

Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

4.7. A Kiválasztás

4.7.1. A vizeletkiválasztó rendszer működése

Kulcsfogalmak

- Vesetok, vese, vesekéreg, vesevelő, vesemedence, húgyvezeték (vesevezeték), húgyhólyag, húgycső, szűrletképzés, visszaszívás, kiválasztás, szűrlet, vizelet,
- nefron, vesetestecske, szűrletképzés, visszaszívás, kiválasztás (exkréció), transzportfolyamatok.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a vizeletkiválasztó rendszer főbb részeit.
- Ismertesse a vese kiválasztó működésének három fő részfolyamatát: szűrletképzés, visszaszívás, aktív kiválasztás, hozza ezeket összefüggésbe vizelet összetételével (víz, karbamid, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- ionok, gyógyszerek, hormonok). Magyarázza miért nincs az egészséges ember vizeletében vörösvértest, cukor és fehérje.
- Ismertesse a bőr, a máj, a tüdő, a végbél és a vese szerepét a kiválasztásban.
- Elemezze a vese kiválasztó működésének három fő részfolyamatát: szűrletképzés, visszaszívás, kiválasztás (exkréció).
- Elemezze a nefron működését: vesetestecske (tok,
- hajszálérgomolyag), az egyes csatorna-szakaszok, a csatorna falát behálózó hajszálerek funkcióit. Magyarázza a szűrletképzés, az aktív és passzív transzport folyamatait a következő anyagok példáján: víz, Na^+ , glükóz, H^+ .
- Elemezze a vizeletképződés folyamatát a vér, a tokban és a csatornában lévő folyadék, valamint a vizelet összetétele alapján.
- *Elemezzen adatokat, grafikonokat, végezzen el megadott képlet alapján számításokat a vese működésének vizsgálatára, hogy egy adott anyag időegység alatt mekkora mértékben távozik a vérből a vesén keresztül.*
- *Tervezzen vizsgálatot a vizelet lehetséges összetevőinek kimutatására.*

4.7.2. Szabályozás

Kulcsfogalmak

- Vizelet összetétele és mennyisége,
- vazopresszin (ADH), aldosteron.

Gondolkodási művelet

- Ismertessen a vizelet összetétele és mennyisége változásának háttérben álló lehetséges okokat (táplálék minősége és mennyisége, hőmérséklet, fizikai aktivitás, betegség).

Gondolkodási művelet

- Értelmezzen a vizelet összetétele és mennyisége változásának háttérében álló lehetséges okokat.
- Értse a vazopresszin (ADH) és aldosteron szerepét a folyadéktérfogat és sóháztartás szabályozásában.
- *Tervezzen és értelmezzen állatkísérletet a vazopresszin (ADH) vízmegtartó szerepének vizsgálatára.*

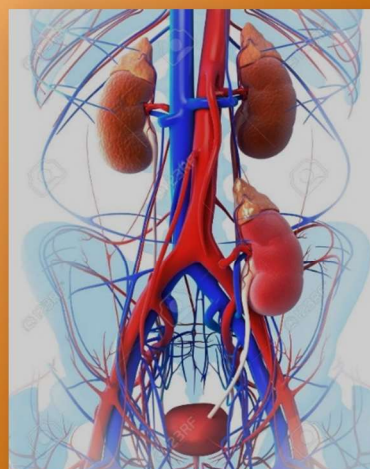
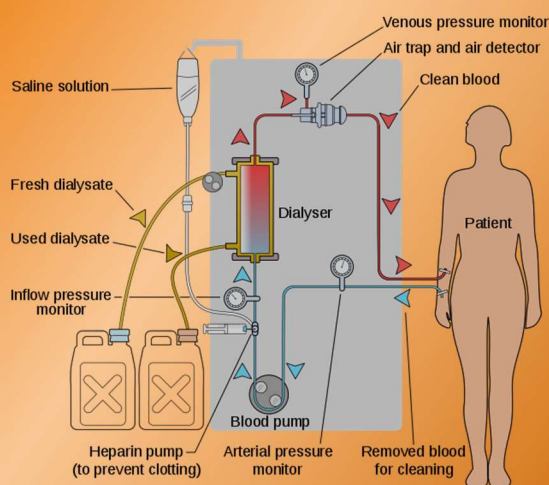
4.7.3. A kiválasztó szervrendszer egészségtana

Kulcsfogalmak

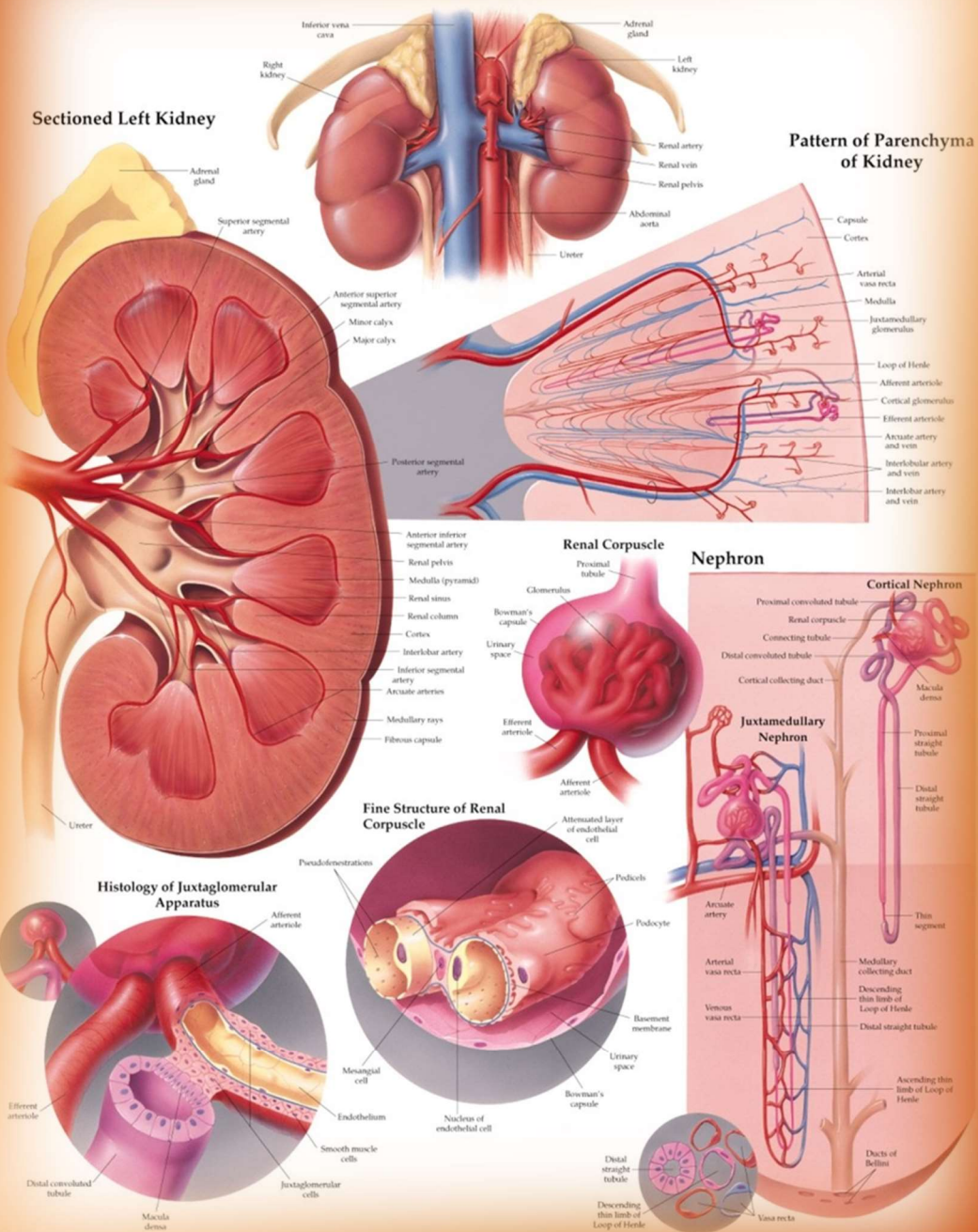
- Vizeletvizsgálat, vesekő, művesekezelés.

Gondolkodási művelet

- Indokolja a vizeletvizsgálat jelentőségét.
- Említsen példákat, hogy miért jelenhet meg a vizeletben fehérje, glükóz vagy vér.
- Magyarázza a vesekő kialakulásának okait, ismertesse rizikófaktorait és indokolja a folyadékbevitel jelentőségét a vesekőképződés megelőzésében.
- Ismertesse a művesekezelés jelentőségét.
- *Alkalmazza az ellenáramlás elvét a művesekezelés folyamatának magyarázatában.*



THE KIDNEY



©1995, 2000 Anatomical Chart Company, Skokie, Illinois. Medical Illustrations by Kimberly A. Martens, in consultation with Robert M. Pasick, M.D. LANGE'S ANATOMICAL CHARTS

©1995, 2000 Anatomical Chart Company, Skokie, Illinois. Medical Illustrations by Kimberly A. Martens, in consultation with Robert M. Pasick, M.D. LANGE'S ANATOMICAL CHARTS



A fejezet a követelményrendszer 4.7. pontja alapján készült.



Bevezetés

A kiválasztás minden állati szervezet alapvető **önfenntartó** működései közé tartozik,

- elsősorban **ozmoreguláció, azaz a szervezet optimális ozmotikus koncentrációjának a fenntartása,**
- másodsorban **méregtelenítés.**

A kiválasztó működés

- **a feleslegben felvett és a szervezet belső egyensúlyát veszélyeztető (víz, sók stb.),**
- **valamint az anyagcsere során feleslegessé vált (NH₃, karbamid, húgysav, tejsav, bilirubin stb.),** nagyobb mennyiségben mérgező anyagokat távolítja el a szervezetből.

Tágabb értelemben kiválasztó működést lát el

- a **tüdő**, mivel közreműködik az anyagcserében keletkezett **szén-dioxid** eltávolításában.
- A **máj** szintén kiválaszt, amikor a hemoglobin bomlásából származó **bilirubint az epével a bélcsatornába üríti.**
- A **bőr** verejtékmirigyjeinek működése révén a **víz, konyhasó, illatanyagok és egyes gyógyszerek kiválasztását végzi.**
- A **tápcsatorna** – végbél – elsősorban a **só kiválasztásban** működhet közre.

Szűkebb értelemben azonban csak a kiválasztószervek, a **vesék végeznek kiválasztást.** A vesék működésükkel **biztosítják a szervezet belső egyensúlyát,** mivel **eltávolítják a felesleges vizet, ionokat, mérgező bomlástermékeket,** ezáltal kialakítják a belső környezet – a testfolyadékok – optimális összetételét. Továbbá a vese a benne termelődő szöveti hormonok révén részt vesz a vérnyomás szabályozásában, ill. a D-vitamin aktív formájának előállításában.

A szervezet szabályozott belső egyensúlya a homeosztázis lásd még 4.1.1. fejezet

A többsejtű állatokban a **sejtek többsége már nem érintkezik a külvilággal, számukra a környezetet a testfolyadékok jelentik (a szövet közti folyadék és a vér).** Ezek a **folyadékterek belső környezetet** teremtenek a sejtek számára. A belső környezet legfontosabb feladata, hogy biztosítsa a sejtek működéséhez a megfelelő feltételeket az anyagcsere folyamatokhoz szükséges anyagok odaszállításával, ill. a bomlástermékek eltávolításával.

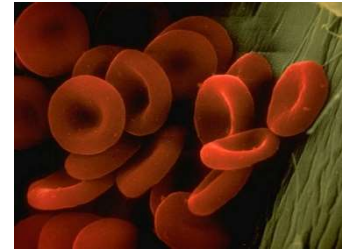
A belső környezet fontos tulajdonsága **összetételének viszonylagos állandósága,** ami igen bonyolult szabályozás révén valósul meg. A **belső környezet szabályozott dinamikus állandóságát homeosztázisnak** nevezzük. A homeosztázisnak köszönhetően a **sejtek számukra optimális környezetben működhetnek.** A belső környezet legfontosabb szabályozott paraméterei a következők:

- **ozmotikus koncentráció,**
- **ionösszetétel,**
- **testfolyadékok kémhatása,**
- **testfolyadékok térfogata.**

E paraméterek viszonylagos állandósága a vese működésével biztosíthatók. Az egyes paraméterek értékei fajonként eltérőek lehetnek. **Fejlettebb élőlényeknél a testfolyadékok tápanyag koncentrációja és a testhőmérséklet is a szabályozott tényezők közé tartoznak.**

Izoozmózis

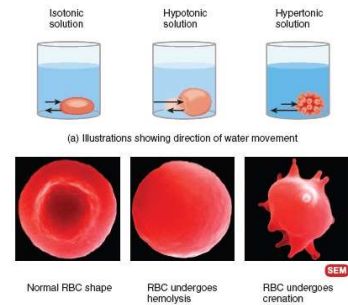
Az izoozmózis az **ozmotikus koncentráció állandóságának a törvénye**. A testnedvek – vér, sejtnedv, szövetnedv, nyirok - ionkoncentrációja arányos e folyadékok ozmózisnyomásával, amelynek alapvető szerepe van a sejtek alakjának a meghatározásában.



A sejtek optimális alakja az anyagcsere-folyamatok zavartalan lejárásáért fontos, mivel a sejtek belső szerkezete, a sejtszervecskék megfelelő elrendeződése csak meghatározott sejthalak mellett valósul meg.

Ha vörösvértesteket

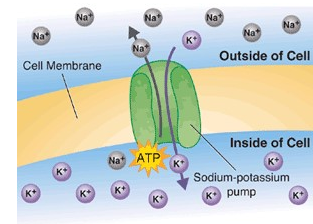
- **desztillált vízbe** vagy **hipotóniás oldatba** teszünk - amelynek ozmózisnyomása jóval kisebb a sejtplazmáénál - a sejtekbe **nagymennyiségű víz áramlik**, amelynek következtében a sejtek legömbölyödnek, majd **kipukkadnak** (hemolízis).
- Ellenkező esetben, ha a sejtet a sejtplazmáénál **töményebb – hipertóniás - oldatba** helyezzük, a **sejtek vizet veszítenek és összezsugorodnak**.
- **Izotóniás környezetben ozmotikus egyensúly alakul ki**, tekintve, hogy a külső oldat koncentrációja megegyezik a citoplazma töménységével.



Izoionia

Az izoionia az egyes **ionok egymáshoz viszonyított arányának az állandósága**. Tehát nemcsak az ionok koncentrációjának abszolút értéke, hanem a **különböző ionok aránya** is fontos a sejtben belüli és a sejtben kívüli térben.

Példaként a sejtekben a **káliumionok koncentrációja magas, a nátriumionoké alacsony**, ugyanakkor a sejtben kívüli térben fordítva, a nátriumionok koncentrációja nagy és a káliumé kicsi. A **nátrium a sejtek számára enzimreag**, viszont a **kálium bizonyos koncentrációban pedig szükséges az enzimek működéséhez**.



Izohidria

A testfolyadékok **pH állandóságának törvénye**. 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.
- **Hiperventilláció** esetén ellenkezőleg, a túlzott szén-dioxid leadás miatt a vér pH-ja emelkedik, ami szintén ájuláshoz vezet.
- **Erős éhezéskor**, ill. a **cukorbetegéknél** a vérben különféle anyagcsere-termékek - acetecetsav, béta-oxivajsav - halmozódnak fel, amelyek eszméletvesztést okozhatnak.

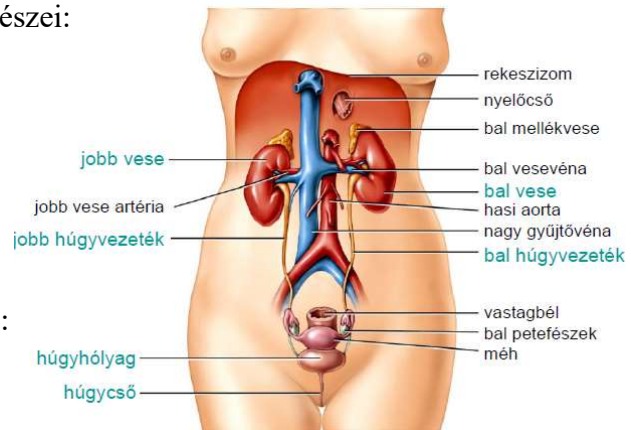
Izovolémia

A testfolyadékok **térfogata állandóságának törvénye**.

Véradás során átlagosan 450 ml vért vesznek le, a hiányzó mennyiséget kb. 5 hét alatt pótolja a szervezet. 15-30 %-os vérvesztés már rosszulléttel, vérnyomáseséssel, eszméletvesztéssel járhat. 40-50 %-os vérvesztés a keringés összeomlása miatt életveszélyes állapotot eredményez.

Az ember kiválasztó-szervrendszerének a részei:

- a páros **vesék**,
- a páros **húgyvezetékek**,
- a páratlan **húgyhólyag**,
- a páratlan **húgycső**.



A vese feladatai

1. **Nemkívánatos anyagok eltávolítása:**
 - anyagcsere-végtermékek,
 - feleslegben felvett anyagok.
2. **Benne termelődő hormonok révén**
 - a vérnyomás szabályozása: renin,
 - vörösvértest képződés serkentése: eritropoetin.
3. **H⁺ kiválasztás miatt a pH-szabályozás, sav-bázis egyensúly biztosítása.**
4. **Vitaminszintézis: a D-vitamin aktív formájának előállítása.**

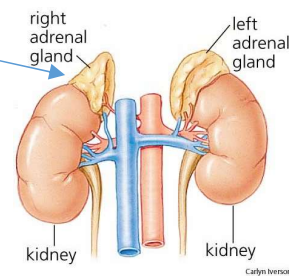
A vese felépítése

A vesék a **hasüreg hátsó falán**, a **gerincoszlop két oldalán**, az alsó bordák magasságában helyezkednek el. A vesék alakja babhoz hasonlít. A 'bab' homorulatában található a **vesekapu**, ahol a **vesét ellátó erek, idegek lépnek be, ill. ki és itt hagyja el a vesét a húgyvezeték**. A vesék fej felé eső csúcán sapkaszerűen helyezkednek el a **mellékvesék**, kiválasztást nem végeznek, **belső elválasztású mirigyek**.



A vesét **3 rétegű tok** veszi körül.

- A legkülső réteg egy **kötőszövetes hártya**, a hasfal háti oldalához kapcsolja a vesét.
- A középső réteget 1 cm vastag **zsírszövet** építi fel. Jelentősebb éhezésnél a zsír mennyisége lecsökken, aminek következtében a vesék elmozdulhatnak helyükről, ez a vándorvese.
- A legbelső **vékony rostos lemez** rátapad a vese felszínére.

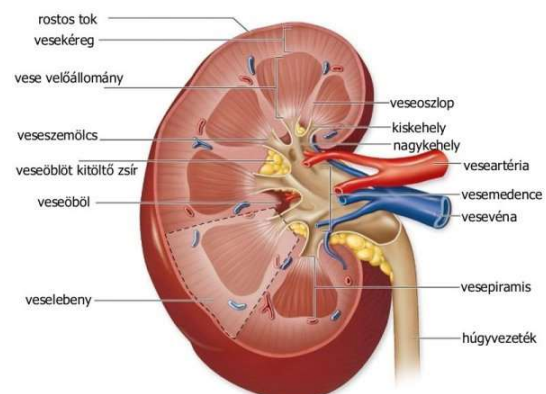


A vese hosszmetzeti képén jól látszik, hogy nem tömör, hanem üreges szerv,

- a kb. 2,5 cm széles, **külső tömör állomány**
- egy nagyobb központi üreget, a **vesemedencét** veszi körül.

A karéjszerűen elhelyezkedő veseszövetben

- perifériásan a **szemcsézett kéregállományt** és
- az üreg felé eső **sugaras lefutású velőállományt** különböztethetjük meg.

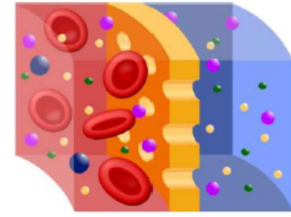


A kéregállomány oszlopként benyomul a velőállományba és azt **vesepiramisokra** tagolja. A vese központi ürege a **vesemedence**, elkeskenyedve, **éles határ nélkül megy át a húgyvezetékbe**.

A vese működése röviden

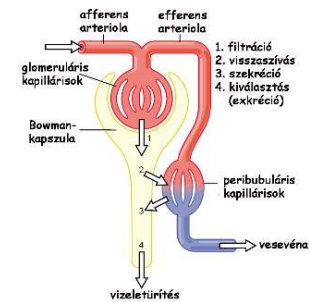
A vesék működésének a terméke a **vizelet**, amely

- a **szűrőműködés**,
- a **visszaszívó működés** és
- a **kiválasztó működés** eredményeként jön létre.



A **szűrőműködés** során csaknem fehérjementes **vérplazma**, a **szűrlet** jön létre. A szűrletben a fehérjéken kívül a vérplazma minden alkotója változatlan koncentrációban van jelen. Így tartalmaz

- **vizet, sókat**,
- **tápanyagokat** – glükózt, aminosavakat stb. –,
- **bomlástermékeket** – karbamidot, bilirubint, húgysavat stb. –,
- **hormonokat** – szteránvázis ivari hormonokat, kisebb peptidhormonokat, mint pl. hCG-t, a terhességi hormont.



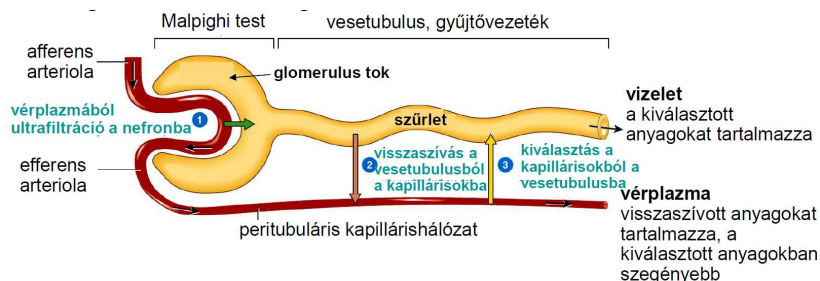
A **szűrőberendezés ugyanakkor visszatartja a vér alakos elemeit és a plazmafehérjék nagy részét**, pl. az albuminokat, globulinokat, fibrinogént, így azok sem a szűrletben, sem a vizeletben nem jelennek meg.

Ha a vizelet mennyiségét és összetételét összevetjük a szűrletével, jelentős különbségeket tapasztalunk. Ennek az az oka, hogy a **szűrletből igen nagymértékű (99%) visszaszívás történik**, mivel rengeteg olyan anyagot tartalmaz, amelyek a szervezet számára még szükségesek, pl. glükóz, aminosavak, sók és víz. A **visszaszívó működések** során a **hasznos anyagok visszakerülnek a vérbe**,

- a **glükóz, aminosavak, sók aktív transzporttal**,
- a **víz pedig passzív transzporttal, ozmózissal**.

Az elvezető csatornák falának **kiválasztó tevékenységének** eredményeként a vizeletben **megnő egyes anyagok koncentrációja a vérplazmához képest**. A **kiválasztást aktív transzportfolyamatok valósítják meg**, ekkor az elvezető csatornát kísérő hajszálerekből olyan anyagok kerülnek a szűrletbe, amelyek

- **méretüknél fogva nem szűrődnek át a vérből**, mint pl. egyes gyógyszerek,
- vagy **nagyobb mennyiségük eltávolítása szükséges**, pl. H^+ (vér pH-szabályozása).



A **vizelet koncentrációja széles határok között változhat** a körülményektől függően, napi **mennyisége kb. 1,5 l**, szalmasárga, átlátszó, pH-ja 6 körüli. Tartalmaz

- **vizet, ionokat** (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} stb.),
- **karbamidot** (az aminosavak N-tartalmú bomlásterméke),
- **húgysavat** (a purinbázisok N-tartalmú bomlásterméke),

- **urobilinogént** (a hemoglobin bomlásterméke),
- **tejsavat** (megerőltető izommunka esetén),
- **szteroid hormonokat**,
- terhesség esetén a **hCG terhességi hormont**, gyógyszereket, mérgeanyagokat.

4.7.3. A kiválasztó szervrendszer egészségtana

Nemcsak a vizelet koncentrációja változhat széles határok között, hanem az **összetételét és a mennyiségét egyaránt számos körülmény befolyásolja**, mint pl.

- a **táplálék és az elfogyasztott folyadék minősége és mennyisége**,
- **hőmérséklet, fizikai aktivitás**,
- különféle **életteni állapotok**, mint pl. **terhesség**.

A **vizelet tulajdonságainak – mennyisége, színe, szaga, kémhatása, sűrűsége, kémiai összetétele** – megváltozásából a kiválasztó-szervrendszer működésének zavarára és számos belgyógyászati problémára is fény derülhet. Ezért a **vizelet vizsgálata számos betegség diagnózisához elengedhetetlen**.

A **vizelet mennyiségének kóros megnövekedése** egyes **hormonális rendellenességekre** hívhatja fel a figyelmet.

- Amennyiben a **hipotalamuszban csökken** vagy **megszűnik** a **víz visszaszívását serkentő ADH** (vazopresszin) **hormon** termelődése, akár napi **15 liter híg vizelet** is keletkezhet, folyamatos gyötrő szomjúság mellett.
- **Inzulin hiányában** – I. típusú cukorbetegség esetén - **is megnő a vizelet mennyisége**, mivel a szűrlet koncentrációja a benne maradó cukortól magas lesz, így az **ozmotikus egyensúly eltolódása miatt** kevesebb víz tud visszaszívódni a vesében.

Mindkét betegség esetén a betegek vízfogyasztása a vízvesztés következtében jelentősen megnő.

Egészséges éhező ember vizelete cukormentes, hiszen a szűrletbe került **glükóz teljes mennyisége aktív transzporttal visszaszívódik**, azonban **cukorbetegség esetén** a magas vércukorszint miatt a **glükóz megjelenik a vizeletben**.

Nagyobb mennyiségű fehérje megjelenése a vizeletben a **vese, ill. a húgyutak gyulladós, fertőzőes folyamataira utalhat**, csakúgy, mint a fehérvérsejtek, ill. a vér jelenléte. Albuminokat akkor lehet kimutatni a vizeletből, ha a szűrőberendezés negatív töltése megszűnik, mivel ekkor már nem képes visszatartani a szintén negatív töltésű fehérjemolekulákat.

A **véres vizelet** továbbá **jelezhet vese, ill. húgyúti tumort és vesekövet**, a hemoglobin megjelenése pedig hemolízisre utalhat.

Vesekő abban az esetben alakul ki, ha a **vizelet kissé lúgosabb, ill. töményebb** az optimálisnál, ekkor az egyébként **oldott sók kikristályosodva** apró szemű **vesehomokot** vagy egy nagyobb méretű **vesekövet képeznek**. A **vesekő kialakulhat a vesemedencében** vagy a **húgyhólyagban** egyaránt. Megfelelő mennyiségű folyadék fogyasztásával csökkenteni lehet a sók kiválásának a kockázatát.

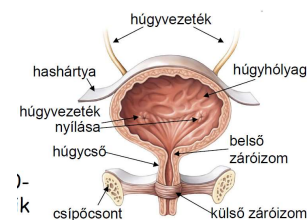
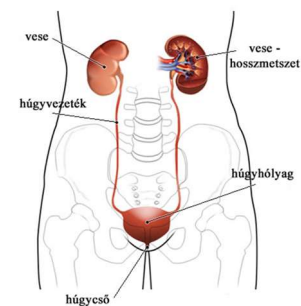
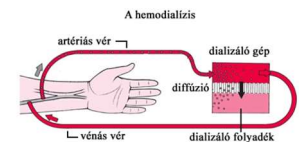


Csökkent mennyiségű vizeletet eredményezhet a veseelégtelenség, a vese működésének súlyos zavara. Ebben az esetben a különféle toxikus anyagok nem tudnak távozni a

szervezetből, s emiatt a vérben felhalmozódnak. A **betegséget okozhatja a vese ereinek a szűkülete, károsodása** – pl. cukorbetegség következtében –, ami miatt a vesén áthaladó vér mennyisége, ill. nyomása annyira lecsökken, hogy **nem megfelelő a szűrőműködés hatékonysága**. A vese szöveteinek a károsodása gyulladással vagy mérgező okok miatt szintén veseelégtelenséghez vezethet.

A betegség kezelésére megoldás lehet a **művesekezelés** vagy a **veseátültetés**.

A **művesekezelés – dialízis** – az elégtelen veseműködések pótlására szolgáló eljárás. Többféle formája ismert. A **hemodialízis** dialízis központokban történik, hetente 3 x 4 óra időtartamban. A kezelés során a beteg vérének a dializáló gépbe vezetik, ahol egy félígáteresztő falú csőben áramlik egy dializáló folyadékkal körülvevő térben, majd a berendezésből a vér salakanyagoktól megtisztulva kerül vissza a szervezetbe. **Működési elve a diffúzió**, a mérgező anyagok a koncentrációkülönbségnek megfelelően jutnak ki a vérből a félígáteresztő hártján keresztül a csőveket körülvevő steril dializáló oldatba.



A vizelet elvezetése

A vizelet a vesében a **vesemedencében** gyűlik össze, innen a **húgyvezeték** továbbítja a **húgyhólyagba**, ahol időlegesen tárolódik, ill. szakaszosan ürül a **húgycsövön** keresztül.

A **hólyag** a falában található **simaizomréteg** összehúzódásával aktívan részt vesz a vizeletürítésben.

A **húgycső** a húgyhólyag alsó részéből indul ki, **eredési helyén gyűrű alakú simaizom** található, **lejjebb pedig egy erős, harántcsíkolt záróizom**, mellyel a **vizeletürítés akaratlagosan szabályozható**. A végbél záróizmához hasonlóan tehát a húgycsőnek is van egy simaizomból álló záróizma és egy harántcsíkolt záróizma. A **húgycső a nőknél rövidebb**, önállóan nyílik a külvilágba, **férfiaknál hosszabb**, a **péniszben fut**, ugyanis a **vizeletelvezető és az ivarutak végső szakasza közös**, a prosztatában a húgycső egyesül az ondóvezetékkel.

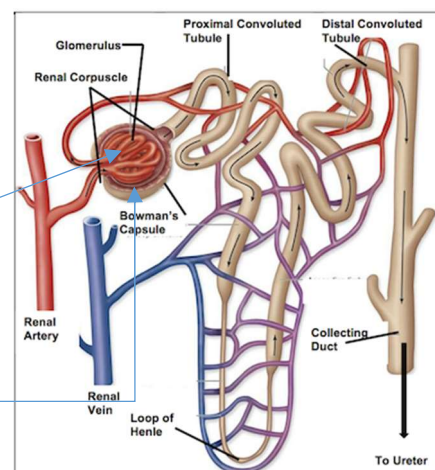
A vese mikroszkópos szerkezete, a nefronok felépítése és működése részletesebben

A vese anatómiai és funkcionális egysége a nefron, számuk egy vesében kb. 1,5 millió. A nefron

- a **vesetestecskére** és
- az **elvezető csatornára** tagolható.

A **vesetestecske** (Malpighi-féle vesetestecske) a kéregállományban helyezkedik el,

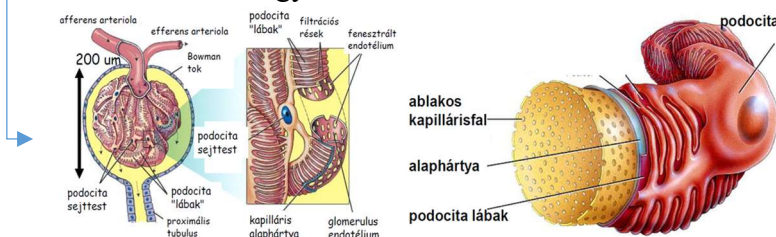
- **hajszalérhálózattól – érgomolyag** – és az azt körülvevő
- kettős falú **Bowman-tokból** áll.



Az **érgomolyag** egy speciális hajsztálérhálózat, mivel az **odavezető arteriola kapillárisokra történő oszlása után újra arteriolává szedődik össze**. A kilépő arteriola átmérője kisebb, mint az odavezető éré, aminek a jelentősége abban áll, hogy a szűrőműködéshez megfelelően magas marad a vérnyomás a kapillárisban, ill. a jelentős mennyiségű folyadék kilépés – szűrőműködés – ellenére **sem esik a vérnyomás** jelentősen ezen az érszakaszon. Az érgomolyag kapillárisait **pórusos laphámsejtek bélelik**, rajtuk 50-100 nm széles nyílások találhatók.

Az érgomolyagból kilépő arteriola rövid lefutás után ismét hajsztalerekre bomlik, melyek **harisnyyszerűen veszik körül** ugyanannak a **nephronnak az elvezető csatornáját**. Ezek a kapillárisok összeszedődve már vénákká egyesülnek, amik végül a vesekapun keresztül hagyják el a vesét.

A kehelyszerű **Bowman-tok** érgomolyag felé eső részét speciális laphámsejtek, ún. **lábassejtek** bélelik egy rétegben, melyek **nyúlványos sejtek**, nyúlványaik nem érnek össze, közöttük kisebb-nagyobb rések vannak, ezeken keresztül az érgomolyag alaphártyája kapcsolatban van a Bowman-tok üregével. Így az ér és a Bowman-tok ürege között csupán az **alaphártya** képezi a válaszfalat, ami egyben **szűrőberendezésként is működik**.



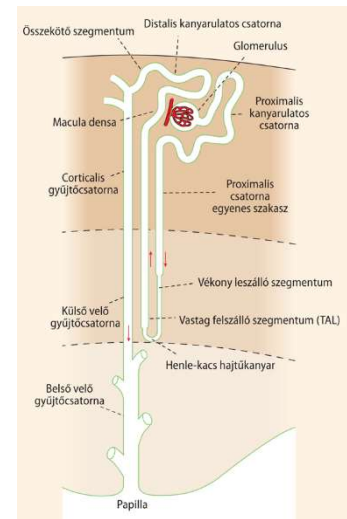
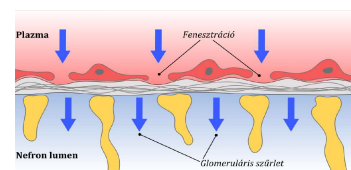
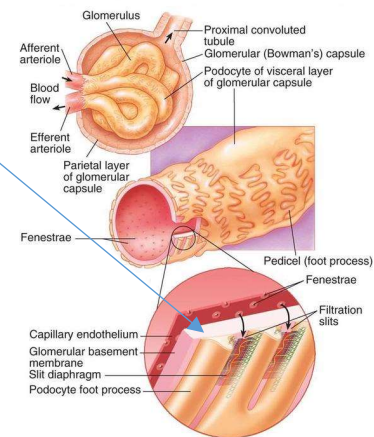
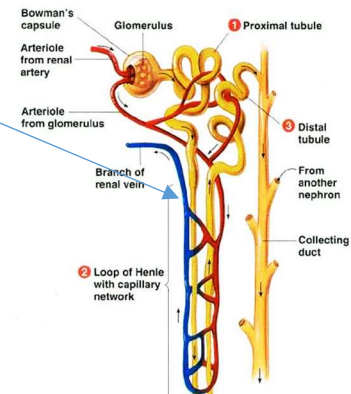
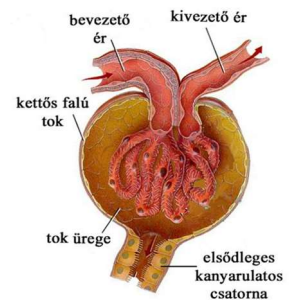
Az **elvezető csatorna** felépítése és működése alapján 3 további szakaszra tagolható,

- a **közeli kanyarulat csatornára** (proximális tubulus),
- a **Henle-kacsra** és
- a **távoli kanyarulat csatornára** (disztális tubulus).

A Bowman-tokból eredő **közeli csatorna** zömmel a **kéregállományban található**. A csatorna falát működésének megfelelően – felszívás – mikrobolyhos egyrétegű hám alkotja.

A **proximális tubulus** belépve a velőállományba egy hosszú, sugárirányú, majd hajtyszerűen visszakanyarodó csőben, a **Henle-kacsban** folytatódik. A **távoli csatorna** a **Henle-kacs felső részének a folytatása**, szintén a kéregállományban található.

A **nephronok disztális tubulusai** a velőállományban sugarasan futó **gyűjtőcsövekbe** nyílnak. Átlagosan 6 nephron csatlakozik a gyűjtőcsatornába. Több gyűjtőcsatorna közös kivezetőcsőbe vezet, melyek többedmagukkal a veseszemölcsök csúcsán nyílnak a vesemedencébe.



A szűrőműködés

A szűrőműködés során az érgomolyagból a vérplazma egy része, a vér hidrosztatikai nyomásának a hatására, a Bowman-tok üregébe jut. A folyamat eredménye az **elsődleges szűrlet**, amely gyakorlatilag fehérjementes vérplazma. (A veséhez naponta érkező mintegy 20 kg-nyi albuminból kb. 8 g átszűrődik, de ez a vizeletben nem jelenik meg, tekintve, hogy a proximális tubulus sejtei endocitózissal a fehérjéket felveszik.)

A **szűrőberendezés** az érgomolyagot és a Bowman-tok falát elválasztó negatív töltésű **rostos alaphártya**. A szűrő pórusai akkorák, hogy a vér alakos elemeit és a negatív töltésű nagyméretű plazmafehérjék zömét visszatartják. **Tehát a szűrletben a vérplazma minden alkotója – a fehérjéken kívül – változatlan koncentrációban jelen van.**

A szűrőműködés hatékonyságát növeli a hajszálérgomolyagban uralkodó nagy vérnyomás (kb. 50 Hgmm), ami annak köszönhető, hogy az érgomolyagból kivezető arteriola átmérője kisebb, mint az odavezető artelioláé.

A szűrőműködés az érgomolyag kapillárisaiban és a Bowman-tokban uralkodó **nyomáskülönbségnek** köszönhető, **passzív folyamat, energiát nem igényel**. A szűrés egymással ellentétes hatások eredőjeként valósul meg.

- A vér **hidrosztatikai nyomása** (P_v) az érpályából kifelé préseli a vérplazmát,
- ennek ellene hat a **vérplazmafehérjék kolloidozmotikus nyomásából** (P_{coll}) **adódó szívóerő**
- és a Bowman-tok üregében található **szűrlet hidrosztatikai nyomása** (P_B).

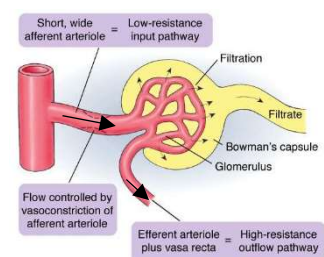
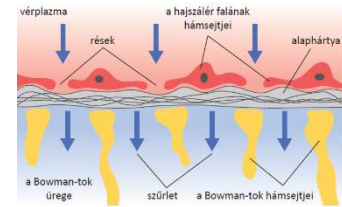
Tehát az eredő nettó filtrációs nyomás: $P_{eff} = P_v - P_{coll} - P_B$

Az érgomolyagokhoz vezető arteriolákban a nyomás kb. 50 Hgmm, a vérplazma kolloidozmotikus nyomása 25 Hgmm, a tok belsejében mérhető szűrlet nyomása kb. 15 Hgmm. $P_{eff} = 50 - 25 - 15 =$ kb. 10 Hgmm.

Az érgomolyagok szűrési kapacitását a **glomeruláris filtrációs rátával** (GFR) lehet jellemezni, ami megadja az időegység alatt átszűrődő folyadék mennyiségét. Átlagos testméreteket véve átlagértéke 120 ml/min. A GFR meghatározása markervegyületek segítségével történik. A vizsgálat során a vérplazma és a vizelet elemzéséből a markerek **clearance**-ét (tisztulás) határozzák meg, **azt a vérplazma térfogatot, amely tartalmazza az időegység alatt kiürült anyag mennyiségét**. A leggyakrabban használt vegyületek az inulin és a kreatinin. Fontos követelmény a vizsgálatban használt anyaggal szemben, hogy 100 %-a átszűrődjön, ne szívódjon vissza semmilyen mértékben, ne legyen bomlékony és ne szintetizálódjon a vesében. **Az eljárás során a vérplazmában levő ismert mennyiségű anyag koncentrációját hasonlítják össze a vizeletben megjelenő mennyiségével**. Ez alapján

$$GFR = U \cdot V / P$$

- ahol U = az adott anyag vizeletben mért koncentrációja,
- V = időegység alatt kiválasztott vizeletmennyiség,
- P = az adott anyag plazmában mért koncentrációja.



Számolási feladatok

1. Egy felnőtt ember vérkeringési rendszerébe **2,0 gramm inulint** juttattak. Rövid idő múlva, amikor az inulin a vérplazmában már egyenletesen eloszlott, de az érpályából még nem jutott ki, meghatározták, hogy az inulin koncentrációja a vérplazmában **0,667 gramm/dm³** volt.

Az inulin a vesében 100 %-ban kiszűrődik és nem szívódik vissza. A szóban forgó vizsgálat során mérték a képződő vizelet mennyiségét és benne az inulin töménységét. Az egyénben percenként **1,2 cm³ vizelet** képződött, s benne az inulin koncentrációja **72,25 gramm/dm³** volt.

Az adatok felhasználásával számolja ki, hogy **a vizsgált egyénben percenként hány cm³ vérplazma haladt át a vesén!**

- $1,2 \text{ cm}^3 = 0,0012 \text{ dm}^3$
 - 1 dm^3 vizeletben van 72,25 g inulin, akkor
 - $0,0012 \text{ dm}^3$ vizeletben $x = 0,0867 \text{ g}$ inulin van.
 - $0,667 \text{ gramm}$ inulin van 1 dm^3 vérplazmában (lásd fent), akkor
 - $0,0867 \text{ g inulin}$ $x = 0,13 \text{ dm}^3 = \underline{130 \text{ cm}^3}$ vérplazmában található.
- Képlettel számolva $72,25 \text{ g/dm}^3 \cdot 0,0012 \text{ dm}^3 / 0,667 \text{ gramm/dm}^3 = 0,130 \text{ dm}^3$
2. Egy klinikán a **vizsgált személy veséjének vérellátottságát szeretnék vizsgálni**, ezért megkívánják határozni a szerv vérátáramlását. Ehhez a gyakorlatban paraaminohippursavat (PAH) használnak segédanyagként, egy nagyvéna vérebe beadva. A vese ezt az anyagot meghatározott arányban választja ki, **a vérplazma PAH-tartalmának átlagosan 90%-a ürül a vizelettel**. A mérés során a vizsgált személy **veseartériájának vérplazmájában a PAH koncentrációja 1,2 mg/cm³, vizeletében pedig 672 mg/cm³ volt**.

Mennyi a vesén átáramló vér mennyisége cm³/perc egységben, ismerve, hogy a vérplazma a vér térfogatának 55%-át teszi ki, a napi vizeletmennyiség pedig 1500 cm³!

- A **vizelettel ürülő PAH** mennyisége: $1500 \cdot 672 \text{ mg} = \underline{1\,008\,000 \text{ mg/nap}}$.
 - Ez a **vesén áthaladó PAH 90 %-a**, a teljes áthaladó **napi mennyiség**: $1\,008\,000 : 0,9 = \underline{1\,120\,000 \text{ mg/nap}}$.
 - Ez a mennyiség $1\,120\,000 : 1,2 = \underline{933\,333,33 \text{ cm}^3}$ **vérplazmában** található meg.
 - **percenként**: $933\,333,33 : 24 : 60 = 648,14 \text{ cm}^3/\text{perc}$ **vérplazma halad át a vesén**.
 - Ennyi vérplazmát $648,14 : 0,55 = \underline{1178,4 \text{ cm}^3}$ vér tartalmaz.
3. A veséken percenként átlagosan $0,67 \text{ dm}^3$ vérplazma áramlik át. Az érgomolyagokon az átáramló vérplazmának kb. 20%-a szűrődik át. **Mennyi a szűrlet napi mennyisége? Mennyi vér áramlik át percenként a veséken** (a sejtes elemek aránya 44%)?
- Az átszűrődő plazma térfogata $0,67 \text{ dm}^3/\text{perc} \times 0,2 = 0,134 \text{ dm}^3/\text{perc}$.
 - Egy nap alatt: $0,134 \text{ dm}^3/\text{perc} \times 60 \text{ perc} \times 24 \text{ h} = \underline{193 \text{ dm}^3}$ szűrlet képződik.
 - A percenként átáramló vér térfogata $0,67 \text{ dm}^3 / 0,56 = \underline{1,2 \text{ dm}^3}$

Az említett hatásokra a vesén áthaladó **vérplazma mintegy 20 %-a szűrődik át**. A napi szűrlet mennyiség kb. 1000 liter vérplazma átszűrődésével jön létre. 24 óra alatt a **két vesében tehát kb. 180 liter szűrlet keletkezik**. Ennek ellenére a **napi vizelet mennyiség csupán átlag 1,5 liter**.

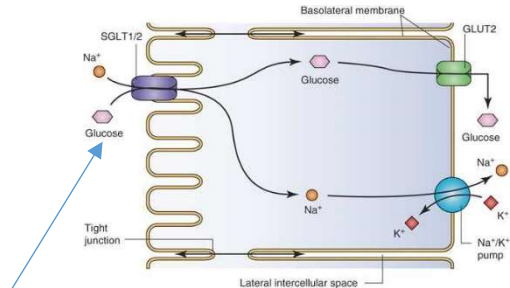
A vesetestecskében keletkezett elsődleges szűrlet a nefronban történő áramlása során mind összetételében, mind mennyiségében jelentős változáson megy keresztül. Mivel a szűrlet rengeteg olyan anyagot tartalmaz, amely a szervezet számára még szükséges, **a szűrlet anyagainak a 99 %-a visszaszívódik** a csatornák közti szövet alapállományába, majd onnan a csöveket körülvevő hajszálerekbe.

Visszaszívó működés

A glükóz és az aminosavak visszaszívódása

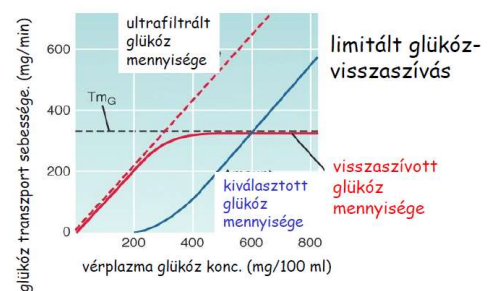
Az átszűrődött **glükóz**

- **100 %-a**
- a **proximális tubulusban** szívódik vissza,
- **aktív transzporttal** (Na^+ -glükóz kotranszport),



ezért egészséges, éhező ember vizeletében nem, vagy csak nyomokban mutatható ki cukor.

Amennyiben a vérplazmában – és a szűrletben – a glükóz koncentrációja meghaladja a 200 mg/100 ml-t, a cukor megjelenik a vizeletben, mivel az aktív transzporttal visszaszívást végző szállító molekulák eléri kapacitásuk felső határát. A glükózhoz hasonlóképpen szívódnak vissza az aminosavak.

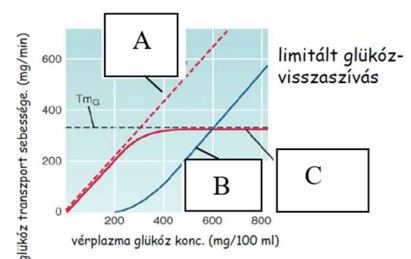


Feladat

A mellékelt ábra a vese nefronjaiban a glükóz transzportfolyamatai sebességének a változását tünteti fel a vérplazma glükóz koncentrációjának a függvényében. A grafikon görbéi testfolyadékokban a glükóz mennyiségének a változását. Az ábra tanulmányozása után oldja meg a feladatokat!

fel a vérplazma glükóz egyben tükrözik az egyes

1. Társítsa a görbék betűjelét a megfelelő értékekhez! 3 pont
 - a) Az átszűrődött glükóz mennyisége:
 - b) Visszaszívott glükóz mennyisége:
 - c) Kiválasztott glükóz mennyisége:



Válaszoljon röviden az alábbi kérdésekre!

2. A vizsgálatban mely tényezőt tekintjük a kísérlet független változójának?
3. Az ábra alapján energia igény szerint milyen típusú transzportfolyamatra utal a glükóz visszaszívódása?
4. Az ábra alapján energia igény szerint milyen típusú transzportfolyamatra utal a glükóz átszűrődése a vérplazmából a szűrletbe?
5. A vérplazma mely glükóz koncentráció értéke felett jelenik meg a vizeletben a cukor?
6. Mely hormon hiánya okozhatja a glükóz megjelenését a vizeletben?

Megoldás

1. a) Az átszűrődött glükóz mennyisége: A
b) Visszaszívott glükóz mennyisége: C
c) Kiválasztott glükóz mennyisége: B
2. A vérplazma glükóz koncentrációját
3. Aktív transzport/ATP-t igénylő/energiát igénylő
4. Passzív transzport/diffúzió/ATP-t nem igénylő/energiát nem igénylő
5. 200 mg/100 ml
6. Inzulin

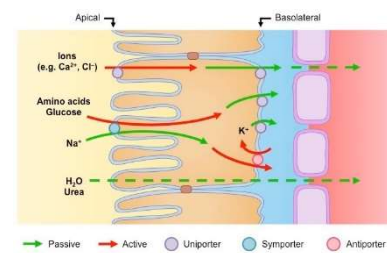
A sók és a víz visszaszívódása

A sók és a víz az elvezető csatorna csaknem teljes hosszában, ill. a gyűjtőcsövek területén is visszaszívódnak.

- A **sók** – elsősorban a NaCl, mivel ez az ion teszi ki a szűrlet ionjainak 90 %-át – elsősorban **aktív transzporttal**,
- a **víz** az oldott anyagok mozgását követve vízcsatornákon (aquaporinokon) keresztül **passzív transzporttal** – **ozmózissal** – szívódik vissza.

A proximális tubulus működése

A **víz és a sók** nagy része – kb. 70 %-a – a **proximális tubulusban** szívódik vissza. A proximális tubulust körülvevő erekben található vér ozmotikus szívóereje jelentősen megnő, mivel a szűrőműködés során **kilépett nagy mennyiségű víz miatt megnő a vérfehérjék ozmotikus koncentrációja, ami hajtóereje lesz a víz passzív mozgásának.**



A proximális tubulus végén a **szűrlet koncentrációja** nagyjából megegyezik a vérplazma koncentrációjával, azaz **izoozmotikus**.

Bármely, a csatornában nem felszívódott **ozmotikusan aktív anyag** – **pl. cukor** – **csökkenti a víz visszaszívódását**, s emiatt a következő szakaszba érkező folyadék mennyisége megnő. A későbbi szakaszok nem képesek a megnövekedett vízmennyiséget visszaszívni, ezért a **vizelet mennyisége megnövekszik**. Ezt a jelenséget **ozmotikus diuresisnek** nevezzük, ezzel magyarázzuk a cukorbetegnek nagyobb mértékű vizelet ürítését.

Henle-kacs működése

A Henle-kacs leszálló és felszálló ágában eltérő jellegű transzportfolyamatok működnek.

A leszálló ágban

- az átszűrődött **víz** további 15 %-a **szívódik vissza**,
- ugyanakkor a **csatorna fala a sók számára szinte átjárhatatlan**.

A folyamatok eredményeként a **leszálló ágban a szűrlet koncentrációja** a vesepiramisok csúcsa felé **egyre nő**, a vérplazma koncentrációjához képest **hiperozmotikussá** válik. A **víz passzív transzportját** – **ozmózist** – **az teszi lehetővé**, hogy a leszálló ág csövei rendkívül nagy ozmotikus koncentrációjú szöveti környezetben haladnak.

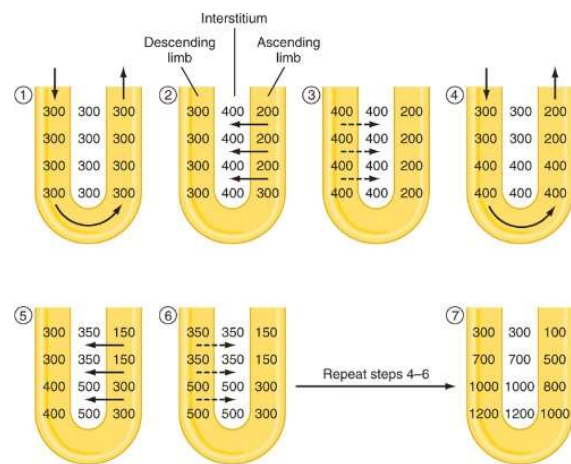
A Henle-kacs felszálló ágának fala ugyanakkor

- a víz számára átjárhatatlan,
- míg a sók aktív transzporttal kilépnek a csöveket körülvevő szövet közötti folyadékba, létrehozva e tér magas ozmotikus koncentrációját.

Mindezek miatt a **felszálló ág folyadéka** a kéregállomány felé egyre **hígul**, a disztális tubulusba érkezve **hipoozmotikussá válik**.

A **felszálló ágból kiáramló sók** tehát **fokozzák** a csövek körüli szövetnedv és az itt futó **véredényekben a vérplazma koncentrációját**, aminek köszönhetően **a víz passzív transzporttal** léphet ki a **leszálló ágból** és a **gyűjtőcsatornákból**, amelyek szintén ezen a területen keresztül futnak le. Az aktív transzportfolyamatoknak köszönhetően a **vesepiramisok csúcsa felé egyre növekedő koncentrációgradiens** jön létre.

A **koncentrációgradiens kialakulásában elsődleges szerepet játszik a Henle-kacs felszálló ágában folyó NaCl visszaszívás**, amelyet nem kísér víz visszaszívás. Ennek köszönhetően a **szövetnedv NaCl-koncentrációja meghaladja a felszálló és a leszálló ág szűrlétének koncentrációját**. A szövetnedv NaCl-koncentrációjának további növelésére a **leszálló és a felszálló ágak egymás melletti lefutásának köszönhetően kialakuló ellenáramú sokszorozás** ad lehetőséget.

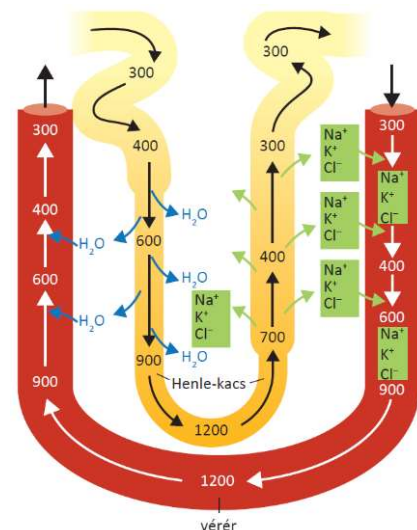


Koeppen & Stanton: Berne and Levy Physiology, 6th Edition. Copyright © 2008 by Mosby, an imprint of Elsevier, Inc. All rights reserved.

Ennek lényege, hogy

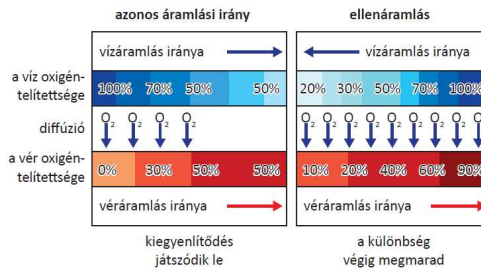
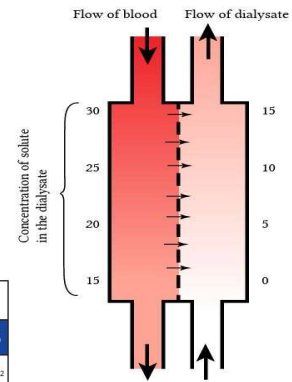
- a felszálló ágból kilépett sók növelik a csövek közötti tér (szövetnedv) koncentrációját (2),
- mivel a leszálló ágból víz szívódik vissza, a szűrlés NaCl-koncentrációja emelkedik (3),
- mire a felszálló ág kezdetéhez kerül (4), ebből a magasabb NaCl-koncentrációjú szűrlétből jut ki a NaCl aktív transzporttal a szövetnedvbe tovább emelve annak töménységét. (5)
- A töményebb szöveti tér hatására fokozódik a leszálló ágból a víz kilépése, ami tovább növeli a leszálló ág koncentrációját (6) és így tovább.

Az ellenáramú sokszorozást kiegészíti a csatornákat körülvevő, egymással és a csatornákkal párhuzamosan futó erek **ellenáramú kicserélése**. Az erekben áramló vér összetétele kiegyenlítődik a környezetével, a leszálló erekben áramló vér egyre hiperozmotikusabbá válik, a párhuzamosan felszálló erekben pedig átveszi a csatornákból kiáramló víz részét.



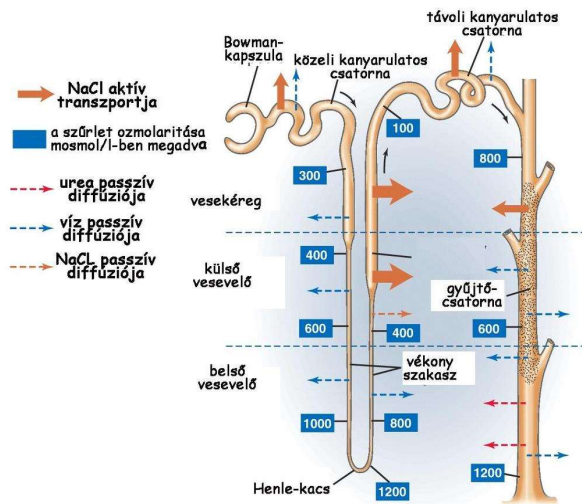
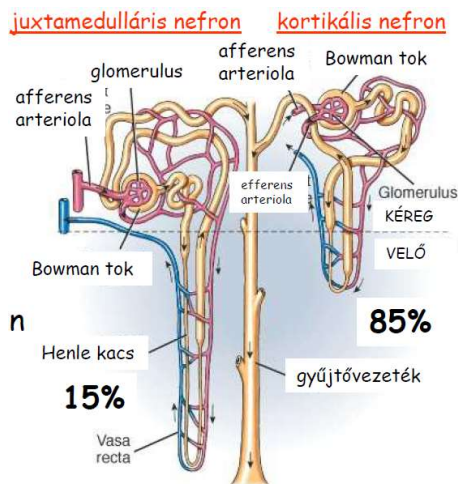
A **dializáló berendezés** hatékony működése is az **ellenáram elvén** alapul, a csőben áramló vérrel ellentétes irányban mozog a dializáló folyadék, ami a cső teljes hosszában **fenntartja a káros anyagok koncentrációgradiensét** és emiatt **egyenletes diffúziósebességet tart fenn** a két folyadékter között. Amennyiben a folyadékok azonos irányban áramlanának, akkor anyagtartalmuk egyre jobban kiegyenlítődne.

A halak külső gázcseréje hasonlóan ellenáramlás elvén alapszik.



A disztális tubulus működése

A **disztális tubulusban** csak **kismértékű só (5%)** (aldoszteron) és **jelentéktelen víz visszaszívás** történik. A folyamatok eredményeként a gyűjtőcsatorna felé a kezdeti szűrlet mennyiség 15 %-a, kb. 27 dm³ folyadék halad.

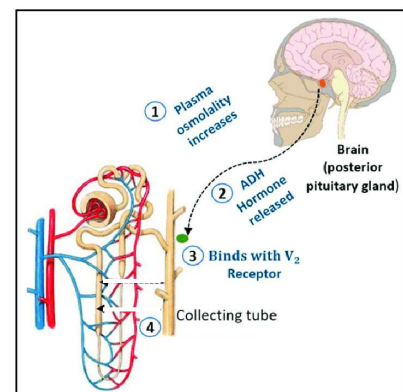


4.7.2. A kiválasztás szabályozása, a gyűjtőcsatornák működése

A **gyűjtőcsatornák feladata** a **vesemedencében összegyűlő vizelet 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 gyűjtőcsövek a Henle-kacsokkal párhuzamosan futnak a vesepiramisok csúcsai felé, egyre nagyobb koncentrációjú szövetnedvvel körülvéve. A gyűjtőcsövek végére kialakul a végleges vizelet, amely az eredeti szűrlet mennyiség kb. 1 - 0,5 %-a, töménysége általában hiperozmotikus.

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).

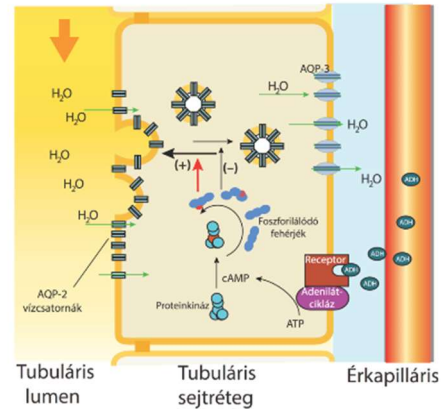


Vízhiányos állapotban – amikor a vér ozmotikus koncentrációja (ozmózisnyomása) megnő –

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

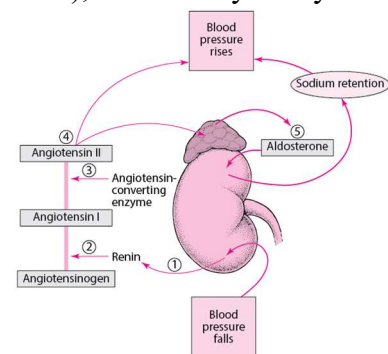


A **Na⁺ visszaszívódását** – Na⁺-K⁺ csere révén – a **disztális tubulusban** és a **gyűjtőcsövekben** a mellékvesekéregben termelődő szteránvázis **aldoszteron** serkenti, amely **sóhiányos állapotban termelődik** fokozottabban. A **só visszaszívódás növekedése esetén fokozódik a víz visszaszívása is,** 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 – az ACTH mellett - döntően a **vérnyomás** határozza meg (renin-angiotenzin rendszeren keresztül), az alacsony vérnyomás fokozza a termelődését.

Ha a vérnyomás csökken,

- a vesében az érgomolyaghoz vezető arteriola 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.

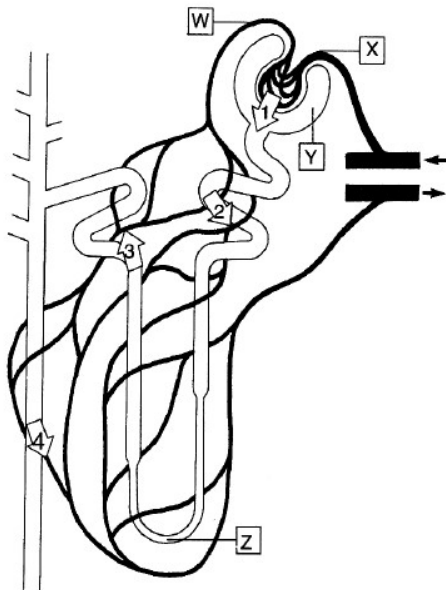


A **karbamid** – urea – az aminosavak nitrogén-tartalmú részének – amino-csoportjának – bomlásából jön létre a májban. **Visszaszívódása passzív transzporttal történik.** A proximális tubulusban kb. 50 %-a szívódik vissza. A karbamid a gyűjtőcsövekből is jelentős mértékben lép ki, hozzájárulva a csatornák közötti tér növekvő koncentrációgradiensének kialakításához.

Emelt szintű érettségi feladatok

II. A vese működése

11 pont



A rajzon az emberi vese működési egységének vázlatrajzát látja. Betűkkel annak részeit, számokkal a folyadékok áramlási irányait jelöltük. Az ábra tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre!

1. Mi a neve az emberi vese működési egységének?(1 pont)
2. A vese mely részében található az Y betűvel jelölt rész? (1 pont)
3. Mi a neve az 1. számmal jelölt folyamatnak? (1 pont)
4. Az X jelű érszakaszhoz képest a W-ben áramló vér plazmafehérjéinek ozmotikus nyomása nagyobb. Magyarázza meg a különbség okát! (2 pont)

.....

Hasonlítsa össze az X és a Y és a Z jelű szakaszokban áramló folyadékok összetételét! *A helyes válasz betűjelét írja az üres négyzetbe!*

- X) Az X-ben áramló folyadékra jellemző.
- Y) Az Y-ban áramló folyadékra jellemző.
- Z) Az Z-ben áramló folyadékra jellemző.
- Q) Mindhárom folyadékra jellemző.
- R) Egyikre sem jellemző.

5.	Egészséges emberben általában nem tartalmaz glükózt.	
6.	Fibrinogént tartalmaz.	
7.	Karbamidot tartalmaz.	
8.	Szteránvázas nemi hormonokat tartalmaz.	

9. Mely hormon, hogyan vesz részt a 4. nyíllal jelölt folyamat szabályozásában? (2 pont)

.....

Megoldás

II. A vese működése

11 pont

A feladat a követelményrendszer 4.6.1.; 4.6.2 és 4.7.1 pontjai alapján készült.

Ábra

Torrance, James: *Biology Hodder Gibson*, 2005.

1. Nefron. 1 pont
2. A kéregben. 1 pont
3. Szűrletképződés. 1 pont
4. A szűrletképződés során a **vérplazma vizet** veszített, 1 pont
de a fehérje mennyisége nem csökkent, ezért a **fehérjekoncentráció** / a **vér ozmózis**
nyomása is nő. 1 pont

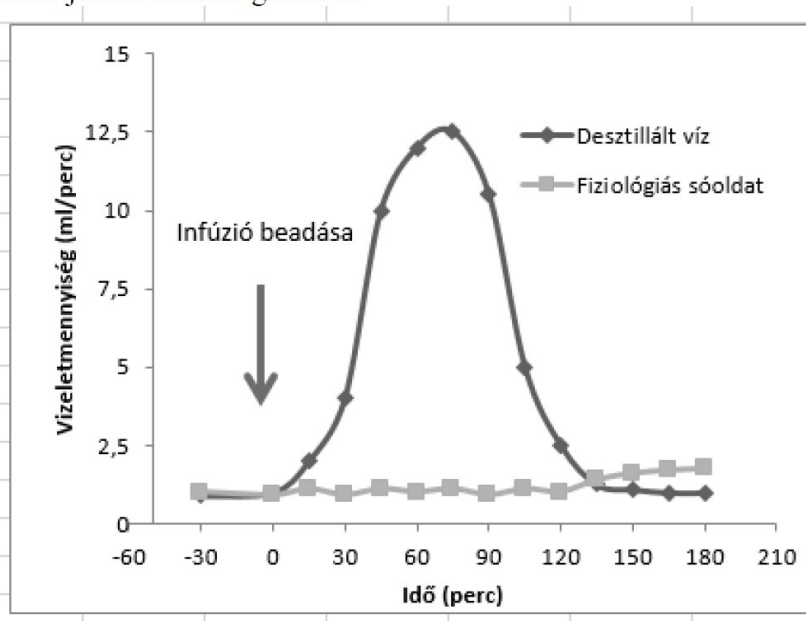
5.	Egészséges emberben általában nem tartalmaz glükózt.	Z	1 pont
6.	Fibrinogént tartalmaz.	X	1 pont
7.	Karbamidot tartalmaz.	Q	1 pont
8.	Szteránvázis nemi hormonokat tartalmaz.	Q	1 pont

9. Az ADH / vazopresszin 1 pont
növeli a vízvisszaszívást. 1 pont.

VIII. A homeosztázis fenntartása

11 pont

Egy vizsgálat során két, egészséges, nagyjából egyforma tömegű és egyformán táplált kísérleti állatnak 1 liter folyadékot adtak be vénásan. Az első kutya 1 liter vizet, a második kutya 1 liter 0,9% tömegszázalékos NaCl-oldatot kapott. Ez utóbbi úgynevezett fiziológiai sóoldat ozmotikus koncentrációja megegyezik a vérplazmáéval. Ezután katéter segítségével folyamatosan mérték a percnként képződött vizeletmennyiséget. A vizsgálat eredményét mutatja a következő grafikon.



Hasonlítsa össze a két kísérleti állat élettani jellemzőit!
 Tegyen relációjeleket (< > =) az állítások közé!

1.	A 2. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja a folyadék beadása előtt.		A 2. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja 60 perccel a folyadék beadása után.
2.	Az 1. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja a folyadék bevitele előtt.		Az 1. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja 30 perccel a folyadék beadása után.
3.	Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevétel után 30 perccel.		A 2. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevétel után 30 perccel.
4.	Az 1. állat vizeletében található glükóz mennyisége.		Az 2. állat vizeletében található glükóz mennyisége.
5.	Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevétel előtt.		Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevétel után 30 perccel.
6.	Az 1. állatban a 150. percben képződött vizeletmennyiség.		A 2. állatban a 150. percben képződött vizeletmennyiség.
7.	Az 1. állatban a 30. percben képződött vizelet mennyisége.		Az 1. állatban a 120. percben képződött vizelet mennyisége.

8. Várható-e, hogy valamelyik kísérleti állatban a vizsgálat időtartama alatt szomjúságérzet lép fel? Válaszát indokolja!

.....

Egészítse ki az alábbi szöveget a megadott szavakkal. (Nem kell minden szót felhasználnia!)

agyalapi mirigyben **csökkenése** **hipotalamuszban** **növekedése**
fokozódik **mérséklődik** **mellékvesekéregben**

Az ADH-nak (vazopresszinnek) nagy szerepe van szervezetünk homeosztázisának fenntartásában. Ez a hormon a (9)..... termelődik. Elválasztásának fő ingere a vér ozmotikus nyomásának (10)..... Ennek eredményeként a nefronban (11) a vízvisszaszívás.

Megoldás

VIII. A homeosztázis fenntartása

11 pont

A feladat az érettségi követelmények 4.1., 4.4.4., 4.7. és 4.8.4. pontjai alapján készült

1.	A 2. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja a folyadék beadása előtt.	=	A 2. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja 60 perccel a folyadék beadása után.
2.	Az 1. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja a folyadék bevétele előtt.	>	Az 1. állat vérplazmájának ozmotikus koncentrációja 30 perccel a folyadék beadása után.
3.	Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevitel után 30 perccel.	<	A 2. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevitel után 30 perccel.
4.	Az 1. állat vizeletében található glükóz mennyisége.	=	Az 2. állat vizeletében található glükóz mennyisége.
5.	Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevitel előtt.	>	Az 1. állat vérplazmájának ADH (vazopresszin) koncentrációja a folyadékbevitel után 30 perccel.
6.	Az 1. állatban a 150. percben képződött vizeletmennyiség.	<	A 2. állatban a 150. percben képződött vizeletmennyiség.
7.	Az 1. állatban a 30. percben képződött vizelet mennyisége.	>	Az 1. állatban a 120. percben képződött vizelet mennyisége.

8. Egyik állatban sem alakul ki, mert a szomjúságérzet kialakulásának egyik oka a vérplazma ozmotikus nyomásának növekedése, s a kísérleti állatokban vagy csökken (1.), vagy változatlan marad (2.) az ozmotikus nyomás. / Vagy: a szomjúság oka lehet a vérmennyiség csökkenése, az pedig nem következett be egyik kísérleti állatban sem. (csak indoklással).

1 pont

9. hipotalamuszban

1 pont

10. növekedése

1 pont

11. fokozódik

1 pont