghaladja.

2. Hiperfunkció

Fiatal korban túltermelődése óriásnövekedést eredményez (hipofizer gigantizmus), amikor a testmagasság elérheti akár a 270 cm-t is.

Felnőttkori túlműködés esetén a test kiálló részei - fül, orr, állkapocs, kéz, láb - növekednek meg, ez az **akromegália**.

Egyéb hormonok

A **pajzsmirigyserkentő hormon** (TSH) fokozza a pajzsmirigy tiroxin elválasztását.

A **mellékvesekéreg-serkentő hormon** (ACTH) a mellékvese kéreg szteroid hormonjainak elválasztását serkenti, pl. kortizolét, miáltal emeli a vércukorszintet.

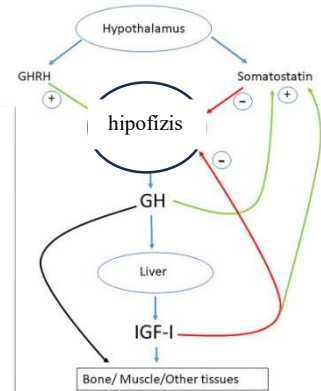
A **tüszőserkentő hormon** (FSH) a petefészekben a petesejtek érését teszi lehetővé, a herében a hímivarsejtképzést segíti elő.

A **sárgatestserkentő hormon** (LH) hatására az érett petesejt kilökődik a petefészekből (ovuláció), férfiakban a herében növeli a tesztoszteron termelését.

A **tejelválasztást serkentő hormon** (prolaktin) szülés után egyfelől beindítja a tejelválasztást, másfelől gátolja az újabb tüsző érését.

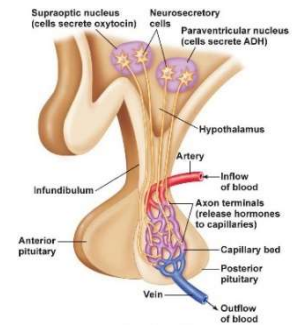
A növekedési hormon hatásaiért az inzulinszerű **növekedési faktor IGF-1** felelős, mint **szöveti hormon**. Az IGF-1 pl. a májban termelődik, hatására nő az **izomtömeg és a csontsűrűség**. Az IGF-1 klasszikus negatív visszacsatolás révén gátolja a hipotalamusz GHRH és a hipofízis GH elválasztását.

A **szomatostatatin** az emésztőszervekben és az agyban termelődik, **gátolja a növekedési hormon kibocsátását**.



Az agyalapi mirigy hátsó lebenve

Idegi eredetű, idegszövet alkotja, klasszikus értelemben nem tekinthető belső elválasztású mirigynek, **benne hormonszintézis nem folyik**, csupán **hormonokat raktároz**, ill. a **véráramba juttat**. Hormonjai a **hipotalamusz ún. nagysejtes magvaiban termelődnek**. A neuroszekréciós sejtek axonjai a hipofízisnyélen keresztül lenyúlnak a hátsó lebenyig, ahol az axonvégződésből felszabaduló hormonok vérbe ürülését speciális gliasejtek szabályozzák.



A hipofízis hátsó lebenyében **kétféle hormon raktározódik**, ill. szükség esetén felszabadul, az **ADH** és az **oxitocin**.

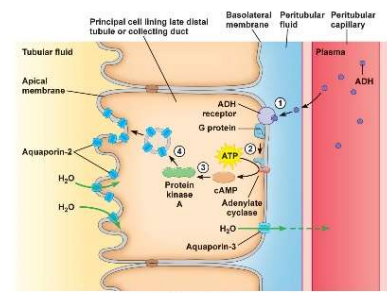
ADH (vazopresszin)

Az ADH vagy vazopresszin 9 aminosavból álló oligopeptid. Élettani **hatása, hogy a vese gyűjtőcsöveinek területén fokozza a víz passzív visszazívását**, miáltal a **vizelet mennyisége csökken** (antidiuretikus hatás), **koncentrációja pedig nő**.

Úgy növeli a csatornák vízáteresztő képességét, hogy fokozza az aquaporin fehérje által alkotott vizescsatornák beépülését a membránokba.

Mivel nagyobb koncentrációban az ereket is szűkíti, **emeli a vérnyomást** (vazopresszin).

Az **ADH elválasztás szabályozását egyfelől a vér ozmotikus koncentrációja határozza meg**, melyet a hipotalamusz nagysejtes állománya, ill. az agykamrák falában található receptorok érzékelnek (másfelől a vérnyomás).



Az ADH elválasztását fokozza

- a **vér ozmotikus koncentrációjának emelkedése**,
- a **vérnyomás csökkenése**.

Kóros állapotok

Az ADH termelés megszűnése a diabetes insipidus nevű betegséghez vezet, melynek tünete a **napi akár 15 liter híg vizelet ürítése**, gyötrő szomjúság mellett.

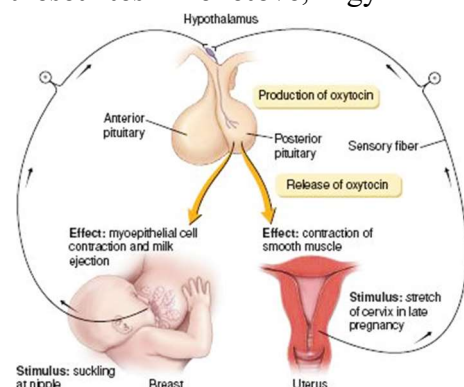
Oxitocin

Az oxitocin (jelentése gyors szülés (gör.)) hatására elsősorban a **méh falában és az emlőben található simaizomsejtek erőteljesen összehúzódnak**, így a **hormon a szoptatásban és a szülésben játszik jelentősebb szerepet**.

1. Az emlőmirigyek esetén az oxitocin a **tej kiürülését teszi lehetővé**, ugyanis a mirigyvégkamrákban felhalmozódott tej csak az azokat körülvevő simaizomsejtek erőteljes összehúzóásával képes kiürülni.

Az oxitocin felszabadulását kiválthatják

- **feltétlen ingerek**, mint pl. az emlőbimbó ingerlése (30-60 sec. késéssel tejdkiürülést eredményez),
- **feltételes ingerek**, mint pl. a csecsemő látványa, szaga, sírása stb.



2. A méh falának simaizomzatára gyakorolt hatása főleg a **szülés megindítása és lefolyása szempontjából fontos**, amikor is az oxitocin jelentős mértékben választódik el.

Ezenkívül szerepe van az **orgazmus kiváltásában** férfiakban – ejakuláció -, és nőkben – méh összehúzódás révén - egyaránt.

Az agyban termelődő oxitocin közvetlen hatást gyakorol az idegrendszer működésére, a viselkedésre:

- csökkenti a fájdalomérzetet, csökkenti a félelemérzetet,
- fokozza a bizalmat, **erősíti a szociális kötődést**.

A pajzsmirigy

Elhelyezkedése

A pajzsmirigy a **pajzsporc alatt** és a légcső előtt található, két lebenyből áll.

Szerkezete

Mikroszkopikus szerkezetére jellemző, hogy működési állapotától függően különböző magasságú sejtek által határolt **hólyagocskák építik fel**. A hólyagok belsejét a sejtek által termelt hormonelőanyag tölti ki.

A hólyagok rendkívül gazdagon erezett lazarusos kötőszövetbe ágyazódnak. A **hólyagok között** a kötőszövetben **kis sejtesoportok találhatóak**, amelyek **kalcitonint** termelnek.

A pajzsmirigy egyik legfontosabb hormonja a **tiroxin (T4)**, amely egy **jódtartalmú aminosav-származék**.

A T4 előállításához szükséges jódot az ivóvízből és a táplálékból vesszük fel. Ahol az ivóvíz nem tartalmaz elég jódot, a sót KI-dal egészítik ki.

A napi jód szükséglet 0,1 mg, a pajzsmirigy kb. 10 g jódot raktároz.

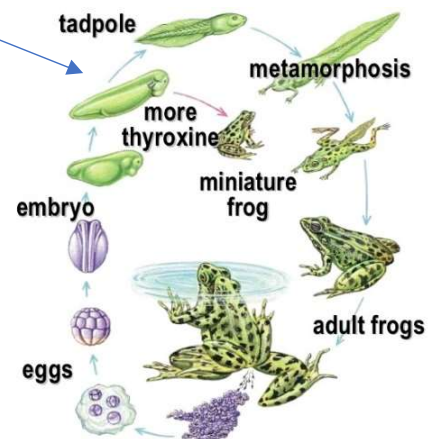
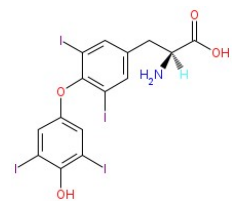
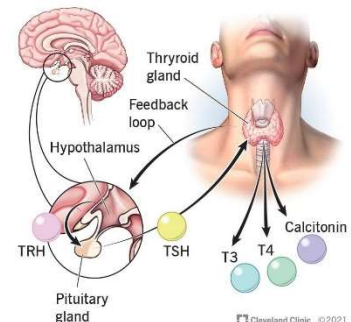
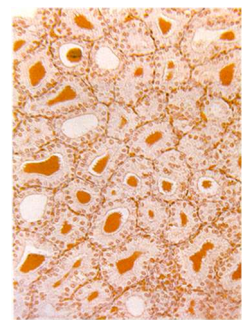
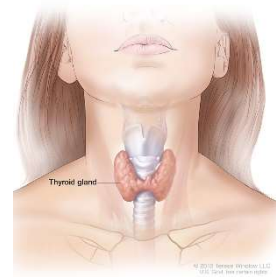
A tiroxin élettani hatásai

A tiroxinak - a növekedési hormonhoz hasonlóan - **nincs kitüntetett célszerve, hatása a legtöbb szövetre érvényesül**. Hatásait alapvetően 2 területen fejti ki.

1. Morfogenetikai hatás

- Ebihalakat szarvasmarha pajzsmirigykivonattal etetve a lárvák kétéves metamorfózisa néhány napra lecsökkent, azonban méretük nem haladta meg egy nagyobb légyét.
- Amennyiben az ebihalaknak kiirtották a pajzsmirigyét, elmaradt a metamorfózis, béka nagyságú ebihalakká nőttek.

A fentiekből egyértelmű a következtetés, hogy a **tiroxin elengedhetetlen a normális egyedfejlődéshez**, a sejtek **differenciálódásához**. A legnagyobb hatást a tiroxin a csontfejlődésre és az idegrendszer fejlődésére gyakorolja. A fehérjék szintézisét serkenti, így STH-al együttesen **biztosítja a fejlődést, növekedést**.



2. Az anyagcserére tett hatás

Általános hatása, hogy **emeli az oxidatív lebontó-anyagcsere mértékét**, a mitokondriumok külső membránjának áteresztőképességét növeli.

- Csökkenti a máj glükóz raktározását,
- emeli a vércukorszintet,
- **serkenti a sejtek cukor oxidációját.**

Az oxidációs folyamatok serkentése **miatt emeli a testhőmérsékletet.**

A tiroxin elválasztását az agyalapi mirigy elülső lebenyének TSH-ja szabályozza. A **szabályozás negatív visszacsatoláson** alapszik.

A tiroxin valamennyi hatásának alapja a génátírás szabályozása, **egyes gének átírását megindítja és fokozza, más gének átírását gátolja.**

A hormonhatás első lépése a szabad T4 sejtbe jutása. A **hormonok** két aromás gyűrűjük következtében **hidrofóbok**, ezért oldódnak a sejtmembrán apoláris fázisában.

A pajzsmirigy betegségei

1. A **hipotireózis** a **pajzsmirigy csökkent működése**, aminek oka általában **jódhiány**.

A) **Felnőtteknél** a hipotireózis a **mixödéma** nevű betegséget eredményezi. Ennek tünetei:

- **alacsony alapanyagcsere,**
- **alacsony testhőmérséklet,**
- lelassult ideg- és izomműködés.

Hipotireózisban a tiroxinszint csökken, ezért a negatív visszacsatolása következtében, a TSH nagy koncentrációja miatt a pajzsmirigy kötőszövetes állománya megnagyobbodik, amit **golyvának** (strúmának) nevezzünk (hipofunkciós golyva).

B) Amennyiben a hipotireózis **az embrionális fejlődés szakaszában** lép fel, a **kretenizmus** nevű rendellenesség alakul ki. A betegek szellemileg súlyosan károsodottak, csontrendszerük aránytalan, a nemi érettséget gyakran nem érik el.

2. A **hipertireózis** a **pajzsmirigy túlműködése**, betegsége a Basedow-kor.

A megnövekedett tiroxinszint miatt a tünetei:

- az **alapanyagcsere szintje megnő, nő az oxigénfogyasztás,**
- a **testhőmérséklet emelkedik,**
- a testsúly annak ellenére csökken, hogy a beteg sokat eszik,
- ideg- és izomrendszer túlműködik, emiatt jellemző a fáradékonyság, remegés, izzadás.

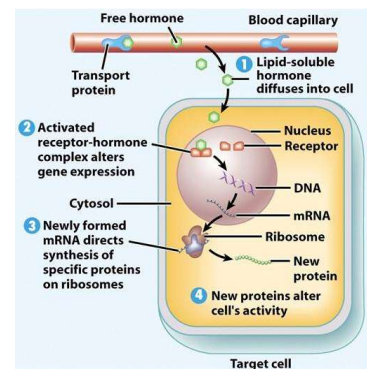
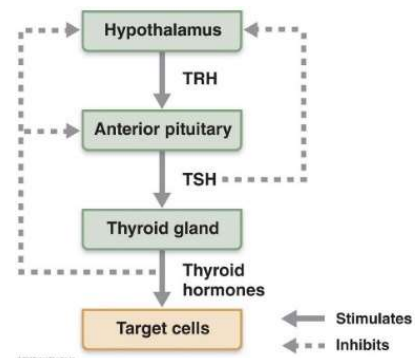


Figure 18-3 Principles of Anatomy and Physiology, 11/e
© 2006 John Wiley & Sons



A fentieken túl jellegzetesen kidüllednek a szemek, és a pajzsmirigy fokozott működése miatt megnő a mirigyes állomány (hiperfunkciós golyva).



A Basedow-kor egy **autoimmun betegség**, mivel egy kórosan képződött immunoglobulin szerkezete a TSH-al megegyező, így a hormonhoz hasonló hatást gyakorol a pajzsmirigyre.

A **pajzsmirigy állapotát ultrahanggal lehet vizsgálni**, ennek során elsősorban azt figyelik meg, hogy a normálistól eltér-e a mérete, gyulladt-e, tartalmaz-e cisztát, daganatot.



A kalciumháztartás szabályozása

A kalciumion az egyik legjelentősebb szervetlen ion a szervezetünkben, mivel

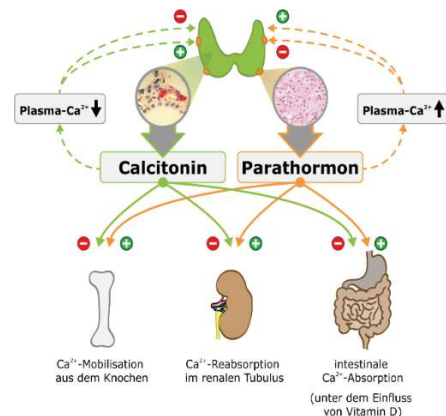
- a **csontok** szervetlen alapállományának egyik alkotója ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \text{X}$, $\text{X}=\text{OH}^-$, F^-),
- elengedhetetlen az **izomműködésben**,
- nélkülözhetetlen a **véralvadásban**,
- lehetővé teszi egyes **enzimek** működését,
- fontos az **idesejtek aktivitásában**, az ingerküszöböt emeli, vérben alacsony szintje fokozza az izom-ideg ingerlékenységet, izomgörcsök alakulnak ki,
- szerepet játszik a **szívizom ingerlékenységében**,
- idegsejtekben citoplazmatikus koncentrációjának emelkedése fokozza a szinaptikus hólyagok excitózisát,
- másodlagos hírvivő.

A szervezetünk optimális kalcium anyagcseréjében többféle szervünk is közreműködik:

- a **csontrendszer** leadással és felvétellel egyaránt,
- a **vesék** szükség esetén visszaszívással,
- a **bélcsatorna** a táplálék Ca^{2+} -tartalmának felszívásával D-vitamin jelenlétében.

A fenti szervek működésének összehangolását, a vér megfelelő kalciumszintjének kialakítását 3 hormon végzi,

- a **kalcitonin**, amely a pajzsmirigy kötőszövetében,
- a **parathormon**, amely a mellékpajzsmirigyben termelődik,
- **kalcitriol**, a **D-vitamin aktív alakja**, mely inaktív alakjából a vesében képződik.



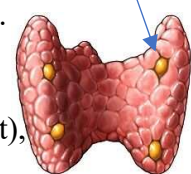
E hormonok termelődésének mértékét a vér Ca^{2+} -szintje határozza meg.

Mellékpajzsmirigyek

A pajzsmirigy csúcán, annak állományába ágyazódnak be, számuk általában 4. A **mellékpajzsmirigy a parathormont termeli**, amely a **vér Ca^{2+} -szintjét emeli**.

A parathormon:

- a **csontok Ca^{2+} leadását serkenti** (fokozza a csontfaló sejtek aktivitását),
- a **vesében a Ca^{2+} kiválasztását csökkenti, visszaszívódását serkenti**,
- a **bélcsőben a Ca^{2+} felszívódását serkenti**, melyhez a **D-vitamin nélkülözhetetlen**.



A **kalcitriol a D-vitamin aktív alakja**. A kalcitriol a **bélben növeli a kalcium-, valamint a foszfátfelszívódást**, továbbá **fokozza a csontok Ca^{2+} felvételét**.

- A **mellékpajzsmirigyek eltávolítása** azonnal a vér Ca^{2+} -tartalmának 30-40 %-os csökkenéséhez vezet, ami **súlyos izomgörcsöket, súlyosabb esetben a légzőizmok görcse miatt fulladást eredményez**,
- azonban a **parathormon túltermelődése** **csonttritkulást, csonttörékenységet okoz**.

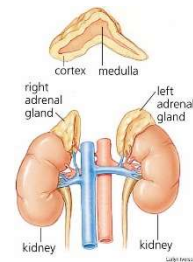
A **pajzsmirigyben termelődő kalcitonin** a vér Ca^{2+} -szintjét **csökkenti**. Hatása nagyjából a parathormonéval ellentétes, **főleg a csontrendszerre hat** (fokozza a csontépítő sejtek működését).

Végül meg kell említenünk a **nemi hormonok**, az ösztrogén és a tesztoszteron a csontok összetételére gyakorolt hatását. Az **ösztrogének csontvédő hatásúak, gátolják a fokozott csontbontást, segítik az építést**. Szabályozzák a kalcium útját a tápláléktól a véren keresztül a csontokig és visszafelé, a csontokból a vérbe. Szabályozzák a kalcium kiürülését a veséken át. Az ösztrogén csontmegőrző hatásának pontos mechanizmusa nem tisztázott. Valószínűleg közvetlenül és közvetetten is szabályozza a csontanyagcserét, többek között úgy, hogy **csökkenti a parathormon hatását, ugyanakkor növeli a kalcitonin aktivitását**.

Mellékvesék

Elhelyezkedés

A mellékvesék a vesék felső csúcsán helyezkednek el, azonban a veséktől mind működésükben mind fejlődésükben eltérőek.



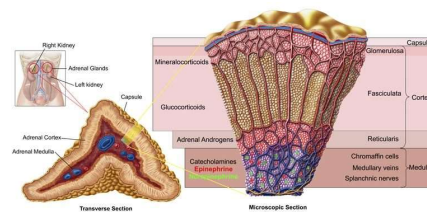
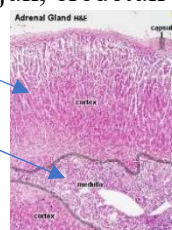
Szerkezet

A mellékvesék szerkezetük, funkciójuk, eredetük szerint alapvetően két részre tagolhatók,

- a **kéregállományra** és
- a **velőállományra**.

A kéregállomány

3 féle szteroid hormont termel.



A szteroid hormonszintézis kiindulási vegyülete a **koleszterin**, amelyet részben a táplálékkal veszünk fel, részben a szervezet maga állítja elő a májban.

1. A kéregállomány **legkülső rétege a só- és vízháztartásra ható hormont, az aldoszteront termeli** (mineralokortikoid). Az aldoszteron **serkenti a Na^+ visszaszívását a vesecsatornácskák gyűjtőcsöveiben, a disztális tubulusban, a verejtékmirigyek kivezetőcsöveiben és a bélben**. A Cl^- a Na^+ -t passzívan követi.

A testfolyadékok Na^+ -tartalma alapvetően meghatározza a szervezet vízháztartását, ezért az aldoszteron **közvetve a vérnyomás szabályozásában is részt vesz** úgy, hogy **hatására a fokozódó sóvisszaszívás következtében nő a vízvisszaszívás mértéke is, aminek következtében emelkedik a vérnyomás**.

A fentiekből következően az aldoszteron elválasztásának szabályozását

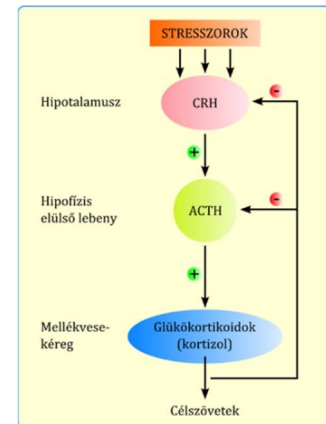
- a vér **Na^+ -tartalma** ill.
- a **vérnyomás**,
- továbbá az **ACTH-szintje** határozza meg.

Ha a vér Na^+ -tartalma csökken, csökken a vérnyomás, ami aldoszteron elválasztását serkenti.

2. A kéregállomány **középső rétegében elsősorban szénhidrát-anyagcserét befolyásoló hormonok termelődnek** (glükokortikoidok), melyek közül legfontosabb a **kortizol**. A kortizol elválasztását szintén az ACTH szabályozza.

A kortizol az **éhezéshez történő alkalmazkodásért felel:**

- **emeli a vércukorszintet,**
- **serkenti a zsírok lebomlását,**
- serkenti az izomfehérjék bontását, a **májba jutott aminosavak cukrokká alakítását** (glükoneogenezis),
- a májba jutott **tejsavból elősegíti a glükóz képződését** (glükoneogenezis, Cori-kör).
- Összességében az **inzulin antagonistája**.
- **Stresszhormon**, a stresszhelyzetekben döntő szerepet játszik az anyagcsere szabályozásában, pl. a zsíroxidáció fokozásával energiát biztosít a szervezet számára,
- ugyanakkor **gátolja az immunrendszer működését**, ezért **gyulladáscsökkentő**, az allergiás reakciókat mérsékeli, **antihisztamin** hatású.



3. A kéregállomány legbelső rétege a **nemi működésre ható ún. szexuáliszteroidokat, androgéneket termel** (pl. DHEA, dehidroepiandrosteron), melyek **előanyagai a férfiakban termelődő tesztoszteronnak, ill. a nőkben az ösztrogéneknek**.

Ezek az **előanyagok önálló hatással bírnak, a külsődleges férfias jellegek megnyilvánulását okozzák**, erőteljesebb izomzat (anabolikus szteroidok), szőrzet stb. kialakítása révén. **Nőkben a petefészekben női hormonokká alakulnak**. Idős korban a petefészkek csökkent működésének következtében nem alakulnak át, ezért megjelenhetnek a férfias másodlagos nemi jellegek.

A szexuáliszteroidok termelődése szintén az ACTH kontrollja alatt áll.

A velőállomány

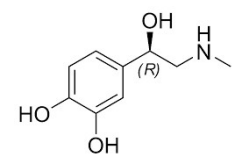
A mellékvese velőállományának sejtjei **átalakult idegsejtek**, melyek nagymértékű **hormonválasztásra specializálódtak**. A nyúlványaikat vesztett legömbölyödött sejtek kétféle hormont termelnek:

- **adrenalin**,
- **noradrenalin**, amelyek az idegrendszerben is előforduló ingerületátvivő anyagok.

E hormonok elválasztása különféle **stresszhatások**, pl. **erőfeszítések, megpróbáltatások, megterhelések** (hideg, támadás, vérvesztés, jelentősebb fizikai munka stb.) hatására fokozódik.

Az adrenalin

Az adrenalin kémiaiilag **aminosav-származék**, hatását tekintve ún. **stresszhormon**, nyugalomban a vérben szintje minimális, azonban **megterhelés esetén a szervezet izgalmi állapotának a kialakításáért felelős**.



Hatása:

- **emeli a vércukorszintet**, csökkenti a máj glükóz raktározását, serkenti a glikogén bontását (cAMP) **fokozza a keletkezett glükóz leadását**,
- a sejtekben – főleg a vázizomzatban - **serkenti a glükóz oxidációját**,
- **serkenti a zsírok lebontását**, emeli a vér zsírsavszintjét,
- **emeli a vérnyomást**,
- **növeli a szívfrekvenciát**, az összehúzódások erejét,
- **tágítja a hörgőket**,
- **tágítja a vázizmok ereit**, továbbá a koszorúereket,
- **a bélcső, bőr ereit ugyanakkor szűkíti.**

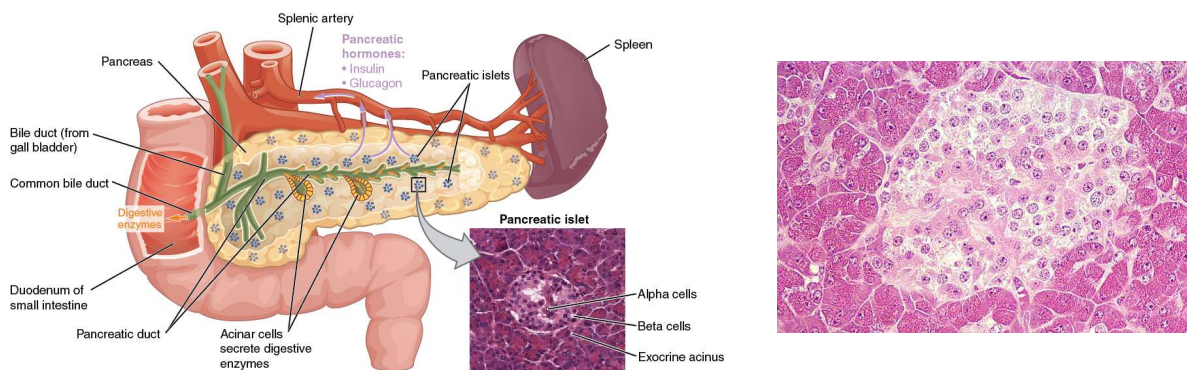
Az adrenalin a különféle szervekre – vázizomzat, bélcső - eltérő hatást gyakorol. A jelenség hátterében az áll, hogy a **hormonhatást erőteljesen meghatározza a sejtek felületén elhelyezkedő adrenalinreceptor típusa.**

- A vázizomokban futó erek simaizomsejtjeinek felszínén található ún. β_2 receptorok ingerlésével az erek simaizmai ellazulnak, aminek hatására az erek átmérője megnő.
- Ugyanakkor a bélfalban elhelyezkedő simaizomsejtek felületükön α_1 típusú receptorokat hordoznak, melyek ingerlése a simaizomsejtek összehúzódását eredményezi, aminek következtében az erek szűkülnek.

A mellékvese velőállományát az idegrendszer közvetlen idegi úton szabályozza.

Hasnyálmirigy

Elhelyezkedés



A hasnyálmirigy a bélcsőhöz tartozó, a patkóbél kanyarulatában helyet foglaló **kettős elválasztású mirigy.**

Szerkezet

A hasnyálmirigy anatómiai és funkcionális értelemben egyaránt két részre tagolódik.

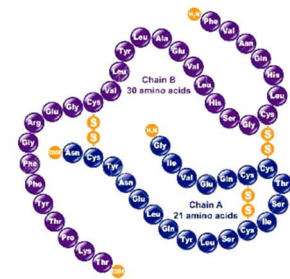
- Az **emésztőenzimeket termelő külső elválasztású részre**, amely a váladékát, a hasnyálat a patkóbélbe juttatja,
- a **hormonokat termelő belső elválasztású részre**, amely váladékát a vérbe üríti.

Az endokrin sejtcsoportok az exokrin mirigyállományban szigetszerűen helyezkednek el, nevüket leírójukról kapták, Langerhans-féle szigeteknek nevezzük. Számuk emberben kb. 1 millió. Vérellátásuk igen gazdag, mivel a sejtek váladékukat a vérbe juttatják.

A szigetek többféle hormonhatású anyagot termelnek, közülük legfontosabb az **inzulin** és a **glukagon**.

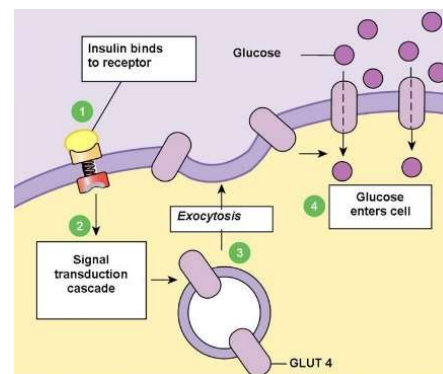
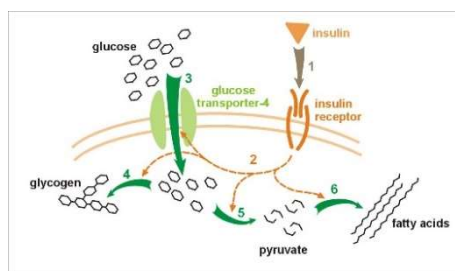
Az inzulín

Az inzulín egy 51 aminosavból álló **polipeptid**. Az inzulín az anyagcserét **anabolikus** irányba tolja el, a tápanyagok, testépítő vegyületek beépülését, raktározását serkenti.



Szénhidrát-anyagcserére gyakorolt hatás

- Egyetlen hormonnként **csökkenti a vércukorszintet**, mivel segíti a szövetek, sejtek **cukor felvételét**, segíti a cukor bejutását a sejtekbe, (elsősorban a máj-, zsír-, izomszövetekre hat, az idegsejtek glükóz felvételét nem befolyásolja),
- **serkenti a máj glikogén szintézisét**, csökkenti a glükóz leadását, gátolja a glükoneogenezist,
- **növeli az izom glikogén szintézisének mértékét**,
- fokozza a szövetek - főleg a zsírszövet - cukor oxidációját, **serkenti** az ebből meginduló **zsírszintézist**, ami biztosítja, hogy a feleslegben felvett szénhidrátok (csoki) zsírok formájában raktározódjanak.
- Inzulín hatására az addig a sejt belsejében, hólyagocskákban tárolt GLUT-4 transzporterek beleolvadnak a külső membránba, s megnövelik a zsírsejtek és az izomrostok glükóz felvételét.



A vércukorszint szabályozása

- **Táplálkozást követően**, amikor a vércukorszint megnő, a vérből felvett szénhidrátok
 - a **májban** vagy **lebomlanak** energiát szolgáltatva,
 - vagy **átalakulnak** pl. **zsírokká**,
 - vagy átmenetileg **raktározódnak glikogénként**.
- **Éhezéskor**, vagy hosszan tartó **izommunka** esetén, ha a vércukorszint csökken, a raktározott glikogén lebontása útján a keletkezett **glükózt** a máj a **vérbe juttatja**.

A máj szénhidrátforgalmát egyrészt **idegi**, másrészt **hormonális tényezők** befolyásolják.

- Az **inzulin** - magas vércukorszint esetén - serkenti a máj glükóz felvételét, a glikogén, ill. zsírok szintézisét.
- Az **glukagon** hatására pedig fokozódik a máj glikogén bontása, a keletkező glükóz leadása, ami a vércukorszint emelkedését eredményezi. Továbbá fokozza a glükoneogenezist és a zsírok bontását. **Összeségében hatása az inzulínéval ellentétes**.

Zsír-anyagcserére gyakorolt hatás

- Csökkenti a vér zsírsavszintjét, mivel **serkenti a zsírsejtek zsírsav felvételét**,
- a zsírszövetekben **gátolja a zsírok bontását, serkenti a szintézisüket**.

Fehérje-anvagcserére gyakorolt hatás

- Serkenti a sejtek – főleg vázizomrostok - aminosav felvételét, **fokozza a fehérjeszintézist**, így támogatja a STH hatását (elsősorban a vázizomban (testépítés)).

Az **inzulin** termelődésének a mértékét alapvetően a **vércukorszint** határozza meg. Táplálkozást követően az emelkedő vércukorszint már néhány perc alatt megnöveli az inzulinn elválasztását, melynek mértékét a bélben termelődő **bélhormonok** jelentősen fokozzák.

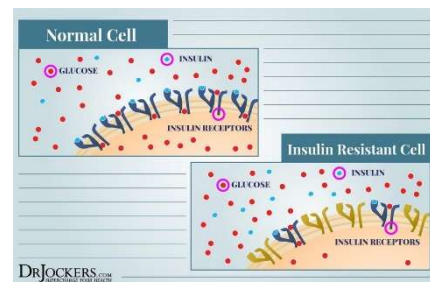
A cukorbetegség (diabetes mellitus (mézédes húgyár))

Alapvetően **kétféle cukorbetegséget** szokás megkülönböztetni:

- **1-es típusú cukorbetegség:** a betegség **oka** a hasnyálmirigy Langerhans-szigeteiben az **inzulintermelő béta-sejtek pusztulása**. Ez a szigetsejtek elleni **autoimmun-reakció** következménye. Bármely életkorban kialakulhat. A betegség csak **inzulinpótlással** kezelhető. **Gyermekkori diabetes elsődleges oka**.
- **2-es típusú cukorbetegség:** a **csökkent inzulínérzékenység – ún. inzulínrezisztencia - következtében alakulhat ki**. Az inzulínrezisztencia az a jelenség, amikor a sejtek nem érzékelik az inzulín jelenlétét, aminek hátterében az **inzulínreceptorok számának csökkenése, ill. szerkezetük megváltozása áll**. A betegség kezdetén még vércukoreltérés nem jelentkezik a hasnyálmirigy fokozott inzulintermelése miatt. A betegség előrehaladtával a hasnyálmirigy inzulín-elválasztása a béta-sejtek kimerülése miatt elégtelenné válik és emiatt kialakulnak az 1-es típusú diabetes tünetei. Kialakulásának hátterében **örökletes hajlam, túlsúly, inaktív fizikai életmód, egészségtelen étrend (magas cukor- és szénhidrát tartalommal) áll**.
- **Másodlagos cukorbetegség:** kialakulhat alkoholizmus vagy epeúti kövesség következtében.
- A **terhességi cukorbetegség:** oka, hogy a terhesség alatt a méhlepényben termelődő hormonok csökkenthetik az anyai szervezetben termelődő inzulín hatását.

A diabetesz **elsődleges** tünetei

- a **nagy mennyiségű édes vizelet** (mézédes húgyár), tehát **cukorürítés**,
- a vízvesztés miatt kialakuló **szomjúságérzet, sok folyadék fogyasztása**,
- acetonos lehelet,
- gyakori **eszméletvesztés**,
- **testsúlycsökkenés** stb.



A tünetek hátterében a magas vércukorszint és az ennek ellenére fennálló sejtéhezés áll (mivel a sejtek inzulín hiányában nem képesek felvenni a glükózt (éhezés terített asztalnál)).

Az Amerikai Diabetes Társaság (ADA) 1998-ban adott ki egy ajánlást arra vonatkozólag, hogy a vércukorszint mely határok közt normális, illetve, mikor mondható ki a cukorbetegség.

- Ezek szerint a **normális éhgyomri vércukorszint kevesebb, mint 6,1 mmol/l**.
- Ha ez az **érték 6,1 mmol/l -7,0 mmol/l közé esik**, még nem cukorbeteg az egyén, de emelkedett éhgyomri vércukor állapítható meg nála. Ez már **emelkedett rizikót jelent** a később kialakuló valódi cukorbetegségre és a később kialakuló szövődményekre nézve is.
- Ha az **éhgyomri vércukorszint 7,0 mmol/l-nél magasabb, felmerül a cukorbetegség diagnózisa**, ezt azonban egy másik alkalommal történő éhgyomri vércukorméréssel meg kell erősíteni.

A megerősítő vizsgálatok közé tartozik pl. a **cukorterheléses vizsgálat**. Ilyenkor felnőttél 75 g szőlőcukoroldattal itatják meg a páciens. Megméri a vércukorszintet kiinduláskor, és 2 órával a szőlőcukor elfogyasztása után.

- Normális az eredmény, ha a 2 órás vércukorszint nem haladja meg a 7,8 mmol/l-es értéket.
- Csökkent cukortűrő képességről (IGT) beszélünk, ha a 2 órás érték 7,8 mmol/l-11,1 mmol/l között van. Ekkor fokozott a beteg rizikója a valódi cukorbetegség kialakulására.
- Ha a 2 órás érték 11,1 mmol/l felett van a cukorbetegség valószínű.

Összefoglalva:

Az inzulín elősegíti a glükóz felvételét, lebontását, zsírokká (máj, zsírszövetek) vagy glikogénné (máj, vázizom) alakulását.

Inzulín hiányában

- **magas a vércukorszint**, a cukor a **szövetekből vizet vonva el a vizelettel távozik**, (a vizelet mennyisége megnő, mivel a szűrlet koncentrációja a benne maradó cukortól magas, így kevesebb víz tud visszaszívódni, a betegek vízfogyasztása a vízvesztés következtében megnő),
- a sejtek **glükóz hiányában fokozott zsírbontásra kapcsolnak**, aminek következtében számos a **vér pH-ját savas irányba mozdító anyagcseretermék** ún. ketontestek **halmozódnak** fel, mint pl. béta-hidroxi-vajsav, acetecetsav, aceton stb. Ennek eredménye az **acidózis**, ami **eszméletvesztést, súlyosabb esetben kómát okoz**.

Hosszútávon a cukorbetegségnek számos szövődménye lehet, aminek hátterében az áll, hogy a magas vércukorszint miatt a szervezet fehérjéihez a normálisnál sokkal több cukor kapcsolódik, ami megváltoztatja a szerkezetüket, rontja a működésüket.

Ezért:

- a fertőzésekkel szemben **csökken az ellenállóképesség**,
- a **sebgyógyulás elhúzódik**, sportsérülések valószínűsége megnő,
- **érelmeszesedés kockázatának növekedése várható**,
- a **betegek látása romlik**, a retinán vérömlenyek alakulnak ki.
- A **vese kiserének károsodása** fehérjevizelet, **magas vérnyomást**, végül **veseelégtelenséget** eredményezhet.
- **Érzéskiesések, fájdalom**, vegetatív működési zavarok alakulnak ki. A vegetatív zavarok közé tartozik az impotencia, hasmenés vagy székrekedés, fokozott izzadás, szapora szívverés.

Az 1-es típusú cukorbetegség mai tudásunk szerint nem előzhető meg, mivel kialakulásában örökletes tényezők döntőek.

A 2-es típusú cukorbetegség kialakulásában örökletes és életmódbeli tényezők is szerepet játszanak.

Életmódbeli tényezők:

- **elhízás**,
- **sok cukor fogyasztása**,
- **mozgásszegény életmód**,
- **stressz**,
- **alkoholizmus**.



Kezelés

Az **1-es típusú diabetes** kezelése **diétával** és az **inzulin bőr alatti zsírszövetbe juttatásával** történik a végtagok, ill. a hasfal területén. Az inzulint be kell fecskendezni, szájon át jelenleg nem adható, mert peptid lévén a gyomorban kicsapódik, ill. lebomlik.

A **2-es típusú cukorbetegségben** a betegség kezdetén ajánlott az **életmód-változtatás, szénhidrátszegény diétával, testsúlycsökkentéssel, sporttal**. Ha ez nem elégséges **gyógyszerek segítségével**, amelyek csökkentik a vércukorszintet, növelik az inzulín hatását, fokozzák a sejtek inzulínérzékenységét. Ha a béta-sejtek kimerültek, az inzulint teljesen pótolni kell.

A folyadékterek – pl. vér – összetételének szabályozása, a homeosztázis fenntartása

A többsejtű állatokban a **sejtek többsége már nem érintkezik a külvilággal, számukra a környezetet a testfolyadékok jelentik (a szövetközi folyadék és a vér)**. Ezek a **folyadékterek egyfajta belső környezetet** teremtenek a sejtek számára. A **belső környezet fontos tulajdonsága összetételének viszonylagos állandósága**, ami igen bonyolult szabályozás révén valósul meg. A **belső környezet szabályozott dinamikus állandóságát homeosztázisnak** nevezzük. A homeosztázisnak köszönhetően a **sejtek számukra optimális környezetben működhetnek**. A belső környezet legfontosabb szabályozott paraméterei a következők:

- **ozmotikus koncentráció,**
- **ionösszetétel,**
- **testfolyadékok kémhatása,**
- **testfolyadékok térfogata,**
- **testfolyadékok tápanyag – pl. glükóz - koncentrációja.**

További részletek: <https://bioszfera.com/downloads/4.7.Akivalasztas.pdf>

A vér kémhatásának szabályozása (lásd még 4.6.1. Testfolyadékok jegyzet)

Emberben a vér pH-ja 7,38 és 7,42 közé esik. Ettől eltérést okozhat:

- ha a tüdőben a **vér szén-dioxid leadása csökken**, ekkor a vér savasodik, ami eszméletvesztést eredményezhet.
- **Erős éhezéskor**, ill. a **cukorbetegéknél** a vérben különféle anyagcseretermékek - acetecetsav, béta-oxivajsav - halmozódnak fel, amelyek eszméletvesztést okozhatnak.

A homeosztázis fenntartásához ezért szükség van pH-szabályozó puffer mechanizmusokra. A pufferrendszerek a pH változását tompítják azáltal, hogy a savasság növekedése esetén eltávolítják (megkötik) a felesleges H^+ -ionokat vagy lúgosodáskor az OH^- -ionokat.

A sav-bázis egyensúly fenntartásában a következő szervek vesznek részt:

- **tüdő:** CO_2 eltávolításával,
- **vese:** H^+ vagy HCO_3^- (bikarbonát) kiválasztásával,
- **szövetek:** CO_2 termelésük révén,
- **vér:** amely **kiegyensúlyozó szerepű puffereket tartalmaz.**



A **vesékben** a gyűjtőcsatornák sejtjei a vér savasodásakor szén-dioxidot vesznek fel. A sejtekben a szén-dioxid a vízzel szénsavat képez, ami bomlik. A H^+ -ionok a szűrletbe kiválasztódnak, s a vizelettel távoznak, míg a HCO_3^- -ionok visszakerülnek a vérbe.

A vér pH-ját a különböző **puffer-rendszerek** tartják állandó értéken.

1. **Bikarbonát puffer-rendszer** $H^+ + HCO_3^- = H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$

Savasodás esetén – amikor a H^+ -koncentrációja emelkedik, vér pH-ja csökken - a feleslegben keletkező H^+ -kal a vérplazmában oldott hidrokarbonát-ionok (HCO_3^-) szénsavat képeznek, amely a tüdőben elbomlik szén-dioxidra és vízre. A felszabaduló CO_2 távozik a tüdőn keresztül, így az egyensúly jobbra tolódásával nőhet a pH (a H^+ mennyisége csökken).

2. **A plazmafehérjék puffer-rendszer**

Az albuminok amino- és karboxilcsoportjai játszanak szerepet, melyek H^+ -t köthetnek meg (aminocsoport), ill. adhatnak le (karboxilcsoport).

3. **A hemoglobin puffer szerepe**

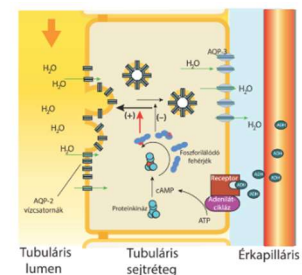
A vörösvértestekbe bediffundáló CO_2 rögtön szénsavvá alakul egy enzim segítségével. Ezután a szénsav bomlik, protonját megköti a hemoglobin - ugyanis erősebben köti a protonot, mint a szénsav –, ezáltal csökkenti a savasság mértékét.

A vér ozmotikus koncentrációjának szabályozása (lásd még 4.7. Kiválasztás jegyzet)

A vese gyűjtőcsatornáinak feladata a vesemedencében összegyűlő vizet végleges mennyiségének kialakítása, összetételének és ozmotikus koncentrációjának a végső beállítása. A gyűjtőcsatornában a só és a víz visszaszívódásának a mértéke hormonálisan – **ADH, aldoszteron** – szabályozott a szervezet só- és vízellátottságának megfelelően.

A gyűjtőcsövekben a **víz visszaszívódását elősegítő hormon, az ADH** (antidiuretikus hormon, vazopresszin) a **hipotalamuszban termelődik** és az **agyalapi mirigy hátsó lebenyében raktározódik**. Innen szabadul fel szükség esetén a hipotalamusz idegsejtjeinek hatására, melyek közvetve képesek érzékelni a vér koncentrációját (ozmózisnyomását). Víziányos állapotban – amikor a **vér ozmotikus koncentrációja (ozmózisnyomása) megnő, a vérnyomás csökken**, amit az agykamrák falában található nyomást, ill. a vér ozmotikus koncentrációját érzékelő receptorok jeleznek -

- **fokozódik az ADH felszabadulása,**
- melynek hatására a **gyűjtőcsövek fala átteresztővé válik a víz számára**, így az passzív transzporttal a csatornákat körülvevő nagyobb koncentrációjú szövetnedvbe, ill. a vérplazmába áramlik.
- Ennek eredményeképpen a **vizelet mennyisége csökken, koncentrációja nő.**



A gyűjtőcsatornák falában az akvaporin-2 (AQP-2) típusú vizescsatornák teszik lehetővé a víz passzív transzportját, melyek beépülését a sejthártyába az ADH hormon szabályozza.

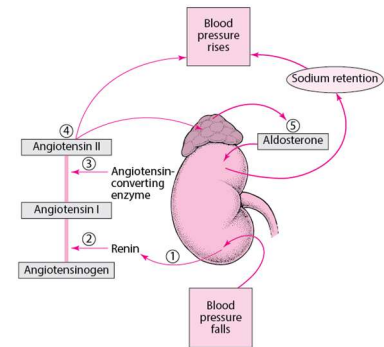
Az ADH a vízvisszaszívás fokozása révén a **vérnyomást is emeli** (vazopresszin). **ADH hiányában nagy mennyiségű, híg vizelet keletkezik, a vérnyomás csökken.**

A **Na^+ visszaszívódását** a vese gyűjtőcsöveiben és a disztális tubulusaiban a mellékvesekéregben termelődő szteránvázas **aldoszteron** serkenti, amely **sóhiányos állapotban termelődik** fokozottabban. A Cl^- a Na^+ -t passzívan követi. A **sóvisszaszívódás növekedése esetén fokozódik a víz visszaszívása is**, hiszen a víz passzív mozgását a növekvő koncentrációgradiens elősegíti, aminek köszönhetően **emelkedik a vérnyomás.**

Aldoszteron hiányában ezért nagyobb mennyiségű, koncentráltabb vizelet alakul ki, a vérnyomás pedig csökken. A hormon elválasztásának a mértékét így döntően a vérnyomás határozza meg (renin-angiotenzin rendszeren keresztül), az alacsony vérnyomás fokozza a termelődését.

Ha a vérnyomás csökken,

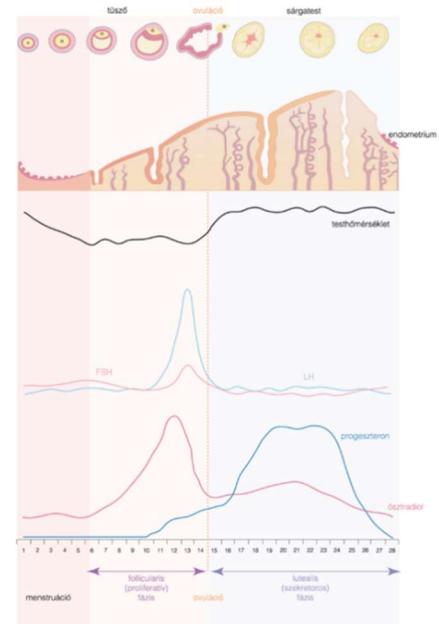
- a vesében az érgomolyaghoz vezető arteliola falában található speciális simaizomsejtek – juxtaglomeruláris sejtek - **renint** választanak ki közvetlenül a keringésbe.
- A renin egy enzim, amely a máj által felszabadított **angiotenzinogént** átalakítja **angiotenzin I**-é.
- Végül az angiotenzin I a tüdőben átalakul **angiotenzin II**-vé, mely fokozza az aldoszteron elválasztást, ill. növeli a vérnyomást.



A női nemi működés hormonális szabályozása (lásd még 4.9. Szaporodás jegyzet)

A ciklus eseményeinek egymástutániságát a **GnRH**, az **FSH**, az **LH** és a **három petefészek hormon** koncentrációjának meghatározott, ciklikus változása eredményezi. A különféle **hormonok** nemcsak egymás termelődésének a mértékére hatnak – pozitív vagy negatív visszacsatolással –, hanem **befolyásolják a célsejtek receptorainak a számát**, és ezzel a **hormonérzékenységet**.

- A **ciklus elején**, a menses első napjaiban a petefészek hormonok – **ösztrogén és progeszteron** – **koncentrációja a vérben alacsony**.
- Ennek következtében a hipofízis **tüszőserkentő hormonjának elválasztása felszabadul a gátlás alól, szintje a vérben emelkedik, gyorsul a tüsző érése**.
- A **fejlődő tüsző termeli az ösztrogént**, ami a ciklus közepén pozitív visszacsatolás révén **fokozza az FSH, ill. az LH elválasztását** (úgy, hogy hatására nő az FSH-t és az LH-t elválasztó sejteken a GnRH receptorok száma).
- A **sárgatest serkentő hormon** koncentrációja az ovuláció előtt 24 órával maximális, **hatására bekövetkezik kb. a 14. napon a tüszőrepedés**.
- A **létrejövő sárgatest megkezd a progeszteron termelését**.
- A **ciklus második felében a progeszteron és az ösztrogén negatív visszacsatolással gátolja az FSH és az LH termelődését**, ezért ezek mennyisége csökken. Emé tény az alapja a **hormonális fogamzásgátlásnak**; a tabletták megfelelő arányú ösztrogén- és progeszterontartalma gátolja a tüszőserkentő hormon, ill. a sárgatest serkentő hormon elválasztását, aminek köszönhetően a tüszőérés is gátlás alá kerül, így nem érik meg újabb petesejt, **elmarad az ovuláció**.
- Mivel az LH mennyiségének a csökkenése miatt a sárgatest sorvadásnak indul, **csökken a progeszteron- és az ösztrogénszint, ezért bekövetkezik a menses, a tüszőserkentő hormon** termelése felszabadul a gátlás alól, **szintje a vérben újra nőni kezd**. A növekedő FSH-szint előkészíti az elkövetkezendő ciklusokban szerephez jutó tüszőket is.



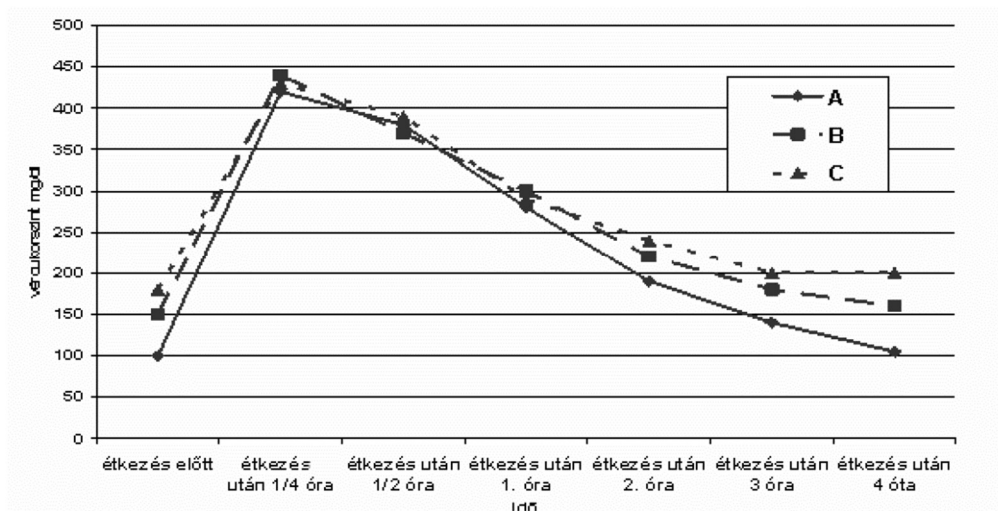
Emelt szintű gyakorló feladatok

A vércukorszint meghatározása

„Régebben elterjedt volt a cukortűrési teszt, amely azt mutatta ki, hogy a szájon át adott szőlőcukortól mennyire nő meg a vér glükóztartalma: ha 75 gramm szőlőcukor elfogyasztása után két órával a vércukorszint mennyisége eléri a 200 milligrammot deciliterenként, azaz 11,1 millimól/litert, cukorbeteg áll fenn. Manapság az éhezési vércukortartalom mérését részesítik előnyben, amely cukorbetegek esetén deciliterenként 126 milligramm, azaz 7 millimól/liter. Összehasonlításként megemlíthetjük, hogy az egészséges ember vérében deciliterenként 70 és 110 milligramm (3,9 és 6,1 millimól/liter) szőlőcukor van.”

Élet és Tudomány 2001/3., 996-997. oldal

Az alábbi grafikonok közül az A jelzésű mutatja az egészséges ember vércukorszintjének (mg/dl) változását a cukortűrési teszt során.



A szöveg és a grafikon adatai alapján számoljuk ki, hogy a cukortűrési próba során bevitt szőlőcukor hány százaléka jelenik meg a vérben ¼ órával a fogyasztást követően! A teljes vértérfogatot tekintjük 5 liternek.

- A grafikon adatai alapján a cukor elfogyasztását követően a vércukorszint 100 mg/dl-ről 425 mg/dl-re nő, azaz deciliterenként 325 mg cukortöbblet jelenik meg a vérben.
- A teljes vérmennyiségben ez $50 \text{ dl} \times 325 \text{ mg/dl} = 16\,250 \text{ mg}$ cukor megjelenését jelenti, ami a bevitt mennyiségnek $16\,250 / 75\,000 = 0,2167$ -ed része, azaz **21,67 %-a**.

Mi az oka annak, hogy az előző kérdésre nem 100% a helyes válasz?

- Még nem szívódott fel a teljes cukormennyiség,
- a felszívódott cukor egy része már belépett a sejtekbe,
- a felszívódott cukor egy része már raktározódott.

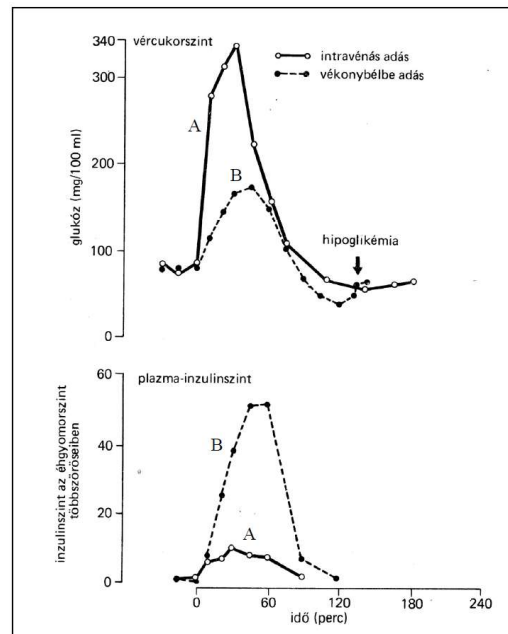
A vércukorszint változásai

A grafikon egy kísérletsorozat eredményét mutatja. Az „A” esetben intravénásan (közvetlenül a vérbe), a „B” esetben a vékonybélbe juttattak azonos mennyiségű szőlőcukrot (glükózt).

Ezt követően folyamatosan mérték a glükóz és az inzulin koncentrációit egy távolabbi nagy vénában.

A grafikon tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre! A felső grafikon vízszintes tengelyének beosztása megegyezik az alsó grafikonéval. A mértékegységben $\text{ml} = \text{cm}^3$.

Milyen magyarázat adható arra, hogy a glükóz-szint (az első hatvan percben) eltérő mértékben változott a két kísérletben?



A „B” esetben a bevitt glükóz egy részét glikogén formájában raktározta a máj, ill. elképzelhető, hogy a bevitt glükóz egy része nem szívódott fel.

Számítsuk ki, hogy – átlagos vértérfogatot feltételezve – összesen hány gramm glükóz keringett a kísérleti személy vérében a kísérlet megkezdése előtt!

- A grafikon adataiból következik, hogy 80 mg cukor van 100 ml, azaz 0,1 liter vérben,
- akkor 5 literben $80 \times 50 = 4000$ mg, azaz 4 g.

Számoljuk ki, hogy kb. hány gramm glükózt juttattak intravénásan a kísérleti személy vérébe!

- $340 \text{ mg} - 80 \text{ mg} = 260 \text{ mg}$ -ot 100 ml-be,
- ami 5000 ml-re $50 \times 260 = 13\,000 \text{ mg} = 13$ grammot.

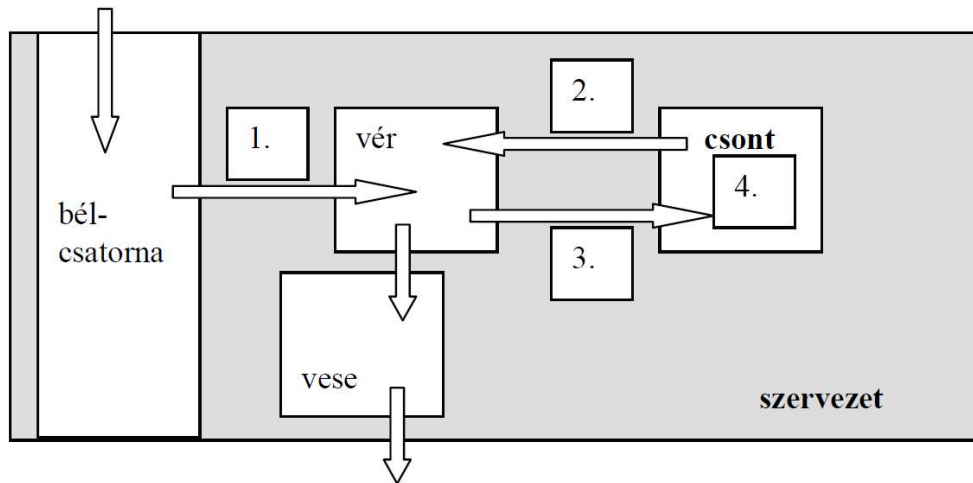
120 perccel a kísérletek megkezdése után mindkét esetben hipoglikémia jelentkezett, azaz a kísérleti személyek vércukorszintje a normális érték alá süllyedt, mivel a hirtelen megemelkedő inzulinszint miatt csökkent a vércukorszint, ill. a cukorbevitel megszűnt, az inzulintermelés a változást kis késéssel követte, ezért a glükózsztint egy ideig a normális alá süllyedt.

Az inzulinszint változása meglepően különbözött a kísérlet „A” és „B” részében. A kutatók később fölismerték, hogy a bélcsatornába került glükóz bizonyos bélhormonok képződését is fokozza, melyek a bélsatorna falából szabadulnak fel a béltartalom hatására, és elsősorban az emésztés folyamatát irányítják. A felszabaduló bélhormonok láthatóan serkentik az inzulintermelést, mert az inzulinszint sokkal erősebben emelkedett akkor, amikor a glükóz a bélbe jutott, mint az intravénás adagolásakor.

II. Kalcium-anyagcsere

8 pont

Az ábra a kalcium-ion anyagcseréjének helyszíneit és folyamatait mutatja



Az ábra és a meghatározások alapján nevezze meg a számmal jelölt vegyületeket, anyagokat! A különböző számok, különböző vegyületeket jelölnek. Válaszát írja a meghatározások utáni pontozott vonalra!

1. A kalcium-ion tápcsatornából való felvételét segíti:
2. A kalcium-anyagcserét szabályozó hormon, hatására növekszik kalcium-ion koncentrációja a vérplazmában:
3. A kalcium-anyagcserét szabályozó hormon, hatására csökken kalcium-ion koncentrációja a vérplazmában:
4. A csont alapállományában ebben a sójában fordul elő kalcium-ion:
5. Nevezze meg azt a két belső elválasztású mirigyét, amelynek hormonja a kalciumion koncentrációját szabályozza a vérplazmában! Válaszát írja a pontozott vonalra! (2 pont)
..... és
6. Soroljon fel a csont felépítésén kívül még két élettani folyamatot, amihez az ion szükséges! (2 pont)
 -
 -

Megoldás

II. Kalcium-anyagszere

8 pont

A feladat az érettségi vizsgakövetelmények 4.3.2, 4.4.1, 4.4.4, 4.6.1 és 4.8.4 pontjai alapján készült

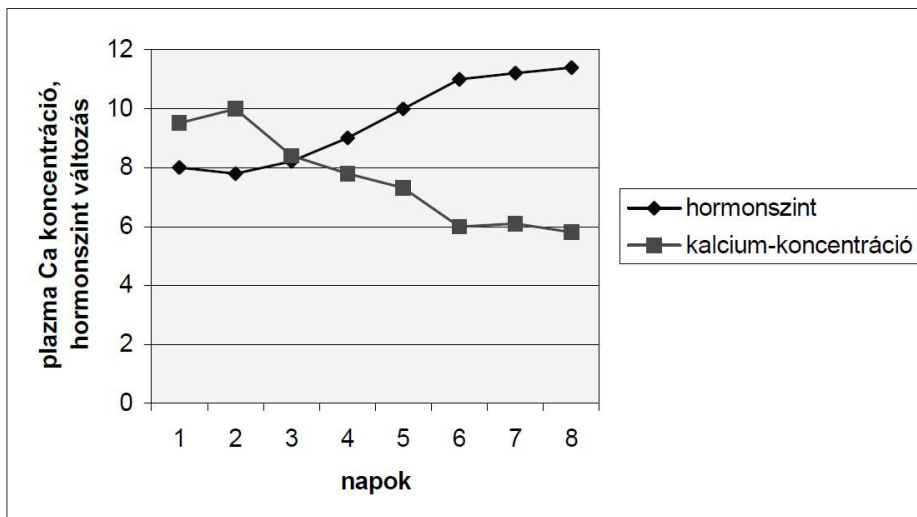
Ábra: eredeti

1. D-vitamin 1 pont
2. parathormon 1 pont
3. kalcitonin 1 pont
4. kalcium-foszfát/ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ / pontosabban: apatit $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
vagy: kalcium-karbonát/ CaCO_3 1 pont
5. pajzsmirigy és mellékpajzsmirigy 1 pont
6. vérárvadás 1 pont
izommozgás / miozin ATP bontása /
idegrendszer működése / immunrendszer működése 1 pont

III. A kalcium-anyagszere

8 pont

Az ábra a vérplazma kalciumion-koncentrációjának és az ezt szabályozó hormon szintjének változását mutatja tartósan kalciumszegény diéta esetén. (A diéta a 2. naptól kezdődött)



1. Melyik hormon koncentrációjának változását mutatja a grafikon?
.....

2. Melyik mirigy termeli a feladatban szereplő hormont?

3. Elsősorban mi szabályozza egészséges szervezetben e hormon termelődését?

- A) az agyalapi mirigy elülső lebenyének hormontermelése
- B) az agyalapi mirigy hátsó lebenyének hormontermelése
- C) a pajzsmirigy hormontermelése
- D) a vér kalciumion-koncentrációja
- E) a csontok kalciumtartalma

4. Milyen következményekkel járt a kalciumszegény táplálkozás? (2 pont)

- A) A csontok szervesanyag-tartalma csökkent.
- B) Az ideg-izom ingerlékenység fokozódott.
- C) A véralvadékonyság fokozódott, a rögképződés veszélye nőtt.
- D) Vérszegénység lépett föl.
- E) A vizelet kalcium-koncentrációja nőtt.

--	--

5. Milyen következményekkel járna, ha a grafikonon szereplő hormont termelő mirigyet tévedésből teljesen eltávolítanák egy kísérleti állat szervezetéből?

- A) Farkasvakság lépne föl.
- B) A vázizmok görcse miatt halál állna be.
- C) A gátlás megszűnése miatt a vér kalciumszintje hirtelen megemelkedne, fokozva az érlelmeszesedés veszélyét.
- D) A csontok a jelentős kalciumvesztés miatt meglágyulnának, a fogszuvasodás esélye nőne.
- E) A hormonszint csökkenésével egyenes arányban nőne a vér kalciumszintje.

6. Hogyan lehetne megszüntetni vagy enyhíteni az előző pontban leírt tüneteket? (2 pont)

- A) A hormont tartalmazó injekcióval.
- B) Az agyalapi mirigy hormontermelésének serkentésével.
- C) Megfelelő adag kalcium beadásával.
- D) Véralvadésgátló szerrel.
- E) A fölös mennyiségű kalciumot megkötő anyaggal.

--	--

Megoldás

III. A kalcium-anyagcsere

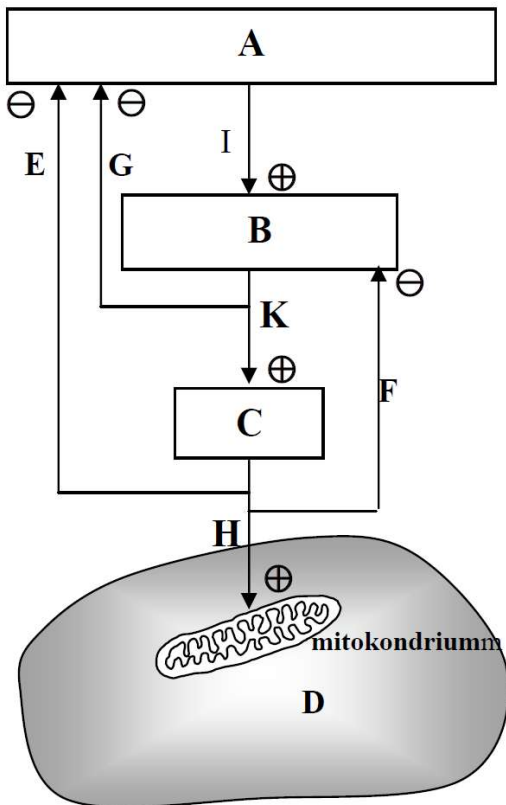
8 pont

A feladat a követelményrendszer 4.6.1. és 4.8.4 pontjai alapján készült.

- | | | |
|----|-------------------|--------|
| 1. | parathormon | 1 pont |
| 2. | mellékpajzsmirigy | 1 pont |
| 3. | D | 1 pont |
| 4. | A, B | 2 pont |
| 5. | B | 1 pont |
| 6. | A, C | 2 pont |

VII. Egy három lépcsős szabályozás sémája

10 pont



A mellékelt ábrán három hormontermelő szerv kölcsönhatását tüntettük fel, mely eredményeként a szervezet sejtjeiben a mitokondriumok fokozzák vagy csökkentik működésüket. A szabályozásban a + serkentő, a – gátló hatást jelent.

A számmal jelzett megállapítások a séma valamelyik betűjére vonatkoznak. Írja be a táblázatba a megfelelő betűjeleket! Minden helyes válasz 1 pont.

1.	A gége előtt H alakban elhelyezkedő belső elválasztású mirigy.	
2.	A pajzsmirigyet közvetlenül serkentő hormon serkentő hatása.	
3.	A tiroxin hat a sejtre (sejtekre) és serkenti a mitokondriumok oxigénfőhasználását.	
4.	A köztiagyban elhelyezkedő hormontermelő szerv és reflexközpont.	
5.	A tiroxin negatív visszacsatolással gátolja az agyalapi mirigy elülső lebeny pajzsmirigyet serkentő hormonjának a termelődését.	
6.	A tiroxin célsejtje.	
7.	A tiroxin negatív visszacsatolással gátolja a hipotalamusz serkentő hormonjának (faktorának) a termelődését.	
8.	<i>Az agyalon elhelyezkedő belső elválasztású mirigy elülső lebenye.</i>	
9.	A hipotalamusz serkentő faktora hat az agyalapi mirigy elülső lebenyére.	
10.	A pajzsmirigyet serkentő hormon negatív visszacsatolással gátolja a hipotalamusz serkentő faktorának a termelődését.	

Megoldás

VII. Egy három lépcsős szabályozás sémája

10 pont.

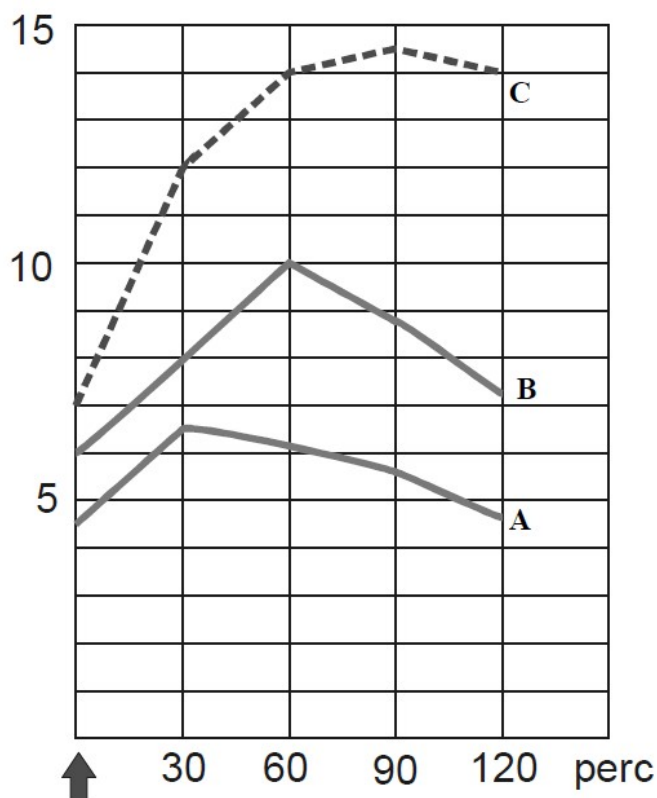
A feladat a részletes követelmények 4.8.4. fejezetén alapul. Minden helyes válasz 1 pont.

1.	C
2.	K
3.	H
4.	A
5.	F
6.	D
7.	E
8.	B
9.	I
10.	G

IV. Terheléses vizsgálat

6 pont

a vér cukortartalma (mmol/liter)



A cukorbetegség felismerésének hagyományos módja a terheléses vizsgálat.

Három személy (A, B és C) vérének összetételét vizsgálták. Reggel éhgyomorra mindhárman 1 gramm, vízben oldott szőlőcukrot fogyasztottak testsúlykilogrammonként. Ezután 30 percenként mérték vércukorszintjüket. Az eredményeket mmol/literben mutatja a grafikon.

Az adatok azt mutatják, hogy a „C” személy cukorbeteg.

1. Az „A” személy 80 kg-os, teljes vérmennyisége 5 liter. Számítsa ki, hogy a bevitt cukormennyiség hány százaléka volt jelen vérplazmájában a 30. perc végén! Tételezzük fel, hogy a fogyasztott szőlőcukor teljes mennyisége felszívódott és a vércukorszint más forrásból nem emelkedett! Rögzítse a számítás menetét is! A glükóz moláris tömege 180 g/mol. (2 pont)

2. Fogalmazza meg, mi az oka annak, hogy az „A” személyben csak 30 perc múlva érte el maximumát a vércukorszint!

.....

3. Mi lett a sorsa a bevitt cukormennyiség legnagyobb részének az egészséges „A” személyben?

.....

4. A vércukorszint a „C” személyben is csökken kissé a 90. percet követően. Mi magyarázza ezt?

.....

5. Ez a vizsgálat még nem mutatja egyértelműen, hogy a „C” beteg I. vagy II. típusú cukorbetegségben szenved-e, azaz inzulinhiány, vagy a szénhidrát-anyagcsere általános zavara-e az ok. Mit kellene mérni a fenti kísérletben annak igazolására, hogy I. típusú cukorbetegség lépett-e fel? Mit tapasztalnánk ebben az esetben?

.....

.....

Megoldás

IV. Terheléses vizsgálat

6 pont

A feladat a követelményrendszer 4.8.4. pontja alapján készült.

Az ábra forrása: Fonyó Attila: Az orvosi élettan tankönyve. Medicina, 2004 p.316.

1.

Az „A” személy 80 kg-os, ezért 80 gramm szőlőcukrot fogyasztott.

Vérében a 30. perc végére 2 mmol/dm³-rel emelkedett a vércukorszint, ez összesen 10 mmol.

1 pont

(Mivel 1 mol szőlőcukor 180 g) ,

10 mmol = 0,01 mol = 180*0,01 = 1,8 g

Ez a bevitt mennyiség $(1,8:80)100 = 2,25$ %-a.

1 pont

2. A felszívódás időigénye miatt.

1 pont

3. A máj raktározta. / A sejtek felvették / oxidálták.

1 pont

4. A vizeletbe került. / A sejtek kismértékben föl tudták használni.

1 pont

5.

Az inzulinszint változását.

Ha az inzulinszint nem / alig emelkedik (a cukorterhelés hatására), I. típusú cukorbetegség lehet az ok.

1 pont

VIII. Kínzó szomjúság

8 pont

Olvassa el az alábbi leírást, és a kérdések segítségével elemezze az esetet!

Egy ötéves kislánnyal jelentkeztek az egyik kórházban, akinél a legjellemzőbb panasz az volt, hogy napi 4-5 liter folyadékforgalma van. A szülők sokáig pszichológiai okra gondoltak, feltételezték, hogy a gyermek túl sokat iszik, és ennek következtében keletkezik a sok vizelet. A kivizsgáláson kiderült, hogy a kislány éjjel is állandóan kijár pisilni, és ekkor mindig rengeteg vizet is megiszik.

A klinikán vizsgálták, hogyan reagál a beteg szervezete arra, ha hosszabb ideig nem kap inni. A próbát 4 óra múlva meg kellett szakítani a gyermek rosszulléte miatt, aki továbbra is rendszeresen ürítette a híg vizeletet, amely nem tartalmazott glükózt.

1. A klinikai vizsgálat részben a pszichológiai ok kizárását célozta. Lelki tényezők hatására (kényszeresen) sokat ivó, de egyébként egészséges szervezetű gyermek milyen összetételű és mennyiségű vizeletet ürítene hosszabb folyadékmegvonáskor? *A helyes megoldás betűjelét írja a négyzetbe!*

- A) Kevés, híg, glükóztartalmú vizeletet.
B) Sok, híg, glükózmentes vizeletet.
C) Kevés, tömény, cukormentes vizeletet.
D) Sok, tömény, cukormentes vizeletet.
E) Kevés, tömény, glükóztartalmú vizeletet.

A leírt betegség hátterében a kivizsgálás során egy, a veseműködésre közvetlenül ható hormon hiányát találták meg.

2. Nevezze meg azt a hormont, amelynek hiányában sok vizelet keletkezett!

.....

3. Nevezze meg azt a szervet, amelyik ezt a hormont termeli, és azt a szervet, valamint annak pontos részét, ahonnan a hormon a keringésbe ürül! (2 pont)

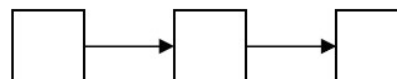
A hormont termeli:

A hormont a vérbe üríti:

A szövegben leírt kislánynál az elfogyasztott folyadék és a vizelet mennyiségén kívül a vér ozmotikus koncentrációja is változott.

4. Állítsa ok-okozati sorba ezt a három változást **a vizsgált esetben!** *Írja a betűjeleket a megfelelő sorrendben a négyzetekbe!*

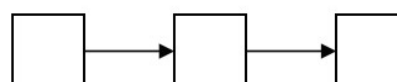
- A) A vér ozmotikus koncentrációja megnőtt.
B) A vizelet mennyisége nőtt.
C) Az elfogyasztott folyadék mennyisége nőtt.



Cukorbetegségben is hasonlóan változik e három tényező, de az okok mások.

5. Állítsa sorba ezt a három változást **cukorbetegség esetében!** *Írja a betűjeleket a megfelelő sorrendben a négyzetekbe!*

- A) A vér ozmotikus koncentrációja megnőtt.
B) A vizelet mennyisége nőtt.
C) Az elfogyasztott folyadék mennyisége nőtt.



6. Mi lehet az oka cukorbetegség esetén a vércukorszint változásának?
- A) Az inzulinszint nő, ezért a glikogén-felépítés fokozódik, a sejtek glükózfelhasználása nő.
 B) Az inzulinszint csökken, ezért a glikogén-felépítés fokozódik, a sejtek glükózfelhasználása nő.
 C) Az inzulinszint nő, ezért a glikogén-felépítés csökken, a sejtek glükózfelhasználása nő.
 D) Az inzulinszint csökken, ezért a glikogén-felépítés fokozódik, a sejtek glükózfelhasználása csökken.
 E) Az inzulinszint csökken, ezért a glikogén-felépítés csökken, a sejtek glükózfelhasználása csökken.
7. A szomjúságérzetet az az agyterület kelti, mely más vegetatív működésekért, így a testhőmérséklet szabályozásáért is felelős. Pontosan melyik agyterület ez?
-

Megoldás

VIII. Kínzó szomjúság

8 pont

A feladat a részletes követelmények 4.7.1., 4.7.2. és 4.8.4. fejezetein alapul.

- | | |
|---|--------|
| 1. C | 1 pont |
| 2. Vízvisszaszívást serkentő / antidiuretikus hormon / ADH / vazopresszin | 1 pont |
| 3. A hormont termeli: hipotalamusz / köztiagy / agy | 1 pont |
| A hormont a vérbe üríti: az agyalapi mirigy (hipofízis) hátsó lebenye | 1 pont |
| 4. $B \rightarrow A \rightarrow C$ | 1 pont |
| 5. $A \rightarrow C \rightarrow B$ / $A \rightarrow B \rightarrow C$ | 1 pont |

A vizsgázó a nagy vizeletmennyiséget magyarázhatja úgy, hogy a megnövekedett cukorkoncentráció miatt fokozódik a folyadékfelvétel és a szűrletképződés, illetve úgy, hogy csökken a szűrletből a visszaszívódás. (Valójában az utóbbi tényező a lényegesebb, de azt a cukor nem közvetlenül, hanem az ADH-termelés befolyásolásával éri el.)

- | | |
|-------------------|--------|
| 6. E | 1 pont |
| 7. a hipotalamusz | 1 pont |

VII. Hormonok

10 pont

Az alábbi táblázat egy felnőtt és nem várandós nő szervezetének néhány hormonját és azok hatását mutatja be. *Egészítse ki a táblázat hiányos sorait a számokkal jelölt helyeken!*
Minden helyes válasz 1 pont.

A hormon neve	Termelődési helye	Hatása
Tiroxin	Pajzsmirigy	A glükóz oxidációját és a hőtermelést 1. A májban a glikogénképződést 2.
3.	Agyalapi mirigy (elülső lebeny)	4. a szénhidrátok oxidációját és fokozza a máj és az izmok glikogénraktározását.
Sárgatest serkentő hormon (LH)	5.	Az ovuláció egyik kiváltója.
Progeszteron	6.	Az LH (sárgatest serkentő hormon) termelődését (ha nincs tüszőhormon) 7 A méh nyálkahártya vastagodását 8
9.	Mellékvese kéreg	Fokozza a 10. ion visszaszívását a nefronból a vérbe.

Megoldás

Neve	Termelődési helye	Hatása
Tiroxin	Pajzsmirigy	A glükóz oxidációját és a hőtermelést 1. fokozza / serkenti. A májban a glikogénképződést 2. gátolja / csökkenti.
3. Növekedési hormon (STH)	Agyalapi mirigy (elülső lebeny)	4. Gátolja / csökkenti a szénhidrátok oxidációját és fokozza a máj és az izmok glikogénraktározását.
Sárgatest serkentő hormon (LH)	5. Agyalapi mirigy (elülső lebeny)	Az ovuláció egyik kiváltója.
Progeszteron	6. Petefészkek / sárgatest.	Az LH (sárgatest serkentő hormon) termelődését 7 gátolja / csökkenti A méh nyálkahártya vastagodását 8 serkenti / fokozza
9. Aldoszteron	Mellékvese kéreg	Fokozza a 10. Na⁺ ionok visszaszívását a nefronból a vérbe

IV. Inzulinrezisztencia

14 pont

Az inzulinrezisztencia modern társadalmunk egyik leggyakoribb problémája, ami kezeletlen formában könnyen vezethet 2-es típusú cukorbetegséghez. Mindkettő élettani háttérben az áll, hogy a megfelelő mértékben termelődő inzulint a sejtek nem ismerik fel, nem kötik meg, így az inzulin nem tudja kifejteni a hatását. A rezisztencia eredménye, hogy a cukor a vérben felhalmozódik.

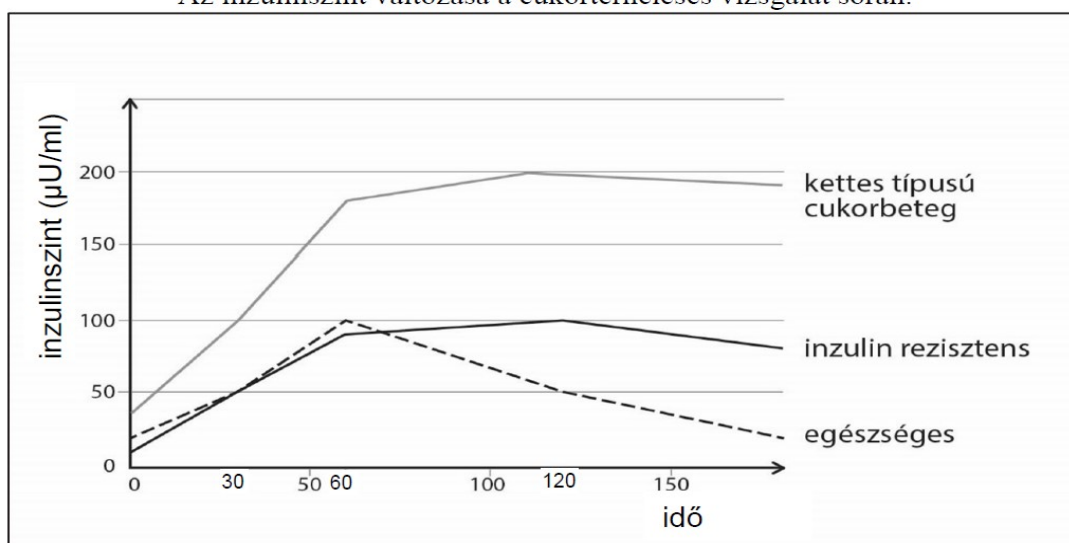
Az inzulinrezisztenciát cukorterheléses laborvizsgálattal lehet kimutatni. A vizsgált személynek meghatározott mennyiségű cukrot kell elfogyasztani (felnőttek esetében 75g glükózt tartalmazó oldatot kell meginni) és azt vizsgálják, hogy ez a cukor hogyan jelenik meg a vérben. A vizsgálat során többször vesznek vért: egyszer a cukor elfogyasztását megelőzően, majd többször azt követően (30, 60, 90 és 120 perc elteltével). A vér cukor- és inzulinszintjét minden mintában megméri és egy idő-vércukorszint, valamint egy idő-inzulinszint grafikont rajzolnak fel.

1. Nevezze meg, melyik szervben, pontosan milyen funkciójú sejtek termelik az inzulint!
.....
2. Fogalmazza meg, hogyan hat egészséges szervezetben az inzulin a vázizomrostok membránjának cukortranszportjára!
.....
3. Mit értünk az alatt, hogy rezisztencia esetén az inzulint a „sejtek nem ismerik fel”? Adja meg a helyes magyarázat betűjelét!
A) Az inzulin nem termelődik.
B) Az inzulin nem tud a vérbe kerülni.
C) Az inzulin nem tudja lebontani a vércukrot.
D) A sejtek nem tudják felvenni és lebontani az inzulint.
E) Az inzulin nem tud az inzulinreceptorhoz kötődni.

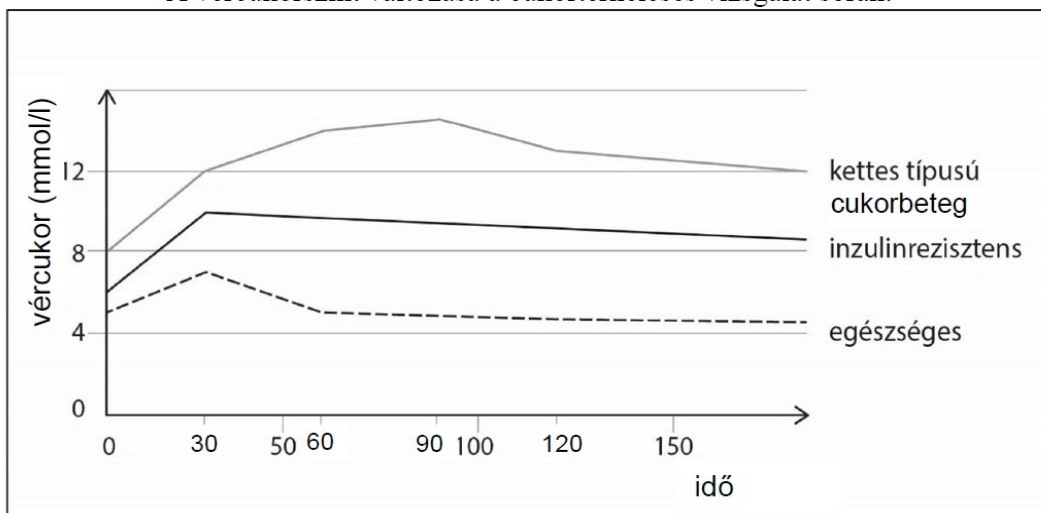


A két grafikon a vér cukorszintjének és inzulinszintjének változását mutatja három személyben a cukorterheléses vizsgálat során. (A $\mu\text{U/ml}$ a koncentrációval arányos mennyiség.)

Az inzulinszint változása a cukorterheléses vizsgálat során:



A vércukorszint változása a cukorterheléses vizsgálat során:



4. A grafikonok és a tanultak alapján adja meg az alábbiak közül a helyes magyarázatok betűjeleit! (2 pont)

Inzulinrezisztencia esetén ...

- A) a vércukorszint magas marad, mivel a sejtek nem tudják a glükózt felvenni.
 B) a vércukorszint alacsony marad, mivel az inzulin nem hat a sejtekre.
 C) az inzulin termelése később indul be.
 D) az inzulinszint visszaesik, mert a sejtek nem tudják felvenni a glükózt.
 E) az inzulinszint magas marad, mert a magas vércukorszint folyamatosan serkenti az inzulin termelődését.

--	--

5. A grafikonok és a tanultak alapján adja meg az alábbiak közül a helyes magyarázatok betűjeleit! (2 pont)

Egészséges szervezetben ...

- A) a vér magas cukorszintje kiváltja az inzulin termelését.
 B) a termelődő inzulin hatására fokozódik a glükóz felszívása a vérbe.
 C) a termelődő inzulin hatására a vércukorszint csökken.
 D) a vér cukorszintje magas marad, mert az inzulinszint esik.
 E) az inzulin folyamatosan termelődik, hogy a sejtek glükózellátása biztosítva legyen.

--	--

6. Nevezze meg a 2-es típusú cukorbetegségnek egy jellemző kockázati tényezőjét!

.....

A cukorbetegség jellemző tünete a gyakori vizelet és a nagy mennyiségű vizelet képződése. Egészítse ki az alábbi magyarázat hiányzó szavait! (Egy szó kétszer is szerepelhet.)

A magas vércukorszint miatt a vesetestecskékben képződő (7.) cukortartalma (8.)....., ezért a vesecsatornácskákból a cukor nem tud maradéktalanul (9.)..... a vérbe.

A (10.)..... -ben maradt cukor miatt az oldat ozmotikus szívóereje (11.)....., ami visszatartja a (12.)....., ez pedig növeli a kiválasztott vizelet mennyiségét.

Megoldás

IV. Inzulinrezisztencia

14 pont

A feladat a részletes követelményrendszer 4.8.4. pontja alapján készült.

*Forrás: <http://www.thepcosnutritionist.com/resources/insulin-resistance-and-pcos/>
<https://www.endokrinkozpont.hu/inzulinrezisztencia>*

- | | |
|---|--------|
| 1. A hasnyálmirigy Langerhans-sziget sejtjei | 1 pont |
| 2. Az inzulin serkenti a glükóz felvételét. | 1 pont |
| 3. E | 1 pont |
| 4. A, E | 2 pont |
| 5. A, C | 2 pont |
| 6. Elhízás / dohányzás / magas cukortartalmú ételek, italok nagy mennyiségű fogyasztása | 1 pont |
| 7. szűrlet | 1 pont |
| 8. magas | 1 pont |
| 9. visszaszívódni | 1 pont |
| 10. szűrlet / csatorna | 1 pont |
| 11. növekszik / magas | 1 pont |
| 12. vizet | 1 pont |