

6. fejezet

Vizeletvizsgálat és a veseműködés vizsgálata

Írta Gaál Tibor

A vizsgálatok jelentősége

A szervezetben zajló folyamatok nemcsak az *in vivo* dinamikus változó biológiai folyadékok (vér, liquor, bendőfolyadék stb.), hanem a szervezetből ürülő anyagok (pl. vizelet, bélsár) elemzésével is ellenőrizhetők. A klinikai diagnosztika egyik leggyakrabban és legrégebben használt kiegészítő eljárása a *vizeletvizsgálat*. Ahhoz képest, hogy kivitelezése milyen egyszerű és mennyire olcsó, információtartalma meglepően nagy. A vizeletlelet elemzése nemcsak a vizeletkiválasztó és -elvezető szervek (mindenekelőtt a vese) működésének megítélését teszi lehetővé, hanem számos egyéb betegség megállapításához vagy kizárásához adhat segítséget.

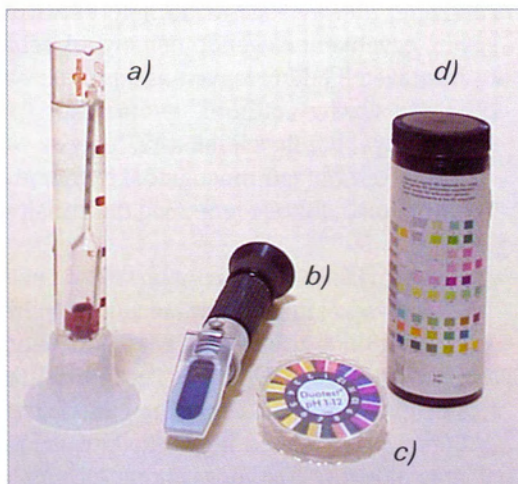
Bár a vizelet vizsgálata – főleg a tesztcsíkok megjelenése óta – rendkívül egyszerűvé vált, mégis sajnálatosan gyakori, hogy a klinikusok azt nem végzik el, esetleg a kapott eredményekből helytelen következtetéseket vonnak le. Nem lehet eléggé hangsúlyozni: *a klinikai vizsgálat nem teljes a vizeletvizsgálat nélkül!* Egy állat-

orvosi rendelő berendezésekor alapvető szempont kell legyen a vizeletvizsgálat feltételeinek megteremtése.

A vizeletvizsgálat eszközeit a 6.1. ábrán mutatjuk be.

A részletes vizeletvizsgálat három részből áll, ebből az első kettő többségét ajánlatos a mintavevő klinikusnak *azonnal* gyorspróbákkal elvégeznie.

- Fizikai vizsgálat: mennyiség, szín, szag, átlátszóság, habzóképeség, sűrűség.
- Kémiai vizsgálat: kémhatás (pH), fehérje, glükóz, ketonanyagok, bilirubin, urobilinogén (UBG), vér, hemoglobin, mioglobin, nitrit, indikán, fehérvérsejtek, esetleg toxikológiai gyorsvizsgálatok. Kreatinin és enzimek kémiai meghatározása inkább a laboratóriumtól kérhető.
- Mikroszkópos és bakteriológiai vizsgálat: szerves és szervetlen üledék natív/festett vizsgálata, baktériumtenyésztés.



6.1. ábra.
Vizeletvizsgálati eszközök
a) urinométer mérőhengerben;
b) refraktométer;
c) pH-papír;
d) kilenc paraméter vizsgálatára alkalmas vizelet-tesztcsíkok

A mintáról általában

A vizeletvételek esetén időigényes vagy/és nehezen kivitelezhető beavatkozás. Sokszor ez az oka annak, hogy a klinikusok eltekintenek ettől a fontos információkat nyújtó laboratóriumi diagnosztikai eljárástól.

Vizeletvételek

A vizeletvételekre háromféle lehetőség kínálkozik:

- spontán ürített vizelet gyűjtése,
- vizeletvételek katéterrel,
- vizeletvételek cystocentesissel.

A spontán ürített vizelet gyűjtése általában nem az állatorvos feladata, sőt többnyire nincs is jelen a mintavételkor. A vizeletvételek mesterséges módszerei (katéterezés, húgyhólyagpunctio a hasfalon át) azonban szakember közreműködését követelik meg.

Bármelyik módszerét is választjuk a mintavételnek, a vizeletgyűjtéssel kapcsolatos *általános szempontok* azonosak:

- a vizelet mennyisége urinométeres sűrűségmérés esetén 10–30 ml legyen, egyébként elegendő néhány ml, refraktométerhez néhány csepp is;
- a mintavételi edény legyen aszeptikus;
- spontán vizelet „otthoni” gyűjtésekor (pl. csavaros tetejű lekváros- és kávésiüvegekbe) ügyeljünk arra, hogy az edény alapos tisztítását követően a lúgos kémhatású mosogatószer-maradványokat tökéletesen öblítsük ki (az utolsó öblítést lehetőleg desztillált vízzel vagy forró vízzel végezzük);
- mivel a lóvizelet sok mucint tartalmaz, helyes, ha a gyűjtött minta mucinmentesítéséről még a laboratóriumba küldés előtt gondoskodunk: a vizeletet szűrjük át többrétegű gézlapon vagy/és redős szűrőpapíron.

Spontán ürített vizelet gyűjtése. A legtöbb fajban mód van a spontán ürített vizelet gyűjtésére. Amennyiben kifejezetten indokolt, hogy a vizeletgyűjtés stresszmentes környezetben valósuljon meg (pl. kortizolmérés céljára), akkor az állat megszokott, otthoni környezetében csakis ez a mintavétel jöhet számításba. A mintavételt megelőzően célszerű a pératájék, ill. a praeputium előzetes megtisztítása, mivel onnan a vizeletbe juthatnak olyan szennyeződések (pl. hüvelytartalom, praeputialis váladék, bélsár), amelyek a vizsgálati eredményeket jelentősen befolyásolhatják. Spontán ürülő vizelet gyűjtésekor törekedni kell arra, hogy a minta a *középsugár*-ból származzon. A vizelet megindulásakor vagy befejezésekor nyert mintát a vizsgálatra csak akkor használjuk, ha nem sikerül középsugárból származó vizeletet gyűjteni.

Tehénben a pératájék, bikában a vaszora enyhe dörzsölése vizeletürítést válthat ki. Juhban az orrbefogás régóta ismert módja a vizeletürítés provokálásának. A pihenő szarvasmarha a felállítása után gyakran magától ürít vizeletet.

A vizeletet forró vízzel frissen mosott, kiöblített és szárazra törölt, aszeptikus, lehetőleg széles szájú edénybe fogassuk fel. Szuka kutyák esetében

alacsony tálka használata javasolható. A mintavételkor a mintavevő személy feltétlenül használjon eldobható műanyag kesztyűt a fertőzések megelőzésére!

A spontán nyert vizelet gyűjtésének *előnye*, hogy egyszerű, az állatra nézve semmiféle következménnyel nem jár. *Hátránya*, hogy a minta könnyen szennyeződhet, a mintavétel sokszor körülményes vagy sikertelen, a vizeletürítésre várni kell.

Vizeletvétel katéterrel. A mesterséges vizeletvétel leggyakoribb módja a katéterrel való vizeletgyűjtés. Ennek során ügyelni kell a katéter megfelelő méretére, rugalmasságára és elsősorban arra, hogy az alsó húgyutakkal való elkerülhetetlen kontamináció miatt a *steril katétert aszeptikusan juttassuk a húgyhólyagba*. A katéterezés csupán némi fájdalommal jár, inkább csak kellemetlen beavatkozás, ezért érzéstelenítésre nincs szükség.

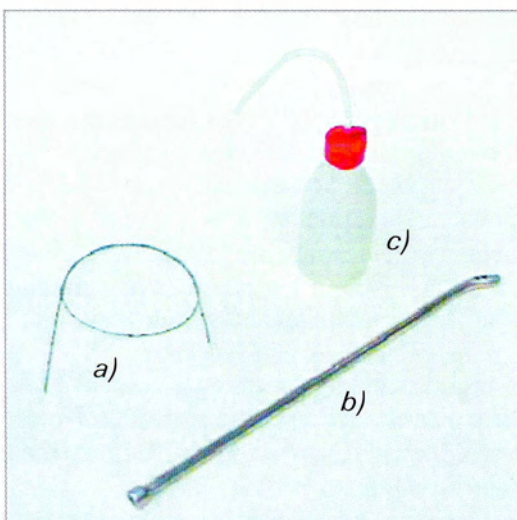
A katéter bejuttatásával okozott nyálkahártya-sérülések elkerülését megkönnyíti, ha a katéter felületét sikamlóssá tesszük (paraffinolaj, glicerin stb.). A síkosítóanyagok felhasználásával kapcsolatos vélemények megoszlanak ugyan, de a többségi vélemény elutasító. Az ellenzők legfőbb érve: a sikamlóssá tevő anyagok sohasem sterilek, mivel azokat a rendelőkben hosszú ideig tárolják a tartóedényükben, eközben befertőződhetnek, és ezért cystitist okozhatnak.

A vizelethez keveredve ugyanakkor zsírcseppek formájában kicsapódva zavarhatják a vizsgálatot. Amennyiben a katéterből kijutó vizelet középsugarából származik a minta, úgy a baktériumok bekerülése és az esetleges paraffinolajos kontamináció veszélye is a minimálisra csökken. A kisállatok katéterezésére a kellően merev falú, humán ürterkatéterek, tehenekhez és kancákhoz speciális fémkatéterek használhatók (6.2. ábra).

A katéter sikeres felvezetése után vákuumot csak akkor alkalmazzunk, ha a katéteren spontán vizeletürítés nincs, és a hasfalon keresztül (kisállaton lehetőleg az elérhető húgyhólyagra, nagyállaton a húgyhólyag tájékára) gyakorolt *enyhe* nyomás sem bizonyul hatásosnak.

Kisállatokban 5–20 ml-es, a katéterbe (szükség esetén adapterrel) ugyancsak hermetikusan illesztett fecskendő használható. A leszívást kis

Mi kell hozzá?
Katéter, glicerin,
paraffinolaj



6.2. ábra.
Eszközök húgyhólyag katéterezéséhez
a) humán ürterkatéter (használható kutya és macska esetén);
b) fémkatéter;
c) a katéterhez illeszthető spricciflaska (tehen katéterezéséhez)

6.3. ábra.
Tehén katéterezése
- vizeletnyerés
katéterhez illesztett
spricflaskával



vákuummal végezzük. Szarvasmarhában, lóban jól bevált a laboratóriumokban használatos puha falú, műanyagból készült, 2-3 dl-es edény kivezető műanyag csővel (spricflaska), amelynek csővét szorosan kell a katéterbe tolni (6.3. ábra). A mintavételkor vigyázzunk arra, hogy a spricflaskát kissé összenyomott állapotban csatlakoztassuk a katéterhez, hogy ne kelljen utólag levegőt benyomni a húgyhólyagba, mert az fertőzést okozhat.

Az ismételt katéterezés fokozott fertőzésveszéllyel jár, ezért csak nagyon indokolt esetben vegyük igénybe.

Macskából, sokszor kölyökkutyából a telt hólyagra gyakorolt enyhe nyomással „spontán” ürített vizelet is nyerhető, bár a katéterezéshez hasonlóan ennek a beavatkozásnak is következménye lehet enyhe haematuria. Óvakodjunk a nagy nyomástól, ehelyett tartósan enyhe nyomást alkalmazva türelmesen várjuk meg, míg a húgyhólyag zárizma lazul (egy-két percig is eltarthat).

Nagyállatokban segítheti a vizeletnyerést, ha a katéter bevezetése után a húgyhólyagra rektálisan, óvatosan nyomást fejtünk ki, vagy felemelt térdünkkel (segítő személy jelenlétekor akár két oldalról is) nyomást gyakorolunk a hasfalra.

A katéterezés *előnye*, hogy a mintavétel nem függ az állat spontán vizeletürítésétől, és mindig friss mintát ad. *Hátránya*, hogy nem minden fajon, ivaron és nem minden testméretű egyedén kivitelezhető.

Hibaforrások. Aszeptikus körülményeket nem mindig sikerül teremteni, így a bakteriális kontamináció veszélye jelentős. A katéterezéssel járó mikrotrauma hatására néhány vörösvérsejt óhatatlanul a mintába kerül, emiatt az érzékeny fehérje- és erythrocytapróbák pozitívak lehetnek, sőt az üledék mikroszkópos vizsgálatakor is fellelhetjük a vörösvérsejteket. Az egyéb próbákat mindezek nem befolyásolják.

Mi kell hozzá?
Tű, fecskendő

Vizeletvétel cystocentesissel. Kisállatokban cystocentesissel (a hasfalon keresztül tű és fecskendő segítségével végrehajtott húgyhólyagpunctióval) is lehet vizeletmintát gyűjteni (6.4. ábra).

Az így nyert minta elsősorban baktériumtenyésztésre alkalmas, de teljes vizeletvizsgálatra is igénybe vehetjük. A vizeletvételre ilyen módon csak akkor kerülhet sor, ha a húgyhólyag annyira telt, hogy a hasfalon ke-

resztül jól tapintható és rögzíthető. A beszúrás-hoz vékony, kellő hosszúságú, G 22–24-es méretű tűt és 5–10 ml-es fecskendőt használjunk. A beszúrás helyét előzetesen fertőtleníteni kell (borotválás általában szükségtelen). A tűt a húgyhólyag nyakához és ne a boltozathoz közel szúrjuk be, mert az ürülő és összehúzódó szerv mintavétel közben a túrról lecsúszhat. Feszülésig telt húgyhólyag esetén gondoljunk arra, hogy



6.4. ábra.
Cystocentesis
kutyában

a beszúrás után ne csak a vizsgálatához szükséges mennyiségű vizeletet bocsássunk le, hanem annál többet, hogy jelentősen csökkenjen a szervben uralkodó nyomás. Amennyiben erre nem ügyelünk, és a húgyhólyagban a mintavétel után is jelentős túlnyomás marad fenn, a tű kihúzása után a szűrési csatornán vizelet juthat a hasüregbe.

A cystocentesis *előnye*, hogy a vizeletvételesterilitása messzemenően biztosítható, és a beavatkozás lehetővé teszi a gyors mintavételt, ami főleg macskánál gyakran kívánatos. *Hátránya*, hogy nem minden esetben alkalmazható eljárás. A beavatkozás egyébként korántsem annyira invazív, mint azt az állatorvosok közül is sokan gondolják (és emiatt természetesen idegenkednek attól). Kétségtelen, hogy a vizeletvétele módja ellenérzést válthat ki a jelen lévő állattartókból is.

Hibaforrás. A hasfalón át végzett beszúrásakor kevés vér kerülhet a mintába.

A vizelet tárolása

Alapszabályként javasolható, hogy *vizeletet lehetőleg ne tároljuk*, hanem a frissen nyert mintát vizsgáljuk. A tárolás mindig magában rejti az utólagos bakteriális fertőződés lehetőségét, vagy alkalmat nyújt a mintavétel közben bejutott néhány baktérium elszaporodására. Részben ezzel kapcsolatban, részben más okok (pl. fény- és hőhatásra érzékeny anyagok jelenléte) miatt a tárolás sok más kémiai változást is előidézhet.

Amennyiben a tárolás elengedhetetlen, a vizelet +4 és +8 °C között max. 10–12 óráig tárolható. A tárolásnak ilyen körülmények között is lehetnek következményei. A hűtőszekrényben tárolt vizeletben észlelhető változások:

- zavarosság megjelenése/fokozódása,
- egyes kristályok kicsapódása, mások feloldódása,
- a szerves (sejtes) üledék károsodása,

Mi kell hozzá?
Bórsav, 40%-os
formaldehyddoldat,
glicerin, paraffinolaj,

- baktériumok/gombák elszaporodása,
- az eredeti szín sötétedése,
- pH-változás (lúgosodás).

Soha ne tároljuk a vizeletet szobahőmérsékleten! A vizelet tárolására nagyon jól záródó edényeket használjunk!

A baktériumok véletlen bekerülésének, ill. a bejutott baktériumok elszaporodásának megelőzésére szokásos a vizelethez néhány *timolkristályt* adni, vagy annyi *toluolt* hozzáceppenteni, hogy a vegyszer vékony réteget alkosson a vizeletminta felszínén. Ezek és más, hasonló hatású anyagok (pl. tömény formaldehidoldat) ugyanakkor lehetetlenné tehetik a bakteriológiai vizsgálatot, mivel nemcsak a véletlenül bejutott baktériumokat, hanem a mintavételező klinikus által feltételezett fertőző ágenseket is elpusztíthatják. Ebből a szempontból a legkevésbé kedvezőtlen a *bórsav* hatása (késhegynyi bórsavat 20 ml vizelethez adjunk). *Formaldehidoldat* hozzáadását akkor javasoljuk, ha bakteriológiai vizsgálatot nem kívánunk elvégezni, de a mintát más laboratóriumba akarjuk elküldeni a szerves és a szervesetlen üledék mikroszkópos elemzésére. Egy csepp 40%-os formaldehidoldat (formalin) 100 ml vizelet tartósítására elegendő. Nagyobb mennyiség nem nyújt jobb tartósíthatást, de tönkretelheti a sejtes elemeket. A kémiai vizsgálatokat feltétlenül el kell végezni a formalin hozzáadása előtt.

A hűtve tárolt vizeletet a vizsgálat előtt szobahőmérsékletűre kell felengedni. A *fagyasztás* a mikroszkópos üledékvizsgálatot biztosan, a bakteriológiai analízist nagy valószínűséggel lehetetlenné teszi, az egyéb fizikai és kémiai elemzéseket alig akadályozza.

A tárolt mintában fellépő bakteriális kontamináció a mosogatószer-maradványok hatásához hasonló következménnyel járhat: lúgosodik a kémhatás. Amennyiben ugyanis a szennyező és elszaporodó baktériumok ureázaktívak, a vizelet karbamidtartalmából ammóniát szabadítanak fel, ami utólag lúgosítja a pH-t. Ez hatással lehet az esetleg meglévő kristályok oldódási viszonyaira. Lehetséges, hogy az eredetileg savas kémhatású vizeletben kicsapódott kevés kristály az utólagos lúgosodás miatt teljesen feloldódik, még mielőtt sor kerül a mikroszkópos analízisre (pl. dalmata kutya vizeletéből eltűnnek az eredetileg jelen lévő urátkristályok).

A vizeletmintát nagyon jól záródó edényben, hűtőtáskában juttassuk el a vizsgálóhelyre.

Hibaforrás. Nem megfelelő tárolási hőmérséklet, a tartósítószer túladagolása, mosogatószer-maradványok, bakteriális kontamináció.

A vizelet fizikai vizsgálata

A fizikai vizsgálat a vizeletanalízis fontos, de sajnos gyakran elhanyagolt része. Segítségével a veseműködésre, az alsó húgyutak eltéréseire és egyéb szervek károsodására is következtetések vonhatók le. Az idetartozó, könnyen kivitelezhető meghatározásokat célszerű friss vizeletből, lehetőleg a mintavételt követően azonnal elvégezni.

A vizsgálatokról
általában

MENNYISÉG

A vizelet mennyiségének ismerete főleg a kisállatpraxisban nyújt fontos információt a veseműködésről. A naponta ürülő vizelet mennyiségét azonban nem minden esetben könnyű értékelni, mert azt számos tényező, elsősorban a folyadékfelvétel mértéke befolyásolja. A kórosnak ítéltető polyuriás/oliguriás állapot kimondása ezért nem egyszerű feladat, főleg nem a laikus állattartó számára.

Bevezető

A gyűjtött vizeletet mérőhengerbe töltjük, és a térfogatbeosztások alapján leolvassuk a mennyiséget.

A vizsgálat
menete

☺ A különböző *egészséges* állatfajok által ürített napi vizeletmennyiséget a 6.1. táblázat tartalmazza.

Értékelés

☺ A *polyuria* megítéléshez mindig kérdezzünk rá a *vízfogyasztás* mértékére is. A laikus állattartó általában akkor veszi észre, hogy állata a megszokottnál több vizet iszik, ha a túlfogyasztás eléri az egyébként megivott vízmenyiség kb. *másfélszeresét*. Az *oliguria* megítélése főleg a kisállatok esetében nehéz; elfogadott, hogy oliguriásnak tartjuk a beteget, ha vizeletürítése tartósan kevesebb, mint 1 ml/ttkg/óra. A *polyuria* leggyakoribb okai:

6.1. táblázat.
A napi vizeletürítés
mennyisége házi-
állatokban

Állatfaj	Napi vizeletürítés, ml/ttkg
Kutya	20-50
Macska	10-20
Ló	5-15
Szarvasmarha	20-40
Juh, kecske	10-40
Sertés	5-30

■ vízdiuresis

- polydipsia (beleértve a viszonylag ritka *pszichogén* polydipsiát is, ami ideges természetű, a megszokottól eltérő körülmények közé kerülő kutyában, továbbá epilepsziás állatokban az epilepszia kezelése során fordulhat elő),

- ♦ ADH (vazopresszin) csökkent képződése (valódi vagy neurogen diabetes insipidus),
- ♦ idült veseelégtelenség okozta funkciókárosodás (renalis diabetes insipidus),
- ♦ hepatopathiák,
- ♦ infúziós oldatok túladagolása,
- ♦ gyógyszerhatás (pl. atropinkezelés, kortikoidterápia),
- ♦ hyperadrenocorticismus (pl. Cushing-betegség, elsősorban kutyában),
- ♦ autointoxikációs állapot (pl. pyometra);
- ozmózis diuresis (hiperozmotikus primer vizelet hatására)
 - ♦ cukorbetegség,
 - ♦ fokozott sóterhelés,
 - ♦ uraemia (főleg idült veseelégtelenség miatt);
- egyéb hatások: a víz reabszorpcióját akadályozó vizelethajtók (szénsav-anhidráz-bénítók, furoszemid, aldosteronantagonisták).

A gyakorlati tapasztalat szerint a vízdiuresisek súlyosabb polyuriával járnak, mint az ozmózis eredetűek. Mindkét formában lehetséges polydipsia is, ami vízdiuresisben oktani tényező lehet, ozmotikus diuresisben mindig következmény.

Az *oliguria* leggyakoribb okai:

- dehidráció (sokkveszély, praerenalis uraemia),
- heveny renalis veseelégtelenség (nephrosis, nephritis),
- postrenalis veseelégtelenség (az alsó húgyutak obturációja, kompressziója, húgyhólyagpedés).

Az első két esetben valódi oliguria/anuria alakul ki, ekkor a vese vizeletkiválasztó képessége ténylegesen csökken. A harmadik eset ún. *pseudoanuriát* okoz, ilyenkor a veseműködés elsődlegesen nem károsodott (ha lehetséges, katéterrel ellenőrizni kell, hogy a húgyhólyagból nyerhető-e vizelet).

Általánosságban elmondható, hogy polyuria esetén a sűrűség kicsi (és a vizelet színe világos). Oliguria jelentkezése ezzel szemben nagy vizeletsűrűséggel (és viszonylag több urokrom anyag ürítésével) társul. A vesebetegségekkel kapcsolatban ugyancsak általános, de nem törvényszerű tapasztalat, hogy a heveny veseelégtelenség oliguriával (anuriával), míg az idült elváltozás polyuriával jár.

SZÍN

Bevezető A vizelet színéből következtethetünk az ürült urokromok mennyiségére, a vizeletbe került egyéb anyag jelenlétére.

A vizsgálat menete A vizeletet tartalmazó kémcsövet fehér háttér előtt, valamint áteső fényben vizsgáljuk, és szemrevételezéssel állapítjuk meg a színét.

Hibaforrás. Feltétlenül friss minta alapján kell értékelni, mivel a vizelet színe állás közben változhat.

- ☉ *Élettani* körülmények között az urokromok (urobilinogén, urobilin stb.) miatt a vizelet minden állatban világosabb-sötétebb szalmasárga színű.
- ⊗ A *polyuriás* vizelet halványabb, az *oliguriás* sötétebb. A vizelet színváltozásának néhány lehetséges okát a 6.2. táblázatban foglaltuk össze.

Értékelés

Színváltozás	A színváltozás oka
Halványsárga, vízszerű	Polyuria
Sötét szalmasárga (borostyánkőssárga)	Oliguria, bilirubinuria, urobilinogénuria
Vörhenyes/vörös	Haemoglobinuria, haematuria, myoglobinuria (perakut-akut esetben, csak friss vizeletben!), fenotiazin, amidazofén, alkalikus pH mellett fenolvörös és bróm-szulfalein hatására
Barnássárga	Állott lóvizelet
Kávébarna	Súlyos mioglobinuria, haemoglobinuria (elhúzódozó esetben vagy/és állott vizeletben)
Sárga-narancssárga	Riboflavin, nitrofurantoin, savas pH mellett fenoltalein hatására
Zöldessárga	Biliverdin (a tárolóedényben állt vagy a húgyhólyagban pangó, bilirubinos vizeletben)
Enyhén zöldeskék	Metilénkék

6.2. táblázat.
A vizelet elszíneződését okozó néhány tényező

SZAG

Egyes állatfajok vizeletének, elsősorban a hímekének sajátos szaga van, ami könnyen felismerhető. Ezenkívül főleg két anyag okoz jellegzetes szagot: az ammónia és az aceton.

Bevezető

A vizeletet tartalmazó kémcsövet egyik kezünkbe fogjuk, miközben a másik kezünkkel a kémcső felett – magunk felé – legyezőszerű mozgást végzünk. A szagot érzékszervi vizsgálattal állapítjuk meg.

A vizsgálat menete

Hibaforrás. Feltétlenül friss mintát vizsgáljunk, mivel a vizelet szaga állás közben változhat.

- ☉ *Élettani* körülmények között a vizelet a fajra és a nemre jellemző, jellegzetes szagot ad.
- ⊗ A szúrós szagú *ammónia* a vizeletkarbamidból képződik. Friss vizeletben húgyúti bakteriális infekció (ureázaktív flóra) meglétére utal. Állott vizeletben az utólag bekerülő baktériumok hatására ugyancsak bomlik a karbamid, ami ammóniaképződéssel jár.

Értékelés

Az *aceton* (festékhígítóra vagy körömlakklemosóra emlékeztető) szaga a ketoacidosis velejárója, *súlyos fokú* ketonuriával járó esetekben (pl. kórödőknél ketosisban, minden állatban cukorbetegség során) észlelhető.

ÁTLÁTSZÓSÁG

Bevezető A tubulusokból a vesemedencébe jutó vizelet minden állatfajban vízszerű. A vizelethez élettani körülmények között is keveredhetnek zavarosságot okozó anyagok a vesemedencében vagy az alsó húgyutakban (pl. lófélékben).

A vizsgálat menete A vizeletet tartalmazó kémcsövet sötét háttér elé helyezzük, és szemrevételezéssel állapítjuk meg az átlátszóságot.

Feltétlenül friss mintát vizsgáljunk, mivel a vizelet átlátszósága állás közben változhat. Állott, hűtött vizeletmintában az eredetileg oldott kristályok (főleg foszfátok, dalmata kutyában urátok) kicsapódása miatt a vizelet megzavarosodhat.

Értékelés

- ☺ *Élettani* körülmények között az állatok vizelete vízszerűen áttetsző. Kivételt képez a ló, amelynek vizelete jelentős mennyiségű mucint és kalciumkarbonátot tartalmaz, ami a vizeletet zavarossá teszi. Erősen koncentrált macska- és kutyavizelet ugyancsak enyhén opaleszkálhat.
- ☹ Pyuria, nagyszámú vörösvérsejt és epithelsejt a vizelet *zavarosságát* okozza. Kutyában a ritka cisztinuria hatására a vizelet ugyancsak opaleszkál.

HABZÓKÉPESSÉG

Bevezető A vizelet habzóképesége jelentéktelen, mert nincs benne habstabilizáló anyag.

A vizsgálat menete 3–4 ml vizeletet kémcsőbe töltünk, és jól felrázzuk. Figyeljük a kémcsőben képződött hab mennyiségét, színét és eltűnését.

Értékelés

- ☺ *Egészséges* állat felrázott vizeletében fehér, gyorsan eltűnő hab képződik (kivétel a lóvizelet a mucin miatt).
- ☹ Proteinuria, bilirubinuria során a habképződés stabilabb. Az epefestékszarmazékok a keletkező hab színét sárgásra, sárgászöldre festik. Hemo-globinuriában vörhenyes hab képződésére számíthatunk.

SŰRŰSÉG

A sűrűség vizsgálatát sohase mulasszuk el, mivel abból a veseműködésre (a szerv koncentrációs és hígítási képességére) fontos következtetések vonhatók le. A vizelet sűrűsége – és mennyisége – az a mutató, amelyet leginkább befolyásol a folyadékháztartás állapota. Ennek tulajdonítható, hogy a vizelet sűrűsége még ép veseműködés mellett is tág határok között változhat. Ezért ezt a paramétert soha ne értékeljük egyetlen lelet alapján, vagy ha erre kényszerülünk, vegyük figyelembe az összes befolyásoló tényezőt.

A vizelet sűrűsége és ozmolalitása (a benne oldott, ozmotikusan aktív anyagok mennyisége) szorosan összefüggő jellemzők (közel egyenes arányban változnak). A gyakorlatban a két fogalmat sokszor felcserélik, pedig nem teljesen azonos a tartalmuk. Az *ozmolalitás* ugyanis az oldott részecskék (elektrolitok és nem disszociáltan oldódó kis molekulák, pl. glükóz, karbamid) *sámát* jelenti egységnyi térfogatú vizeletben, míg a *sűrűséget* a valódi és a nem valódi oldatot képező anyagok (köztük a fehérjék) *molekulatömege* is befolyásolja. Mivel a vizelet ozmotikus viszonyait egészséges viszonyok között *gyakorlatilag* az ürülő elektrolitok (főleg NaCl) és a karbamid határozza meg (nincs benne glükóz vagy fehérjék), kicsi a különbség a két érték között.

A sűrűséget többféle módszerrel mérhetjük:

- urinométerrel,
- tömegmérés alapján,
- refraktométerrel,
- tesztcsíkkal.

Sűrűségmérés urinométerrel

A sűrűség meghatározására urinométert csak akkor használhatunk, ha kellő mennyiségű (10–30 ml) vizelet áll rendelkezésre. Ennél kevesebb minta (5–10 ml) esetén 1–3-szoros desztillált vizes hígítást készítünk, majd a hígított minta sűrűségét mérjük. Ha a hígított vizeletre kapott sűrűség *utolsó két jegyét* beszorozzuk a hígítás mértékével, gyakorlatilag kellő pontosságú eredményt kapunk.

Példa. Ha 10 ml vizeletet 30 ml-re (a háromszorosára) hígítunk, és erre $1,008 \text{ g/cm}^3$ sűrűséget kapunk, akkor az eredeti vizelet sűrűsége $1,024 \text{ g/cm}^3$ volt.

Nagyobb hígítás nem javasolható, mert fokozott hibalehetőséggel jár.

Hibaforrás. Urinométeres sűrűségmérésnél ügyeljünk a vizelet hőmérsékletére (a hűtőszekrényből kivett vizeletmintát hagyjuk állni, míg szobahőmérsékletre melegszik). Az urinométerek általában szobahőmérsékletre ($21 \text{ }^\circ\text{C}$) vannak hitelesítve, $3 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-csökkenés vagy -emelkedés kb. 0,001 egységnyivel kisebb vagy nagyobb sűrűséget ad.

Bevezető

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Urinométer

Sűrűségmérés tömegméréssel

Mi kell hozzá?
Mérleg

Kevés (1–3 ml) vizelet sűrűsége egyszerűen meghatározható egy 5–10 ml-es osztott pipetta és milligramm pontosságú mérleg segítségével a következők szerint:

- megmérjük a mérleg tányérjára fektetett üres pipetta tömegét ($m_{\text{üres}}$);
- a vizeletet felszívjuk a pipetába, és megjegyezzük, hogy mekkora térfogatot töltött ki, majd *óvatosan* az oldalára fektetve a mérleg tányérjára helyezzük, és megmérjük a tömegét (m_{vizelet}). Ilyen kevés vizelet nem folyik ki a pipetából. Ha mégis ettől tartanánk, illesszünk a pipetta végére kisméretű gumiballont, vagy használjunk műanyag Pasteur-pipettát;
- a pipetába pontosan ugyanannyi desztillált vizet szívunk fel, mint amennyit a vizeletminta kitöltött, és az előbbieket szerint megmérjük a tömegét ($m_{\text{deszt. víz}}$);
- a sűrűség (ρ) számítása:

$$\rho = \frac{m_{\text{vizelet}} - m_{\text{üres}}}{m_{\text{deszt. víz}} - m_{\text{üres}}}$$

Amennyiben olyan kijelzős, elektromos gyorsmérlegünk van, amelyiken T (tára) kijelző van, és ezt az üres pipetta lemérése után megnyomjuk, a számítás a

$$\rho = \frac{m_{\text{vizelet}}}{m_{\text{deszt. víz}}}$$

képletre egyszerűsödik.

Sűrűségmérés refraktométerrel

Mi kell hozzá?
Refraktométer

A sűrűséget már *néhány csepp* vizeletből is meghatározhatjuk refraktométerrel. A drágább asztali készülékek mellett jól használhatók a kézi refraktométerek is. Bármelyiket is alkalmazzuk, vegyük figyelembe a gyár által feltüntetett hitelesítési hőmérsékletet. Ne feledkezzünk el az időszakos kalibrálásról sem! Ennek során desztillált vizet cseppentünk a készülék mérőüvegére, és a kalibrálócsavarral az $1,000 \text{ g/cm}^3$ értéket állítjuk be.

A mérés során a mérőüvegre vizeletet cseppentve leolvassuk a sűrűséget.

Megjegyezzük, hogy az ún. klinikai refraktométert – aminek használata a hazai állatorvosi gyakorlatban szélesebb körben lenne indokolt – használhatjuk a vérplazma/-szérum fehérjetartalmának meghatározására is (a dehidráció megítélésére).

Sűrűségmérés tesztsíkokkal

Nagy várakozással fogadta az állatorvos-társadalom a sűrűségmérésre is alkalmas, SG (*specific gravity*) jelű vizelet-tesztsíkok megjelenését, amelyek a legegyszerűbb módszert kínálják a vizelet sűrűségének mérésére.

A tesztsíkot a vizeletbe mártjuk, és az elszíneződést az összehasonlító színkálával összevetve állapítjuk meg a sűrűség értékét.

Sajnálatos módon az állatok vizeletében a tesztsíkok SG-kockájának elszíneződése alapján kapott sűrűségérték nem megfelelően áll összhangban az urinométeres vagy a refraktométeres mérés eredményeivel, ezért használatuk sűrűségmérésre csak korlátozott mértékben ajánlható.

Mi kell hozzá?
SG jelű tesztsík

⊗ *Élettani* tartománynak általában $1,008\text{--}1,060\text{ g/cm}^3$ értékhatárokat fogadunk el, ha az állat isovolaemiás, azaz nincs folyadékvesztés vagy -túlsúly. A macskavizelet esetében az $1,080\text{ g/cm}^3$ -es érték sem számít minden esetben kórosnak.

⊗ Általában az van a köztudatban, hogy glycosuria vagy albuminuria során a vizelet sűrűsége jelentősen megnő. Valójában ez nem így van; a sűrűség egységnyi ($0,001\text{ g/cm}^3$) növekedését a következő anyagmennyiségek okozzák 100 ml vizeletre számítva: 0,15 g NaCl, 0,3 g glükóz, 0,4 g karbamid vagy 0,4 g albumin. Súlyos glycosuriával kísért diabetes mellitusban sem nagyobb a vizelet glükóztartalma 220 mmol/l-nél (= 4 g/100 ml), ami a sűrűséget csupán $0,013\text{ g/cm}^3$ -rel növeli.

Értékelés

A vérplazma ozmolalitása 300 mozmol/kg, ugyanakkor a vizelet ozmolalitása tág határok között (akár 100–1000 mozmol/kg között) mérhető, de általában 2–3-szorosa a vérplazmáénak, azaz *hypersthenuriás*. Mivel az egészséges vizelet is hypersthenuriás, nagyon nehéz megjelölni az élet-tani és a kóros hypersthenuria közötti határt: fajonként kisebb eltérésekkel általában az $1,060\text{ g/cm}^3$ feletti sűrűségértéket minősítjük kórosan hypersthenuriásnak.

Amikor a vizelet sűrűsége/ozmolalitása hasonlóná válik a vérplazmáéhoz (300 mozmol/kg, vagyis $1,009\text{--}1,012\text{ g/cm}^3$ közötti sűrűség), akkor *isosthenuriáról* beszélünk. Ennek *ismételt* észlelése azt jelzi, hogy a vese elveszítette hígító- és koncentrálóképeségét.

Abban az esetben, ha a vizelet ozmolalitása/sűrűsége kisebb a vérplazmáénál (kisebb, mint $1,008\text{ g/cm}^3$), *hyposthenuriáról* van szó. Ez az érték dehidrált vagy/és azotaemiás betegben mindenképpen kóros, a vese koncentrálóképeségének elvesztésével magyarázható (☛ 233. o.).

A *kutyavizelet* sűrűségértékei a három lehetséges állapotban a következők:

- hyposthenuria: $1,001\text{--}1,008\text{ g/cm}^3$,
- isosthenuria: $1,009\text{--}1,012\text{ g/cm}^3$,
- hypersthenuria: $1,013\text{--}1,060\text{ g/cm}^3$.

A vizelet kémiai vizsgálata

A vizsgálatokról általában

A vizeletvizsgálatok során a leggyakrabban kémiai vizsgálatokat végzünk. Hasonlóan a fizikai vizsgálatokhoz, ezekből is következtethetünk a veseműködésre, a húgyutak zavaraira és más szervek károsodására is. A vizsgálatok többsége – régebben kémcsőpróbákkal, manapság inkább tesztszékkel – a helyszínen elvégezhető egyszerű próba. Néhány kémiai analízis kivételére laboratóriumi körülményeket igényel.

KÉMHATÁS

Bevezető

A vizelet kémhatásából elsősorban anyagforgalmi zavarokra következtethetünk, de ismerete segítséget nyújt a veseműködés, ill. a húgyszervek működésének megítéléséhez is. A húsevők és a növényevők vizeletének kémhatása élettani körülmények között is eltérő.

A vizsgálat menete

Mi kell hozzá?
Tesztszék

A tesztszékot a vizeletbe mártjuk, és az elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a kémhatást (a pH számszerű értékét).

Feltétlenül friss mintát vizsgáljunk, mivel a vizelet pH-értéke állás közben változhat.

Értékelés

☺ *Élettani* körülmények között a húsevők vizelete általában savas (pH 6-7), a növényevőké lúgos (pH 7,5-8,5) kémhatású. Az újszülött és szopós növényevők, így a borjak, csikók vizelete is savas kémhatású. A sertés vizelete a takarmányozási viszonyok függvényében a semleges pH körüli. A különbségek a táplálkozási/takarmányozási eltérésekből fakadó metabolikus folyamatoknak tulajdoníthatók.

☹ A vizelet pH-értékének változása főleg az egész szervezetet érintő okok (anyagforgalmi betegségek, sav-bázis egyensúlyi zavarok) miatt következik be, de (ritkábban) lehetnek lokális, a húgyszervekre korlátozódó okai is. A vizelet kémhatásának értékelésekor a takarmányozási viszonyokat messzemenően figyelembe kell venni.

Az *aciduria* okai:

- metabolikus acidosis (ketoacidosis, lactacidosis, hasmenés miatti bázisvesztés),
- ritkábban respirációs acidosis (hypoventilatio),
- fokozott izommunka,

- gyógyszer-/vegyszerhatás (C-vitamin, metionin, ammónium-klorid bevitelére).

Az *alkalikus* vizelet ürítésének okai:

- alkalosis (hányás, ritkán hyperventilatio),
- húgyúti fertőzések ureázaktív baktériumok miatt (pyelonephritis, cystitis).

Hibaforrás. Téves alkalicitást okozhat, ha állott a vizelet, amiben ugyancsak bakteriális hatásra utólagosan bomlik a karbamid, vagy ha a vizeletfogó edényben mosogatószer-maradvány volt.

FEHÉRJÉK

Az egészséges állatok vizelete rutinmódszerekkel kimutatható mennyiségű fehérjét nem tartalmaz. Proteinuria észlelésekor el kell különíteni, hogy annak hátterében vesebetegség vagy egyéb oktani tényező áll-e.

A különböző állatorvosi szakkönyvek az *extrarenalis* eredetű fehérjevizeletést más-más névvel illetik („funkcionális fehérjevizelet”, „álfehérje-vizelet”, „átmeneti fehérjevizelet”). A humánorvosi gyakorlatban szokásos (és követhető) a *praerenalis* (pl. a Bence-Jones-féle, a hemoglobin, ill. a mioglobulin okozta), a *renalis* (glomerularis, tubularis, kevert típusú) és a *postrenalis* (a húgyutakból származó) proteinuria elkülönítése. Utóbbi oka lehet a genitális apparatus elváltozása, spermiumok vagy hüvelyváladék vizeletbe jutása. Közös jellemzőjük, hogy a renalis eredetű fehérjevizelettel szemben legtöbbször *ideiglenes* jellegűek, az ürülő fehérjék nem plazma eredetűek.

A *Bence-Jones-fehérje* a szervezetben keringő ellenanyagok könnyű láncával azonos (*praerenalis* eredetű), a filtrátumba mindenképpen átjutó fehérjefrakció.

A vizeletből fehérjét a következő módszerekkel lehet kimutatni és szemikvantitatív jelleggel mérni:

- az ún. kémcsőpróbákkal (habzási próba, Heller-próba, szulfoszalicilsavas próba) és
- tesztcsíkokkal.

A kémcsőpróbák a népszerű tesztcsíkok elterjedésével sajnálatos módon kiszorultak a gyakorlatból, pedig szükség van rájuk a tesztcsíkok eredményeinek ellenőrzéséhez.

A kémcsőpróbák és a tesztcsíkok egyaránt szemikvantitatív eredményt adnak. A reakciót a jelen lévő fehérje mennyiségétől függően 1+...3+ (4+) jelöléssel értékeljük.

Fehérjekimutatás habzási próbával

A vizeletet kémcsőbe töltjük, és erőteljesen felrázzuk. Ha a vizelet felszínén viszonylag stabil hab képződik, az fehérje jelenlétére utal. A fehérjementes vizelet felrázáskor nem képez stabil habot.

Bevezető

A vizsgálatok menete

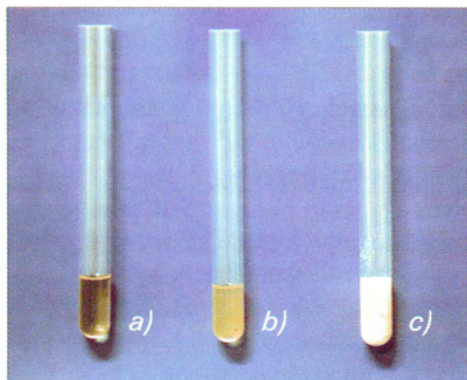
Fehérjekimutatás Heller-próbával

Mi kell hozzá?
Tömény
salétromsav

A kémcsőbe először 2–3 ml vizeletet öntünk, majd a csövet megdöntjük, és Pasteur-pipettával óvatosan alárétegezzük 1–2 ml tömény salétromsavoldatot. Fehérjetartalmú vizelet esetén a fázishatáron fehér gyűrű képződik. A gyűrű vastagsága (1+...3+) arányos a vizelet fehérjetartalmával (szemikvantitatív próba).

Fehérjekimutatás szulfoszalicilsavas próbával

Mi kell hozzá?
20%-os szulfoszalicil-
sav-oldat



6.5. ábra.
Szulfoszalicilsavas
próba proteinuriák-
ban
a) negatív, egészsé-
ges vizelet;
b) enyhe (+) protei-
nuria;
c) súlyos (+++) proteinuria

A kémcsőbe ujjnyi vizeletet öntünk, és hozzáadunk 2–3 csepp 20%-os szulfoszalicilsav-oldatot, majd erőteljesen összerázzuk. Fehérjetartalmú vizelet esetén zavarosodást (1+...3+) észlelünk (6.5. ábra).

A szulfoszalicilsavas próba adhat téves pozitív eredményt pl. tolbutamid, szulfonamidterápia vagy röntgenkontrasztanyagok használata esetén.

Fehérjekimutatás tesztcsíkokkal

Mi kell hozzá?
Tesztcsík

A pufferrel és indikátorral (tetrabrom-fenol) impregnált tesztcsíkot a vizeletbe mártjuk. A zöldeskék elszíneződés fehérje jelenlétére utal. Ugyancsak szemikvantitatív próba, a fehérjeürítés mértéke a tesztcsíkok tartóedényén lévő skáláról olvasható le.

A reakció – szemben a kémcsőpróbákkal – főleg albuminra érzékeny, és tapasztalataink szerint gyakran ad enyhe (+/- vagy 1+) albuminuriára utaló eredményt akkor is, amikor a szulfoszalicilsavas próba negatív. E téves pozitivitást okozhatja az is, ha a vizelet erősen lúgos vagy nagyon koncentrált.

A Bence–Jones-fehérje kimutatása

A fehérje a natív vizeletben 40 °C-on kicsapódik, 100 °C-on ismét feloldódik. Az összes többi fehérje 60–80 °C-on csapódik ki, és nem oldódik fel magasabb hőmérsékleten.

A fehérje a tesztcsíkokkal nem reagál, de a szulfoszalicilsavas próbát adja. Pontos azonosítása RIA-, ELISA-, fehérjeelektroforézises módszerrel lehetséges.

Értékelés

- ☺ Élettani körülmények között az állatok vizelete fehérjét nem tartalmaz.
- ☹ A különböző mértékű *proteinuriák* hátterében más-más elváltozások állnak (6.3. táblázat).

A proteinuria mértéke	A proteinuria oka
Súlyos-változó	Pyuria, haematuria, haemoglobinuria, myoglobinuria Glomerulonephritis Amyloidosis Tubulonephrosis (nehézfémmergezés, aminoglikozid-terápia stb.), nephrosis-szindróma
Enyhe-változó	Idült veseelégtelenség Jobbszívfél-elégtelenség Láz, stressz, fokozott izomműködés, hyperthermia Bence-Jones-fehérje megjelenése (csökkent tubularis visszafelvétel miatt)

6.3. táblázat.
A proteinuriák
okai

A *Bence-Jones-fehérje* megjelenése a vizeletben elsősorban tubularis károsodásra utal. Leggyakrabban lymphoproliferatív betegségekhez, myelómához társul.

Fontos! A vizelet fehérjetartalmát és sűrűségét *egyidejűleg* határozzuk meg és értékeljük. Enyhe (1+) proteinuriát ugyanis isosthenuriás vagy hyposthenuriás (legtöbbször polyuriás) betegben (vizeletsűrűség ismételt 1,010 g/cm³ körüli, az ozmolalitás kisebb, mint 200 mosmol/l) *jelentős* fehérjevesztésnek ítélünk, mert ez az állapot hónapokig fennállhat, kondícióvesztést is okozhat, sokszor annak ellenére, hogy az állat étvágya megfelelő. Ezzel szemben hypersthenuriás (gyakran oliguriás) betegben (a vizeletsűrűség 1,030 g/cm³ körüli) 1+ fehérjevizelés jóval *kevesebb* fehérjevesztést jelent.

Általános tapasztalat, hogy kapcsolat van a vizeletfehérje mennyisége és a vesebetegségek időbeli lefolyása között: a heveny, diffúz vesebetegségek során legtöbbször súlyos, míg az idültekben enyhe proteinuria észlelhető. Postrenalis folyamatokban (pl. pyelonephritisben, cystitisben) a fehérjevizelés ugyan jelentős mértékű lehet, de azt nem plazmafehérjék okozzák, és általában a vérösszetevők változása sem utal vesekárosodásra.

Fehérjepozitivitás esetén fontos az üledékvizsgálat és a próba megismétlése a centrifugált vizelet felülúszójából.

A FEHÉRJE/KREATININ ARÁNY

Kisállatokban a proteinuriás állapot minősítésére használatos mutató a vizeletfehérje/-kreatinin arány. A két anyag vizeletben mérhető koncentrációjának a hányadosa állandó, mivel egészséges állatban egyrészt nincs (vagy csak elenyésző mértékű) a fehérjeürítés, másrészt a kreatininürítés a gyakorlatilag stabil glomerularis filtráció függvénye.

Bevezető

Természetesen a vizelet fehérje- és kreatinintartalmát ugyanabban az egységben célszerű megadni a hányados számításához.

A vizsgálat menete

Mi kell hozzá?
Spektrofotométer,
reagenskészlet

A vizeletmintát *azonnal* centrifugáljuk. A fehérje- és a kreatinintartalmat a felülúszóból határozzuk meg a reagenskészlet útmutatásai szerint (☞ KLINIKAI KÉMIAI VIZSGÁLATOK, 121. és 126. o.)

Mivel az SI-egységben eredményt közlő laboratórium a fehérjét g/l-ben, a kreatinint pedig $\mu\text{mol/l}$ -ben adja meg, a kreatinintartalom átszámítása a következő (a kreatinin moláris tömege 113 g/mol):

$$\text{kreatinin [g/l]} = \text{kreatinin } [\mu\text{mol/l}] \cdot 0,000113.$$

Az egyszeri vizeletmintából nyert eredmény jól tükrözi a 24 óra alatti fehérjeürítés mértékét is.

Értékelés

- ☉ *Élettani* körülmények között az állatok vizeletében legtöbbször nem mérhető vagy csak elenyésző mértékű a proteinuria, a kreatininuria viszont jelentős. A hányados értéke tehát egynél (általában 0,5-nél is) kisebb.
- ☉ A proteinuriás állapotokat a képzett hányados alapján a 6.4. táblázat szerint értékelhetjük.

A számítás elvégzésének csak akkor van értelme, ha nincs haematuria, ill. egyéb, postrenalis eredetű fehérje (pl. pyelonephritis, cystitis miatt) a vizeletben.

6.4. táblázat.
A proteinuriák
értékelése

Fehérje/kreatinin arány	Következtetés
< 1	Élettani
1-5	Valószínűleg praerenalis eredetű proteinuria
> 5	Valószínűleg renalis vagy postrenalis eredetű proteinuria

GLÜKÓZ

Bevezető

Egészséges állatokban a glomerulusfiltrátumban megjelenő glükóz a tubulusokban teljesen felszívódik. A glycosuria ezért mindig kóros. A háttérben sokféle ok lehet, ezek többsége nem vese eredetű.

A glükóz kimutatására korábban redukációs próbákat használtunk (Trommer-próba, Fehling-próba, Nylander-próba stb.), amelyek nem voltak specifikusak, mivel a reagensek egyéb redukálóanyagokkal is reakciót adtak. Manapság kizárólag specifikus, enzimatis meg határozásokat veszünk igénybe, ezeken alapulnak a tesztcsíkok glükózmérő zónái is.

A glükóztartalom spektrofotometriás mérése

A glükóztartalom mérését gyári reagenskészlet felhasználásával hajtjuk végre. Kövessük a reagenskészlet útmutatásait (☛ KLINIKAI KÉMIAI VIZSGÁLATOK, 130. o.)

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Spektrofotométer,
reagenskészlet

A glükóztartalom meghatározása tesztsíkokkal (szemikvantitatív)

A tesztsíkot a vizeletbe mártjuk, és az elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a glükóztartalmat.

Mi kell hozzá?
Tesztsík

☉ *Élettani* körülmények között az állatok vizelete glükózt nem tartalmaz.

☉ Különböző mértékű *glycosuriát* okozhatnak a következő állapotok:

- diabetes mellitus,
- szteroid diabetes (kortikoidterápia vagy Cushing-féle betegség során),
- stressz diabetes (főleg macskában),
- renalis diabetes (tubularis funkciózavar miatt, pl. Fanconi-szindróma esetén kutyában, súlyos tubulonephrosisban bármely állatfajban, pl. Clostridium perfringens D okozta enterotoxaemiában szenvedő juhban),
- alimentaris (postprandialis) glycosuria (édességgel etetett kutyában!),
- iatrogén eredet (pl. glükóztartalmú infúzió, xilazin trankvilláns hatására),
- encephalopathiák (veszettség, Aujeszky-betegség, intracranialis nyomásfokozódás stb. következtében).

Hibaforrás: kutyában a vizelet viszonylag nagy aszkorbinsavtartalma akadályozhatja a színreakció kialakulását. Csökkenti a glükózpróba során kialakuló szín intenzitását, ha egyidejűleg súlyos bilirubinuria vagy ketonuria is megfigyelhető.

Értékelés

KETONANYAGOK

Egészséges állatok vizeletében ketonanyagok nem fordulnak elő, a megjelenésük ketonaemia következménye.

A klasszikus Legal-próbát, Ross-próbát, Rothera-próbát manapság a szemikvantitatív tesztsíkok használata váltja fel. Minden tesztreakció azon alapszik, hogy a nitroprusszid-Na az acetecetsavval és kisebb mértékben az acetonnal is lila elszíneződést ad. A reakció 3-hidroxi-vajsavra nem érzékeny.

A tesztsíkok alkalmasak a vérérum (-plazma) és a tej ketonanyag-tartalmának ellenőrzésére is. A tej ketontartalmának mérésére külön reagenskészleteket is forgalmaznak.

Bevezető

A vizsgálat menete

Mi kell hozzá?
Tesztsík

A tesztsíkot a vizeletbe mártjuk, és a lila elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a ketonanyag-tartalmat (1+...5+).

- Értékelés** ☺ *Élettani* körülmények között az állatok vizelete ketonanyagot nem tartalmaz.
- ☹ *Ketonuria* kisállatokban elsősorban *diabetes mellitus* miatt alakul ki (megjelenése egyúttal a súlyosság fokmérője), de tartós éhezés, lázas állapot (elsősorban kölyökkorú állatokban) ugyancsak okozhatja. Kérődzőkben, nyulakban, egyéb rágcsálókban legsúlyosabb formában a primer ketosisal kapcsolatban tapasztaljuk, de az élettanilag alacsony vércukorszintű kérődzőkben bármilyen eredetű energiahányos állapot másodlagos *keton-aemiára* és következményes ketonuriára vezet.

A ketonuriás index számítása. Tejelő tehenekben a ketonuria *mértékén* kívül annak jelentkezési időpontja is fontos: az ellés előtt észlelt ketonuria súlyosabb állapotra utal, mint az ellés után kialakuló. Ezt veszi figyelembe az ún. ketonuriás index, amely egy alapszámból és egy, az alapszámot módosító értékből tevődik össze:

$$KI = \text{alapszám} \pm \text{módosítószám},$$

ahol *KI* a ketonuriás index, az *alapszám* a ketonuria súlyosságát jelző szám (1+ és 5+ között) tízszerese; a *módosítószám* az ellés előtti (+ előjel), ill. az ellés utáni (- előjel) napok számának kétszerese.

Példa. Az ellés előtt 3 nappal a 2+ ketonuriás tehén ketonuriás indexe:

$$(2 \cdot 10) + (3 \cdot 2) = 26;$$

ugyanaz az érték 3 nappal az ellés után:

$$(2 \cdot 10) - (3 \cdot 2) = 14.$$

Az index értéke a további teendők eldöntése miatt fontos. 20-nál kisebb szám esetén nincs szükség beavatkozásra („élettani ketonuria”), a nagyobb számok különböző jellegű terápiás beavatkozásokat igényelnek. Tapasztalatok szerint a 40-nél magasabb indexszámú ketonuriás állapot *életveszélyes*.

BILIRUBIN

Bevezető A vizelettel csak az ún. direkt bilirubin (más néven a bilirubin II., azaz a májon keresztüljutott, glükuronsavval konjugált bilirubin) ürülhet. A bilirubin-glükoronid vízoldékony és kicsi a moláris tömege, ami lehetővé teszi a filtrátumba jutását. A veseműködés szempontjából észlelésének nincs jelentősége. Meghatározása az icterusok elkülönítését segíti, de a próba értékelésekor figyelembe kell venni a faji sajátosságokat is. A bilirubin-glükuronid kimutatásának elsősorban kutyában van jelentősége, de bizonyos megkötöttséggel ebben a fajban is számolni kell.

A bilirubin a következő módszerekkel mutatható ki:

- a Gmelin-féle gyűrűpróbával,
- tesztcsíkokkal,
- tablettás módszerrel.

A korábban használatos gyűrűpróbát manapság egyre inkább a tesztsíkok használata vagy a tablettás bilirubinpróba váltja fel. Mindegyik módszer szemikvantitatív eredményt ad.

Bilirubinkimutató gyűrűpróbalal

A kémcsőbe töltött vizelet *alá* óvatosan tömény salétromsavat (Gmelin-reagenst) rétegzünk (☞ Heller-próba, 214. o.). A bilirubinból a fázishatáron zöld színű biliverdingyűrű keletkezik.

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Tömény salétromsav

Bilirubinkimutató tesztsíkokkal

A tesztsíkot a vizeletbe mártjuk, és az elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a bilirubintartalmat (1+...5+).

Mi kell hozzá?
Tesztsík

Bilirubinkimutató tablettás módszerrel

A tablettát a készlethez tartozó szűrőpapírra helyezük, és 1–2 csepp vizeletet juttatunk rá. Az előírt várakozási idő (általában 1 perc) után megvizsgáljuk a szűrőpapíron a tabletták körül kialakult elszíneződést: a lila szín bilirubin jelenlétét bizonyítja.

Mi kell hozzá?
Tablettás bilirubinkészlet

Hibaforrások. Jelentős fokú bilirubinuria esetén a kombinált tesztsíkok minden zónája elszíneződhet, ami az ott zajló reakciók elbírálását akadályozza.

Téves negatív eredményt okozhat, ha a biztosan bilirubinuriás vizeletet szobahőmérsékleten, napfényen akár csak néhány órát tároljuk, majd azután vizsgáljuk. A bilirubin ugyanis bomlékony, fényérzékeny anyag, ezért lehetőleg mindig friss vizeletből határozzuk meg.

- ☺ *Élettani* körülmények között az állatok vizelete bilirubint nem tartalmaz.
- ☹ A *bilirubinuria elvileg* hepatocellularis icterusban (gyakori kórkép) és posthepaticus/obstruktív icterus esetén (ritka kórkép) fordul elő. Praehepaticus (haemolyticus) icterus bevezető szakaszában nincs bilirubinuria.

Kutyában a vese kis bilirubin-küszöbértéke és a vese glükuronid-transzferáz-aktivitása miatt az enyhe bilirubinuriának nincs diagnosztikai jelentősége. Macskában a bilirubinuria ritka, csak súlyos májkárosodásban észlelhető. Kérődzőkben enyhe fokú bilirubinuriát gyakran tapasztalunk minden klinikai összefüggés nélkül, míg lóban a bilirubinuria még súlyos májkárosodásban is alig észlelhető.

Értékelés

UROBILINOGÉN

Az urobilinogén (UBG) élettani vizeletalkotó, kémiaiilag nem egységes anyag. A bélbe jutott bilirubinból képződik, ott szterkobilinogénné, majd szterko-

Bevezető

bilinné alakul tovább, ill. egy része enterohepaticus keringésben vesz részt. Ez azt jelenti, hogy a portalis keringéssel (főként az ileumból) visszaszívódott UBG nagyobb részben újból a hepatocytákba kerül, kisebb részben pedig a nagyvérkörbe, majd onnan a vesébe jut, ahol kiválasztódik a vizelettel. A vizeletben az UBG hiányából vagy mennyiségének növekedéséből egyaránt lehet bizonyos következtetéseket levonni. Az urobilinogén ürülésének változása nincs összefüggésben a veseműködéssel.

Az urobilinogén kimutatható:

- Ehrlich-próbával és
- tesztcsíkokkal.

A korábban használatos Ehrlich-próbát manapság egyre inkább a tesztcsíkok használata váltja fel. Mindkét módszer meglehetősen szubjektív, és szemikvantitatív eredményt ad.

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Benzaldehidet
tartalmazó
Ehrlich-reagens

Urobilinogén kimutatása Ehrlich-próbával

A kémcsőbe töltött kb. 2 ujjnyi vizelethez 0,5 ml Ehrlich-reagenst adunk. Kontrollnak egy másik csőbe kezeletlen vizeletet töltünk. A reakció során pozitív esetben vörhenyes elszíneződést tapasztalunk. Élettani mértékű UBG-uria esetén az elszíneződés csak felülnézetben észlelhető, oldalnézetben nem, vagy csak nagyon enyhén. Az oldalnézetben is pozitív próba fokozott, míg a felülnézetben is negatív próba csökkent UBG-ürítésre utal.

Hibaforrások. Az urobilinogén bomlékony, fényérzékeny anyag, könnyen oxidálódik urobilinné, ami nem adja az Ehrlich-reakciót. Emiatt hamis negatív reakció lehetséges, ha a minta nem friss. A próba elbírálását sok szubjektív tényező nehezíti, ezért csak gyakorlott vizsgálóknak ajánlható.

Urobilinogén kimutatása tesztcsíkokkal

Mi kell hozzá?
Tesztcsíkok

A tesztcsíkot a vizeletbe mártjuk, és az UBG-zóna elszíneződését az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a UBG-tartalmat (1+...5+).

Hibaforrás. Bilirubintartalmú vizelet a tesztcsíkok UBG-zónáját gyakran elbírálhatatlanná színezi el.

Értékelés

- ☉ *Élettani* körülmények között az urobilinogén megjelenése a vizeletben az epeutak átjárhatóságának bizonyítéka.
- ☉ Epeút-elzáródás (obstrukció, összenyomatás) következtében a bélbe nem jut bilirubin, emiatt csökken a bélbeli UBG-képzés és visszaszívódás, nem jut UBG a vizeletbe. A vizelet UBG-koncentrációja ezzel szemben hepatopathiák, hemolízis során fokozódhat.

Az UBG-vizsgálat állatorvosi jelentősége csekély, egészséges kutyában is gyakori, hogy nincs UBG a vizeletben. Lóban nem UBG, hanem más származék kerül a vizeletbe.

VÉR, HEMOGLOBIN ÉS MIOGLOBIN

Bevezető

Egészséges állatok vizeletében vér, hemoglobin és mioglobin nincs. A teljes vér ürülésével járó állapot (*haematuria*) leggyakoribb oka gyulladás, trauma vagy egyéb ok miatti húgyúti vérzés. A hemoglobin intravasalis haemolysis után (*haemoglobinuria*), mioglobin pedig izomsejtszétesést követően juthat a vizeletbe (*myoglobinuria*). Mindkét állapot hiánytalan veseműködés, ép húgyutak esetén is kialakulhat. A haematuria és a haemoglobinuria elkülönítése alkalmanként nehézséget okoz, hiszen a húgyutakba jutott vörösvérsejtekből az alsó húgyutakban is kiszabadulhat hemoglobin (pl. alkalikus vagy nagyon híg vizeletben).

A vizelet vér-, hemoglobin- és mioglobintartalmának kimutatása a hemoglobin- és a mioglobinmolekula pszeudoperoxidáz hatásán alapul. A kimutatás lehetőségei:

- benzidinpróbával,
- tesztcsíkokkal,
- mikroszkópos vizeletüledék-vizsgálattal a haematuria igazolására (☞ 228. o.)

A korábban használatos benzidinpróbát manapság egyre inkább a tesztcsíkok használata váltja fel. Mindegyik módszer meglehetősen szubjektív, és szemikvantitatív eredményt ad.

A vizsgálatok menete

Vér, hemoglobin és mioglobin kimutatása benzidinpróbával

Kémcsőbe késhegynyi benzidint és H₂O₂-kristályt (Hyperol tablettát) teszünk, és 1–2 ujjnyi tömény ecetsavoldatot öntünk rá. Összekeverés után néhány csepp vizeletet juttatunk a keverékbe. Zöldeskék elszíneződést észlelünk.

Mi kell hozzá?
Benzidin, kristályos hidrogén-peroxid, tömény ecetsavoldat

Vér, hemoglobin és mioglobin kimutatása tesztcsíkokkal

A tesztcsíkot a vizeletbe mártjuk, és a elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve igazoljuk a vér, a hemoglobin vagy a skálán külön nem jelzett mioglobin jelenlétét (1+...5+).

Mi kell hozzá?
Tesztcsík

Hibaforrások. A *haematuria* és a *haemoglobinuria* elkülönítése nem mindig lehetséges tesztcsíkkal. Ebben az esetben mikroszkópos üledékvizsgálat vagy centrifugálás segíthet. A friss vérzés miatti haematurias vizelet felülúszója a centrifugálás után ugyanis feltisztul, míg a haemoglobinuriásé nem. A tesztcsíkok többségén a leolvasóskálán ugyanarra a zónára vonatkoztatva kétféle értékelést ajánlanak. Ha a zöldeskék elszíneződés csak apró pöttyök formájában alakul ki, az haematuria jele, míg a zóna homogén elszíneződése a haemoglobinuria jelzője. Ez az elkülönítés csak enyhe haematuria esetén tehető meg. Kifejezett haematuria ugyanúgy homogén elszíneződést okoz, mint a haemoglobinuria.

Értékelés ☺ *Élettani* körülmények között a vizeletben vér, hemogloblin és miogloblin nem található.

☹ A próbák pozitív eredményt adnak hemolízis, alsó húgyúti vérzés (húgyhólyaggyulladás, prostatitis, daganat) vagy vesevérzés miatt, izomkárosodás (trauma, műtét, intramuscularis injekció, hyperthermia, myositis) következtében.

Myoglobinuria feltételezése esetén a plazma CK- (kreatin-kináz) aktivitásának vizsgálata indokolt.

Hibaforrás. Hamis negatív eredményt okozhat jelentős mennyiségű redukáló hatású anyag (pl. aszkorbinsav) megjelenése a vizeletben.

NITRIT

Bevezető A nitrit a vizeletben egyes állatfajokban megtalálható nitrátból baktériumok (*E. coli*, *Klebsiella*, *Salmonella* stb.) redukáló hatására képződik. Minden esetben kóros vizeletalkotó.

A vizelet nitrittartalmának kimutatása azoszínezék-képzésen alapul. A szulfanilsav- és az α -naftil-amin-tartalmú klasszikus *Griess-Ilosvay-reagens* a vizelet nitrittartalmával rózsaszínű azofestéket képez. A kimutatás lehetőségei:

- kémcsőpróbával (Griess-Ilosvay-reagenssel) és
- tesztcsíkokkal.

A korábban használatos kémcsőpróbát manapság egyre inkább a tesztcsíkok használata váltja fel. Mindkét módszer meglehetősen szubjektív, és szemikvantitatív eredményt ad.

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Griess-Ilosvay-reagens (szulfanilsav- és α -naftil-amin)

Nitritkimutatás kémcsőpróbával

A kémcsőbe töltött ujjnyi mennyiségű vizelethez néhány csepp Griess-Ilosvay-reagenst adunk, majd a kialakuló rózsaszínű elszíneződést figyeljük.

Nitritkimutatás tesztcsíkokkal

Mi kell hozzá?
Tesztcsíkok

A tesztcsíkot a vizeletbe mártjuk, és a rózsaszínű elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a nitrit jelenlétét.

Értékelés ☺ *Élettani* körülmények között a vizeletben nitrit nincs.

☹ A vizelet nitrittartalma *kóros*, baktériumok jelenlétére utal. Gyakorlatilag csak a növényevő állatok vizeletében lehet nitrit, mert ezek a fajok a takarmányukkal kellő mennyiségű nitrátot vesznek fel, ami a vizeletben meg is jelenik, szubsztrátul szolgálva az ott esetleg jelen lévő baktériumoknak.

Hibaforrások. A vizelet aszkorbinsav-tartalma téves negatív eredményhez, azo-festék-származék-tartalma (pl. fenazopiridin) téves pozitív eredményhez vezethet. A nitritvizsgálat csak növényevőkben értékelhető. Húsevőkben a vizsgálatnak nincs értelme: egyfelől eleségükben kevés a nitrát, másfelől vizeletük gyakran sok aszkorbinsavat tartalmaz.

INDIKÁN

Az indikán ritkán, esetleg kutyában vizsgált kóros vizeletalkotó, ami a bélbeli fehérjebomlásból származó indol felszívódása és májbeli detoxikálása (szulfatálása) során képződik, majd a vizeletbe választódik ki. Kimutatható mennyiségben csak akkor jelenik meg, ha a bélperisztaltika lelassul (obstrukció, obstipatio, paralyticus ileus), és fokozódik a bélbeli fehérjebomlás.

Az indikán csak kémcsőreakciókkal (Gmelin- vagy Jaffé-próba) mutatható ki, mivel a tesztsíkokon nincs indikánzóna.

Indikánkimutatás Gmelin-próbával

A kémcsőbe néhány ml vizeletet öntünk, majd azonos mennyiségű tömény salétromsavoldatot rétegezzük alá. Az indikánból a fázishatáron kékes színű gyűrű képződik.

Indikánkimutatás Jaffé-próbával

Egy rész vizeletet kémcsőben feleannyi kloroformmal elkeverünk, majd a két fázisra szétvált keverékhez (alul a kloroform) egy rész tömény sósavoldatot adunk, és a kémcsövet többször átfordítjuk. Néhány csepp 1%-os nátrium-hipoklorit-oldatot (Hypót) adunk hozzá, és elkeverjük (átfordítjuk, vagy másik kémcsőbe áttöntjük). Néhány percen belül az alul lévő kloroformos fázis megkékülése indikán jelenlétét mutatja.

Hibaforrás. Egyes állatokban a vizelet pufferkapacitása olyan nagy, hogy a kék szín nem rögtön alakul ki. Negatív próba esetén érdemes további sav- és hipokloritoldat hozzáadásával a reakciót megismételni.

- ☺ *Élettani* körülmények között a vizeletben nincs indikán.
- ⊗ A vizelet indikántartalma bélbeli rendellenes bomlásra (rothadásra, dyspepsiára) utal.

Bevezető

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
Tömény salétromsavoldat
(Gmelin-reagens)

Mi kell hozzá?
Kloroform, 1%-os nátrium-hipoklorit-oldat, tömény sósavoldat

Értékelés

FEHÉRVÉRSEJTEK

Bevezető Egészséges állatok vizeletében fehérvérsejtek csak kis számban fordulhatnak elő. Sok fehérvérsejt megjelenése (pyuria) többnyire kóros állapotra utal. A legbiztosabb elemzési eljárás a mikroszkópos vizsgálat a friss vizelet üledékében, de ez kellő gyakorlatot igényel.

A fehérvérsejtek kimutatásának lehetőségei:

- kémcsőpróbával (Donné-próba),
- tesztcsíkokkal,
- mikroszkópos üledékvizsgálattal (☞ 230. o.).

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
10–20%-os nátrium-hidroxid-oldat

A fehérvérsejtek kimutatása Donné-próbával

A kémcsőbe töltött 3–4 ml vizelethez néhány csepp 10–20%-os NaOH-oldatot adunk, majd a keveréket *egy* határozott mozdulattal megrázzuk (olyan mozdulattal, ahogyan a lázmérőben a higanyt rázzuk le), hogy abba légbuborékok jussanak. A buborékok felszínre emelkedésének sebességét figyeljük. Pyuria esetén a lág hatására széteső fehérvérsejtek növelik a folyadék viszkozitását, lassítják a buborékok felemelkedését.

Hibaforrás. Az ismételt rázogatós a próbát elbíráhatatlanná teszi. Mucinmentesítés nélkül a lóvizelet mindig pozitív eredményt ad.

A fehérvérsejtek kimutatása tesztcsíkokkal

Mi kell hozzá?
Tesztcsíkok

A fehérvérsejtekből kiszabaduló enzimek (észterázok) hatására a kombinált tesztcsíkok leukocytazonája elszíneződik. A tesztcsíkot a vizeletbe mártjuk, és az elszíneződést az összehasonlító színskálával összevetve állapítjuk meg a fehérvérsejt-tartalmat.

Hibaforrások. A zóna elszíneződésének bírálatát minden olyan anyag zavarja, ami megváltoztatja a vizelet színét. Csökkenti a reakció kialakulását, ha a vizeletet bórsavval, formalinnal tartósítottuk. Katéterezés, cystocentesis során néhány fehérvérsejt a mintába kerülhet, ami a tesztcsíkon nem ad reakciót, de a mikroszkópos analízisnél gondolni kell rá. A tesztcsíkok macskavizelet vizsgálatára nem alkalmas.

Értékelés

- ☉ **Élettani** körülmények között az állati vizelet csak elenyésző mennyiségű fehérvérsejtet tartalmaz.
- ☉ A vizeletben fehérvérsejtek megjelenése általában *kóros* állapotra utal. A fehérvérsejtek bármely állatfajban legtöbbször húgyúti fertőzés (pyelitis, prostatitis, cystitis stb.) vagy trauma, daganat, urolithiasis következtében jelenhetnek meg.

ÁTTEKINTÉS: A VIZELET-TESTCSÍKOK EREDMÉNYEINEK ÉRTELMEZÉSE

A humán vizelet vizsgálatára alkalmas tesztsíkokkal kapcsolatos, állatokon nyerhető eredmények értékeléshez a 6.5. táblázat nyújt áttekintő tájékoztatást.

Vizsgált paraméter (a tesztsíkszónák sorrendjében)	A leggyakoribb diagnosztikai következtetések	A téves eredmények leggyakoribb okai
pH	Acidosis, alkalosis, húgyúti fertőzés	Állott vizelet, mosogatószer-maradványok
Fehérje	Vese- és húgyúti betegségek, láz, hemolízis (Hb-uria miatt)	Koncentrált vizelet (sok kristály), álfehérje-vizelés, lúgos pH, katéterezés
Glükóz	Diabetesek, encephalopathia, kortikoidtúlsúly	Glükóztartalmú infúzió, stressz (macska), xilazinhatás
Keton	Diabetes mellitus, éhezés, ketosis	
Bilirubin	Hepatopathia, obturációs icterus	Téves negatív: állott vizelet (kutya)
Urobilinogén	Hepatopathia, hemolízis (csökkent), obturációs icterus (fokozott)	Téves negatív: állott vizelet; téves pozitív: gyógyszerhatás
Vér, hemoglobin, miogloblin	Vérzés a húgyutakban, hemolízis, izomkárosodás	Téves negatív: C-vitamin, egyéb redukálóanyagok jelenléte; téves pozitív: pyuria (legtöbbször haematuria is van)
Nitrit	Bakteriális húgyúti infekció	Téves negatív: hús monodiéta
Sűrűség	Oliguria, polyuria, endokrin zavar	Téves reakciók miatt állatokban nem javasolt a tesztsík használata

6.5. táblázat.
A vizelet-tesztsíkok eredményeinek értelmezése

TOXIKOLÓGIAI GYORSVIZSGÁLATOK

Lehetőség van arra, hogy bizonyos mérgezések gyanúja esetén a vizeletből kimutassuk a feltételezett mérgező anyagot ún. gyorsvizsgálattal. Ezek a módszerek nem helyettesítik a szakszerű toxikológiai vizsgálatokat, de alapot adhatnak a további vizsgálatokhoz.

Paraquat- (Gramoxon-) mérgezés kimutatása

Sajnálatos, hogy bár a Gramoxont kivonták a forgalomból, alkalmanként mégis találkozunk paraquatmérgezett állatokkal. A kémcsőbe töltött 4–5 ml vizelethez (2 ml szérumhoz) 1 ml 2%-os NaOH-oldatot és késhegynyi ná-

Bevezető

A vizsgálatok menete

Mi kell hozzá?
2%-os nátrium-hidroxid-oldat, késhegynyi nátrium-ditionit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)

rium-ditionitot adunk, és összerázzuk. A kék elszíneződés paraquat jelenlétére utal. Kizárólag a pozitív próba diagnosztikai jelentőségű, ami csak a mérgezést követő néhány óráig észlelhető! Ritkán alkalmazott kémiai próba, amelyet a vizeleten kívül szérummal is el lehet végezni.

Diazepam kimutatása

Mi kell hozzá?
1%-os higany-nitrát-oldat, tesztcsik

Kémcsőben 1–2 ml vizelethez néhány csepp 1%-os higany-nitrát-oldatot adunk. Narancssárga csapadék keletkezése diazepam jelenlétére utalhat. A diazepam túladagolása (leggyakrabban a tetanus tüneti kezelésekor) mérgezést okozhat.

Barbiturátok kimutatása

Mi kell hozzá?
1%-os higany-nitrát-oldat, tesztcsik

A diazepamnál leírt higany-nitrátos próba során a barbiturátok szürkésfeke csapadékot adnak. A kimutatáshoz a humánorvosi vizsgálatokra készült tesztcsikok is használhatók.

Egyéb gyorsvizsgálatok

Az utóbbi években az orvosi laboratóriumi diagnosztikában a barbiturátok és a diazepam kimutatásán kívül egyre több, droggént ismert hatóanyag vizeletből való gyors kimutatására gyártanak tesztcsikokat (drogteszteket). Ezek állatorvosi felhasználhatóságáról még nincs elengedő hazai információnk. Fel kell azonban készülnünk arra, hogy a közeljövőben (véletlen vagy szándékos mérgezések miatt) kedvtelésből, esetleg sportcélból tartott állatok vizeletében is szükség lehet drogok kimutatására. A gyorstesztek csak tájékoztató vizsgálatra alkalmasak, pontos meghatározáshoz toxikológiai szaklaboratóriumhoz kell fordulni.

A vizelet mikroszkópos és bakteriológiai vizsgálata

A vizeletüledék mikroszkópos vizsgálata gyakorlati körülmények között is könnyen kivitelezhető, de a minta értékelése nagy gyakorlatot igényel. Alkalmazásával számos vese- és húgyúti betegség vagy anyagforgalmi zavar kórhatózásához nyerhetünk adatokat. A bakteriológiai vizsgálatot gyakran éppen a mikroszkópos vizsgálatra előkészített üledékből végezzük, a kivitelezése elsősorban szaklaboratóriumi feladat.

A vizsgálatokról
általában

SZERVES ÉS SZERVETLEN ÜLEDÉK

A mikroszkópos üledékvizsgálat során a kristályokat, hengereket (cilindereket), sejteket, baktériumokat, gombákat, parazitákat elemezzük. Sok esetben már a vizelet centrifugálását követő makroszkópos vizsgálat során is fontos következtetéseket vonhatunk le, amit célszerű megtenni, mielőtt a mikroszkópos preparátumot elkészítenénk.

Bevezető

A kristályok, ill. a belőlük kialakuló húgykövek azonosítására sokféle kémiai módszer ismeretes; ezekből kémiai reakciókkal különböző oldhatóságú termékek képződnek. A húgykőanalízisre egységes reagenskészletek is vannak a kereskedelmi forgalomban. A tapasztalatok szerint nincs érdemi összefüggés a kialakult húgykövek és a vizeletüledékben talált kristályok között.

Az üledék makroszkópos vizsgálata

A vizsgálatok
menete

A 2–5 ml vizeletet lassú fordulatszámú (1500 1/min) 4–5 percig csúcsos centrifugacsőben centrifugáljuk. Célszerű üveg- vagy átlátszó műanyag csövet használni, de kis asztali centrifugában Eppendorf-csövet is használhatunk. A vizsgálat során figyeljük, hogy a centrifugálás hatására mennyi és milyen üledék képződik, feltisztul-e a felülúszó az eredeti vizelethez képest, megváltozik-e a színe.

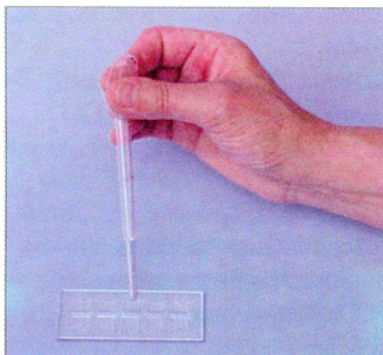
Haematuria esetén az üledék jelentős lehet, ami vörös vagy vörösesbarna, miközben a felülúszó a vizelet eredeti színét mutatja (haemoglobinuriában vörhenyes marad). Nagy mennyiségű epefesték az üledéket borostyánsárgára színezheti.

Az üledék mikroszkópos vizsgálata

Mi kell hozzá?
Mikroszkóp

A centrifugált vizelet felülúszóját határozott mozdulattal leöntjük az üledékről (olyan mozdulattal tesszük, mintha az egész vizeletet ki akarnánk önteni). A cső falán mindig marad annyi vizelet, ami az üledékre visszafolyva elég lesz ahhoz, hogy abban az üledéket szuszpendálni tudjuk.

Az üledéket frissen, leggyakrabban festés nélkül elemezzük. Közepes cseppnyi vizeletsuszpenziót tárgylemezre viszünk, amit fedőlemezzel borítunk (a fedőlemez ne „ússzon” a túl nagy cseppen, és ne is legyen légbuborék a fedőlemez alatt, jelezve, hogy túl kevés szuszpenziót cseppenttünk ki a tárgylemezre).



6.6. ábra.
Becseppentés a Fast
Read vizeletüledék-
vizsgáló kamrába

Nagyon megkönnyíti a vizeletüledék vizsgálatát az erre a célra kifejlesztett műanyag üledék-leolvasó kamrák elterjedése. A kiképzésük olyan, hogy nem kell hozzájuk külön fedőlemezt használni, mert az egybe van öntve a tárgylemezrel úgy, mintha egy zsebet képzelnénk el egy kabáton. Egy ilyen leolvasókamrán 10 „zseb” van, így több vizsgálandó vizeletminta esetén is csak egy kamrát használunk fel (6.6. ábra).

A mikroszkópos vizsgálatot kis nagyítással (100–250×-es), leengedett kondenzorral kezdjük a cilinderek felkeresésére, majd 400×-os nagyítással folytatjuk az elemzést. Immerziós lencse használatára (900–1000×-es nagyításra) csak kivételes esetben van szükség. Az eredményt 10 áttekintett látómező átlaga alapján adjuk meg. Az eredmények értelmezése során figyelembe kell venni a vizeletgyűjtés módját, a vizelet mennyiségét, sűrűségét, pH-értékét és nem utolsósorban a mintavétel óta eltelt időt.

Értékelés

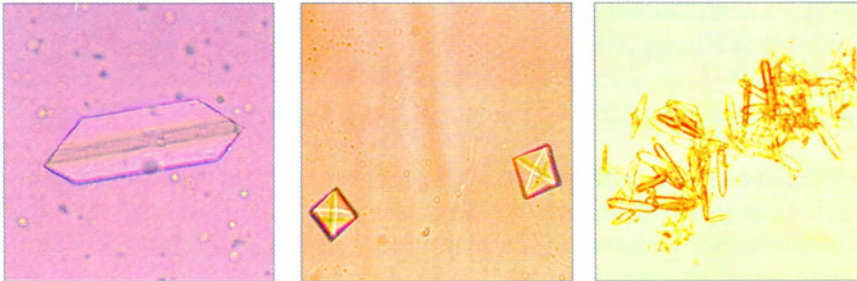
☺ **Élettani** körülmények között az üledék mennyisége általában nagyon kevés, és azt főleg szerves alkotók teszik ki. Lóban a mucin általában leülepedik, megnövelve az üledék mennyiségét.

Egyes fajok vizeletében gyakran lehet megfigyelni olyan *szervetlen kristályokat*, amelyek más fajok vizeletében nem vagy csak ritkán fordulnak elő. Ez a takarmányozási viszonyokkal, a vizelet pH-jával, esetleg a vizsgált fajta sajátos anyagcseréjével áll összefüggésben. Lovakban a kalcium-karbonát mindennapos, répafejet fogyasztó szarvasmarhában az oxalátkristályok megjelenése törvényszerű, dalmata kutyában kisszámú urátkristály észlelése gyakori és jelentőség nélküli.

Egészséges állat vizeletében *szerves kristályok* nem, *sejtes üledékalkotók* csak kis mennyiségben fordulnak elő, *vesehengerek* megjelenésére egyáltalán nem kell számítani.

- ⊗ Az élettanihoz képest nagyobb mennyiségű vagy eltérő összetételű üledék kóros folyamatok következménye. Leggyakrabban a vese gyulladása, elfajulása, az alsó húgyutak károsodása áll a háttérben, de a szerves üledék mennyiségének kóros növekedését metabolikus zavarok is előidézhetik.

Szervetlen kristályok. Kimutatásuk diagnosztikai jelentősége általában elmarad a szerves üledékéhez képest, azonban alkalmanként kórjelző értékűek lehetnek. A leggyakoribb szervetlen kristályformákat a 6.7. ábrán mutatjuk be.



- a) koporsó alakú tripelfoszfát oldatnézetben (néhány vörösvérsejttel);
 b) levélboríték alakú kalcium-oxalát-dihidrát,
 c) hosszúknás kalcium-oxalát-monohidrát kristálytömeg

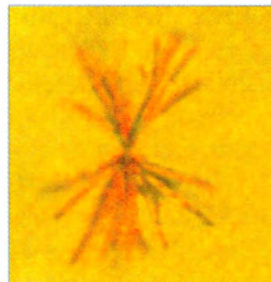
6.7. ábra.
Gyakori szervetlen kristályos üledékek

Foszfát- és karbonátkristályok főleg alkalikus vizeletben találhatók.

Húgysav- és urátkristályok inkább savas vizeletben képződnek, dalmata kutyában csak tömeges mennyiségük tekinthető kórosnak. Más fajokban súlyos májelégtelenségben, portosizisztémás sönt következményeként észlelhetők.

A gyakori *struvit* (más néven tripelfoszfát, $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) felülnézetben háztető, oldatnézetben koporsófedél alakú. A *kalcium-oxaláthoz* hasonlóan főleg bázikus, kisebb gyakorisággal savas vizeletben is megjelenhet. A kalcium-oxalát általában *dihidrát* formájában mutatkozik; a kristály oktaéder alakú, felülnézetben négyzet alakú levélborítékra emlékeztet. Etilénglikol-mérgezésben tömegesen jelenik meg az oxalát *monohidrát* formája; ennek alakja egészen más, hosszú, két végén kihegyezett ceruzára emlékeztet.

Szerves kristályok. Az aminosavak közül a *tirozin* és a *leucin* képez kristályokat a vizeletben. Az előbbi sárga színű, a cirokseprű egy szálának elágazó végére emlékeztető alakú (6.8. ábra). A leucinkristály ovális, esetenként koncentrikus felépítésű, sárgás színű. Mindkettő megjelenésére súlyos májkárosodás esetén számíthatunk.

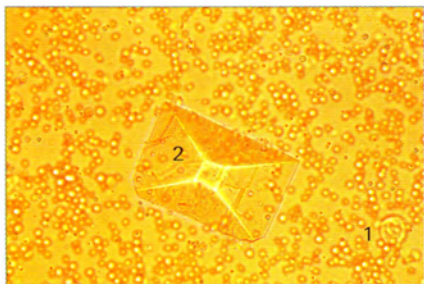


6.8. ábra.
Szerves vizeletüledék: tirozinkristály

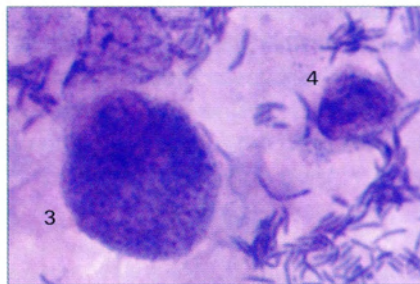
Sejtes üledékek. A sejtes elemek főleg a veséből, a húgyutakból, részben a genitális apparátusból származnak. A leggyakoribb sejtes (szerves) üledékeket a 6.9. ábra mutatja.

6.9. ábra.

Sejtes (szerves) vizeletüledékek
1 epithelsejt,
2 növekvő tripelfoszfátkristály,
3 urothelsejt,
4 tubulus epithelsejt



a) vörösvérsejtek tömegében



b) festett készítményben, baktériumok tömegében

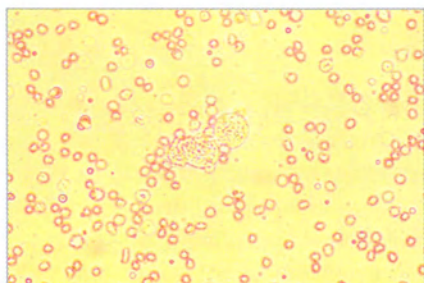
Epithelsejtek. A *felületes* hámsejtek nagy, esetenként vakuolizált („habos”) citoplazmájú, jól látható maggal bíró sejtek, melyeket gyakran festett készítményben vizsgálunk. Általában változatos alakúak. A húgyhólyagból, a húgycsőből vagy a hüvelyből erednek. A kisebb, körte alakú, sötétebb *átmeneti sejtek* a húgyvezetőkől, a húgyhólyagból vagy a húgycsőből származnak, míg a legkisebb méretű, sokszor fehérvérsejtekre emlékeztető hámsejtek főleg a tubulusok faláról válnak le. Mirigyhámsejtek (pl. prostata eredetű epithelsejtek) ugyancsak előfordulnak az üledékben. Viszonylag gyakori az epithelialis eredetű alsó húgyúti daganatok, carcinomák, polipok esetén a belőlük származó sejtes üledék. Az epithelsejtek gyakran hengerekké állnak össze, és magukba zárhatnak más elemeket is, pl. kristályokat.

Vörösvérsejtek. A haematuria során észlelhető erythrocyták feleakkorák, mint a fehérvérsejtek, mag nélküli szerkezetük általában jól felismerhető. Olajcseppekkel, élesztőgombákkal összetéveszthetők. Kis számban megjelenhetnek katéterrel vagy cystocentesissel nyert vizeletben.

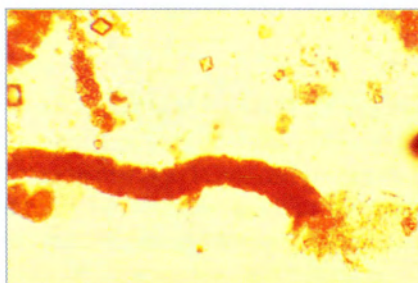
Fehérvérsejtek. Bár jelenlétük tesztcsíkokkal, Donné-próbával is vizsgálható, mikroszkópos elemzésük adja a legpontosabb eredményt. Vizsgálatuk a natív készítményeken kívül a vérkenettel azonos eljárással készült, festett preparátumban is szokásos. Erre a célra metilénkék- vagy a Wright-festés a legalkalmasabb, a szükséges oldatok készen megvásárolhatók. Ismeretesek szupravitalis festési eljárások is, amikor az üledékhez festékoldatot cseppentünk, és ezt ugyanúgy vizsgáljuk, mint a natív vizeletüledéket. A fehérvérsejtek kerekdedek, magjuk legtöbbször felismerhető, plazmájuk granulált.

Parazitapeték. Kutyában, macskában, rókában a húgyhólyagban élősködő *Capillaria plica*, kutyában a *Dioctophyma renale* petéi fordulhatnak elő. Más peték a bélsárral való kontamináció bizonyítékai (☞ KLINIKAI PARAZITOLÓGIA, 363. o.).

Spermiumok. Hím állatokban (főleg kutyában) jelentőség nélküli mel- léklelet, nagyobb számú spermium enyhe proteinuriát (ún. álfehérje-vize- lést) okozhat a fehérjevizsgálatok során.



a) epithelsejthenger vörösvérsejtek tömegében;



b) két szemcsés (amorf) henger és kalcium-oxalát-dihidrát-kristályok

6.10. ábra.
Vesehengerek
(-cilinderek)

Vesehengerek (vesecilinderek). A vesehengerek a distalis tubulusban és a Henle-kacsban képződnek, és onnan sodródhatnak tovább. Jelenlétük (cylindruria) általában veseműködési zavar átmeneti vagy tartós következménye (6.10. ábra). Mennyiségük a vizelet sűrűségétől függően változik. Híg vizeletben néhány hengernek is nagyobb jelentősége van, mint koncentrált vizeletben nagy mennyiségű cylinder előfordulásának.

Hialinhengerek. Fehérjéből, mukoproteinekből álló, homogén, áttetsző, általában lekerekedett végű képletek. Főleg savas pH mellett észlelhetők, ezért egészséges növényevők vizeletében szinte sohasem láthatók. Enyhe fokú vesekárosodás jeleként mutatkoznak, bár néhány hialinhenger megjelenése nem feltétlenül kóros.

Viaszhengerek. Ritkán látható, a hialinhengerre emlékeztető képletek, de a végük általában élesen levágottnak látszik. Magukba zárhatnak sejtsejteket. Krónikus vesebetegységek (pl. macskában veseamyloidosis) esetén észlelhetők.

Szemcsés hengerek. Epithelsejtekből, vérsejtekből és/ vagy kristályokból álló, nem homogén képletek. A sejtek előrehaladt degenerációja miatt azok felismerése gyakran lehetetlen. A *hámsejthengerek* nephritis- vagy tubuluskárosodás jelzői, gyakran proteinuriával együtt észlelhetők. A ritka *vörösvérsejthengerek* szemcséi sárgás/vörhenyes színűek, vesevérzés (pl. trauma miatt) jelenhetnek meg. A *fehérvérsejthengerek* megjelenése infektív, gyakran pyelonephritis következménye. A henger szerves alapanyagába ágyazott fehérvérsejtek degenerációjának mértéke egy látóterben található hengerek esetében is különböző mértékű lehet.

Egyéb üledékalkotók. Sokszor melléktermékek, így vattaszálak, olajcseppek (a katétert sikamlóssá tevő szerektől) kerülhetnek a vizeletüledékbe, ami a gyakorlatlan vizsgálónak diagnosztikai nehézséget okozhat. Élesztőgombák az állott, lezáratlanul tárolt vizeletbe könnyen bejuthatnak és ott elsza-

porodhatnak, ezért a leletben nincs jelentőségük. Vörösvérsejtre emlékeztető, vékony falú, gyakran párosával található képletek.

A szakszerűtlen vizeletvétel (elsősorban az állattartó/állattulajdonos által gyűjtött spontán vizeletben) növényi spórák, bélsárból származó baktériumok megjelenését is okozhatja.

BAKTERIOLÓGIAI VIZSGÁLAT

A húgyúti fertőzések bakteriális eredetének igazolására a klinikus gyakran igényel szaklaboratóriumoktól bakteriológiai vizsgálatot, de maga ritkán végez ilyet. Legfontosabb teendője a vizsgálattal kapcsolatban a szakszerű, steril vizeletvételre szorítkozik, ami csak cystocentesissal biztosítható (☞ 202. o). A vizsgálat elvégzése, értékelése a szaklaboratórium feladata, ezért itt nem ismertetjük.

Baktériumok jelenlétét egyébként a klinikus a vizeletüledékben egyszerű mikroszkópos vizsgálattal maga is igazolhatja (l. a 6.9. ábrát), azonban ennek diagnosztikai jelentősége csekély. A többféle, humánvizelet vizsgálatára gyártott gyorsbakteriológiai tesztekkel (*dip slide*, azaz lemezbemerítéses eljárással) kevés tapasztalatunk van.

A veseműködés vizsgálata

Már az előbbieken ismertetett vizeletvizsgálatok elvégzése során is sok információt szerezhetünk a veseműködés megítéléséhez. Ezekon kívül a vér- vizsgálatok – mindenekelőtt a vérplazma/-szérum kémiai analízise – révén nyerhetünk további adatokat.

Célszerű a vizeletvizsgálatokat és a veseműködésre irányuló vérvizsgálato- kat *egyidejűleg* elvégezni, bár a gyakorlatban az a szokásos, hogy az egy- szerű vizeletvizsgálatot helyben elvégzi a klinikus, majd a vesekárosodás feltételezett diagnózisa alapján végzi el vagy igényli a további vérvizsgálato- kat, vesefunkciós próbákat és az egyéb kiegészítő vizsgálatokat (ultrahang, röntgen stb.).

A vizsgálatokról általában

VIZELETKONCENTRÁLÁSI PRÓBA

Amennyiben egy polyuriás, polydipsiás (PU/PD) tüneteket mutató állapotban a vizelet sűrűsége ismételt vizsgálatok során is $1,012 \text{ g/cm}^3$ körüli, és az ál- lat nem azotaemiás és/vagy dehidrált, kisállatokban tanácsos elvégezni a *vizeletkoncentrálási* próbát. Ennek során az ADH (vazopresszin) hormon képződését és a tubulusokra kifejtett vízvisszaszívó hatását ellenőrizzük.

A próba fontos vesefunkciós vizsgálat, elsősorban kutyában. Élettani körülmények között a folyadékmegvonás hatására a vizelet sűrűsége növekszik. A próba eredménye nemcsak a veseműködés megítélését segíti, hanem az ADH hormonháztartásról is tájékoztat (➔ KLINIKAI ENDOKRINOLÓGIA, 241. o.).

A sűrűségmérésen alapuló eljárásnál pontosabb – bár nagyobb felkészülte- séget, ozmóméter meglétét – igénylő *módosított szomjazzatási próba* leírását ➔ 268. o.

Bevezető

- 12 órás éheztetést követő előzetes tömegmérés a dehidráció mértéké- nek későbbi megállapításához, vizeletvétel, sűrűségmérés.
- Folyadékmegvonás, száraz eleség nyújtása.
- 6–10 órával a próba kezdete után a húgyhólyag kiürítése (ezt a vizeletet kiöntjük, nem vizsgáljuk, mert lehet benne korábbi időpontból szár- mazó vizelet).
- További 1–3 óra múlva újabb vizeletgyűjtés, sűrűségmérés. Amennyi- ben ezalatt a sűrűség legkevesebb $1,030 \text{ g/cm}^3$ -re nő, a vese koncentrá- lóképesége megfelelő, a próbát abbahagyjuk. Ekkor arra következtet- hetünk, hogy a PU/PD más eredetű, pl. pszichogén.

A vizsgálat menete

Mi kell hozzá?
Mérleg, urinométer
vagy refraktométer

- Amennyiben a sűrűség nem éri el az $1,030 \text{ g/cm}^3$ -es értéket, a 24. óráig folytatjuk a vízmegvonást. Ekkor újabb vizeletet gyűjtünk, és sűrűséget mérünk. Az $1,030 \text{ g/cm}^3$ sűrűség elérése még ebben az esetben is megfelelő vesekonzentrációs képességet jelent.¹

- Értékelés**
- ☉ *Élettani* körülmények között 12 órával a próba megkezdése után a vizelet sűrűsége legalább $1,030 \text{ g/cm}^3$ -re nő.
 - ☉ A sűrűségnövekedéssel nem járó, „pozitív” koncentrációs próba értékelése:
 - ADH-hiány (neurogen, más néven valódi diabetes insipidus). Az egész vizsgálat ismételhető ADH-adás mellett (Adiuretin orrcsepp, vazopresszinszinjekció). Ha az ADH-adásra helyreáll a vizelet sűrűsége, akkor ADH-hiányról lehet szó (☛ KLINIKAI ENDOKRINOLÓGIA, 269. o.);
 - vesebetegség vagy/és ADH-receptor-funkciózavar (renalis, más néven nephrogen diabetes insipidus. Ilyen esetben a vazopresszinadás hatástalan).

A VÉRPLAZMA KARBAMID-ÉS KREATININTARTALMA

Bevezető A vérplazma ún. maradéknitrogén- (MN vagy RN = rest-N), azaz nem fehérje természetű nitrogéntartalmának vizsgálata a veseműködés szempontjából jól ismert. Az idetartozó anyagok közül rutinszerűen a karbamid és a kreatinin mérése szokásos.

A maradéknitrogén mintegy kétharmadát kitevő, a glomeruluson szabadon filtrálódó, a tubulusokban mintegy 30%-ban visszaszívódó *karbamid* a májban ammóniából képződik, annak detoxikálása során. A vizeletképződés/-elvezetés fokozódása mintegy „kimossa” a karbamidot a tubulusokból, ezáltal csökkenti a tubularis reszorpció mértékét. Ellenkező esetben a visszaszívódás fokozódik. Élettani szerepe gyakorlatilag nincs, bár kérdésükben a nyállal és a vérrel a bendőbe visszajutó karbamid újrahasznosítható nitrogénforrásként szerepel.

Mivel a veseműködés romlása számtalan ok miatt előidézheti a karbamidszint emelkedését, továbbá, mert a karbamid meghatározása egyszerű és olcsó, a vérkarbamid meghatározását a mai napig az egyik leggyakrabban igényelt vesefunkciós tesztnek tartjuk. A vérplazma karbamidszintjét a veseműködésen kívül a fehérjebevitel és a májműködés is jelentősen befolyásolja.

A *kreatinin* az izomsejtekben a kreatinból folyamatosan közel azonos mennyiségben képződik, a szervezetből csak a vesén keresztül távozik,

¹ Vannak kutatók, akik azt javasolják, hogy ha 24 óra múlva is $1,025 \text{ g/cm}^3$ alatt marad a sűrűség, akkor bizonyos feltételek mellett a próba további 6–10 óráig folytatható. Ennek feltétele, hogy az állat ne legyen dehidrált (tömegvesztesége ne legyen több 5%-nál), és a plazma karbamid- és kreatininértéke ne emelkedjen a kóros tartományba.

glomerularis filtrációját tubularis folyamatok nem követik. A fehérjebevitel és a májműködés a kreatinin vérplazmabeli koncentrációjára nincs hatással.

A vérplazma karbamid- és kreatinintartalmának meghatározását ➔ KLINIKAI KÉMIAI VIZSGÁLATOK, 124. o. (karbamid) és 126. o. (kreatinin).

A vizsgálat menete

Értékelés

⊙ *Élettani* körülmények között a plazma karbamidkoncentrációja 3–9 mmol/l, macskafélékben 3–12 mmol/l.

⊕ A karbamid és a kreatinin plazmabeli koncentrációjának *növekedése* praerenalis, renalis és postrenalis okokra vezethető vissza. Bár nem mindegyik tényező van kapcsolatban a veseműködéssel, az elkülönítő körjelzés szempontjából együttes tárgyalásuk indokolt.

Praerenalis tényezők (elsősorban a karbamidra, kisebb mértékben a kreatininre hatnak).

Fokozott májbeli ureaszintézis. Az ammóniaterhelés növekedésének életani kompenzációját jelenti a máj adaptációjának köszönhetően. A májban képződött sok karbamidot az egészséges vese sem képes kiválasztani (szuperfunkciós uraemia, a veseműködés szempontjából nem kóros). Kérődzőkben tapasztaljuk leggyakrabban, emiatt ezekben a fajokban a vérkarbamidszintet rendkívül óvatosan kezeljük a veseműködés megítélésére, annál is inkább, mert a vesebetegségek kérődzőkben viszonylag ritkák. Húsevőkben is észlelhető a nitrogénterhelés (fokozott fehérjebevitel) karbamidnövelő hatása, ugyanakkor minden étvágytalansággal járó állapot (pl. veseelégtelenséggel, uraemiával járó betegség is) csökkenti a vérkarbamid mennyiségét. Vérzés a bélcsatornába és egyéb fehérjekatabolizmussal járó állapotok (pl. láz) is növelő tényezőként hatnak.

Hypoadrenocorticismus (Addison-féle betegség). Ritka kórkép kutyában, nem az uraemia áll a laboratóriumi változások hátterében.

A vese romló vérellátása (sokk, balszívfél-elégtelenség). Ebben az esetben a karbamid és a kreatinin filtrációja kismértékben csökken (retenciós uraemia, helyesebben azotaemia, mivel nemcsak a karbamid, hanem minden maradéknitrogén-anyag visszatartása kissé fokozott). A vese ebben az esetben is morfológiailag ép, funkciója azonban súlyosan károsodott (praerenalis veseelégtelenség). A filtrátumba került kismolekulájú karbamid egy része ekkor is visszaszívódik a tubulusokból, miközben a kreatinin változatlanul továbbhalad. A karbamidnak ez a reabszorpciós jelensége szerepet játszik abban, hogy plazmabeli koncentrációja jobban és hamarabb emelkedjen, mint a kreatininé.

Fokozott izommunka. Elsősorban a kreatinin mennyiségét növelheti.

Renalis tényezők. A *glomerularis* filtrációt csökkentő állapotok (pl. glomerulonephritis, amyloidosis, vesekéreg-hypoplasia). Az ép nephronok számának csökkenése (idült veseelégtelenség, vesefibrosis). Mindkét állapot retenciós uraemiát okoz.

A *tubularis* funkciókat károsító betegségek (pl. tubulonephrosis, Fanconi-szindróma). Utóbbi ritka, súlyos tubularis funkciózavarral járó, veleszületett rendellenesség. Reabszorpciós uraemiát okoznak.

Postrenalis tényezők. Megfelelő veseperfúzió és morfológiailag ép vese-szövet esetén az alsó húgyutakban a vizelet elvezetésének zavarát okozzák. Háttérben urolithiasis, a húgyutak összenyomatása (pl. ovariectomia, hysterectomia következtében bekövetkező uréterlekötés), az elvezető húgyutak (elsősorban a húgyhólyag) repedése állhat. Húgykővességkor a tubulusokban és a Bowman-tokban növekvő nyomás retenciós uraemiára vezet, húgyhólyagrepedéskor a hashártyáról fokozódó reabszorpció vezet uraemiára (azotaemiára).

A karbamid plazmában mért koncentrációja a különböző eredetű tényezők miatt nem egyforma mértékben nő, és ez a tény – főleg ismételt vizsgálatokra támaszkodva – segíthet a helyes diagnózis kialakításában. A plazma élettani karbamidkoncentrációja praerenalis okok miatt legtöbbször csak enyhén, 15–30 mmol/l értékig emelkedik. Legkisebb növekedés a praerenalis okok közül a túlprodukciós (szuperfunkciós) uraemiában mérhető, miközben a kreatininszint akár élettani is maradhat. Valamivel magasabbak a karbamidértékek, ha veseperfúziós zavar van. Ebben az esetben a kreatininkoncentráció is nő. A renalis és a postrenalis tényezők súlyos fokú azotaemiát (akár 80–100 mmol/l karbamid és több száz $\mu\text{mol/l}$ kreatinin) okoznak (6.6. táblázat).

6.6. táblázat.
A különböző tényezők hatása a plazma karbamid- és kreatinin-koncentrációjára

Oktani tényező	Karbamid, mmol/l	Kreatinin, $\mu\text{mol/l}$
Fehérje- (nitrogén-) bevitel növekedése (praerenalis, szuperfunkciós uraemia)	< 20	élettani (általában < 110)
Veseperfúziós zavar (praerenalis uraemia)	< 30	110–200
Renalis-postrenalis uraemia	> 30	> 200

A karbamidmérés *hátránya* a kreatininméréssel szemben, hogy az extra-renalis tényezők (elsősorban a nitrogénfelvétel) jelentősen befolyásolják. *Előnyének* tartjuk viszont, hogy információtartalma szélesebb körű és a meghatározása egyszerűbb (tesztcsíkok is kaphatók).

A vesefunkció vizsgálatával kapcsolatban az örökzöld „Karbamidot vagy kreatininint mérjek?” kérdésre a helyes válasz: *mindkét* paramétert egyidejűleg mérjük.

A vérplazma/-szérum karbamid-, ill. kreatinintartalma csökkenésének a vesefunkció szempontjából nincs jelentősége, más szempontból való értékelését ➔ KLINIKAI KÉMIAI VIZSGÁLATOK, 124. o. (karbamid) és 126. o. (kreatinin).

Az endogén kreatinin-clearance-vizsgálatokat az állatorvosi gyakorlatban ritkán vesszük igénybe a veseműködés vizsgálatára, ezzel kapcsolatban élettani szakkönyvekben található részletes leírást. A módszer klinikai alkalmazása háttérbe szorult, mivel a hozzá tartozó mintavétel nehezen kivitelezhető (12–24 órán át gyűjtött vizeletre vagy állandó húgyhólyag-katéter behelyezésére van szükség).

A PLAZMABELI KARBAMID/KREATININ ARÁNY

Bevezető

A karbamid- és kreatinineredmények alapján kisállatokban többen a plazmabeli karbamid [mmol/l]/kreatinin [μ mol/l] arány számítását javasolják mint diagnosztikailag fontos mutatószámot. A hányados diagnosztikai használhatóságának az az alapja, hogy a glomeruluson keresztül mindkét anyag szabadon filtrálódik, azonban a tubulusban csak a kis molekulatömegű karbamid reabszorpciójára van lehetőség, a filtrálódott kreatinin biztosan kiürül a vizelettel. A karbamid visszaszívódását a diuresis mértéke jelentősen befolyásolja: polyuriás betegben a reabszorpció kismértékű, oliguriás/anuriás betegben pedig jelentős.

Értékelés

- ☺ *Élettani* körülmények között a plazmabeli karbamid/kreatinin arány 0,03–0,08 közötti.
- ☹ *Praerenalis azotaemiában*, amikor a filtráció mértéke romlik, az élettani értéknél nagyobb arányszámot kapunk. A csökkenő filtráció ugyan mindkét paraméter emelkedésére vezet, azonban a tubularis reabszorpció a csökkenő diuresissel kapcsolatban csak a karbamid plazmaszintjét növeli. Hasonló a helyzet *postrenalis azotaemiában*. Ugyanakkor *polyuriával járó renalis azotaemiában* a mutató értéke hasonló, vagy inkább kisebb, mint az egészséges állatokban, mert hiába romlik a filtráció, az ezzel kapcsolatos karbamidnövekedést kompenzálhatja a fokozott diuresis. Oliguriával/anuriával járó renalis azotaemia esetén az arányszám nem változik jellemző módon.

Mindezek alapján a karbamid/kreatinin hányadost elsősorban *tájékozódó jellegű* mutatónak ítélnéljük. Más vélemények szerint a karbamid/ kreatinin mutató számítása nem kellő érzékenységgű, és alkalmazását nem javasolják az uraemiátípusok elkülönítésére.

ENZIMURIÁK MINT DIAGNOSZTIKAI PRÓBÁK

Bevezető

A renalis eredetű veseműködés-zavar hátterének *lokalizációjára* (a glomerularis vagy tubularis eredet megállapítására) gyakran van szükség. Az élettanból ismert funkcionális próbák a laboratóriumi rutindiagnosztikában nem használatosak, helyettük egyes kutatók a vesében kiválasztott bizonyos enzi-

mek vizeletből végzett meghatározását javasolják követendő diagnosztikai eljárásként a tubuluskárosodás kimutatására kutyában.

A vizsgálatok elve, hogy a plazmában található enzimek (nagy molekula-tömegű fehérjék lévén) egészséges állatokban nem filtrálódnak. Közülük azonban néhány, így a klinikai kémiából ismert *alkalikus foszfatáz* (ALP) és *γ-glutamil-transzferáz* (GGT) a *proximalis* tubulushámsejtekben nagy mennyiségben található, azokon keresztül a vizeletbe ürül. Nephrosiskor ezért a vizeletben mindkét enzim aktivitása emelkedik. Mivel az enzimaktivitás a térfogatviszonyoktól és a diuresis mértékétől is függ, ezért általában nem U/l vizelet koncentrációegységben adjuk meg az enzimaktivitást, hanem a vizelet μmol/l kreatinintartalmára vonatkoztatva, amit megfelelő mértékű filtráció esetén viszonylag stabil értéknek tartunk.

Értékelés

- ☉ *Élettani* körülmények között kutyában az elfogadott hányados: a vizelet ALP-aktivitása (U/l)/kreatinintartalma (μmol/l) 0,02.
- ☉ Az élettani értéknél nagyobb hányados *proximalis* tubularis károsodásra utal. A kérdés vizsgálói egyetértenek abban, hogy fokozott enzimuria csak a tubulonephrosis bevezető szakaszában bír diagnosztikai jelentőséggel, és főleg toxikus eredetű károsodásokban (pl. etilén-glikol-mérgezésben) használható mutató.

A *distalis* tubulusepithel károsodása esetén fokozott enzimuriára nem számolhatunk. Ekkor a már említett *koncentrációs próba* (☉ 233. o.) alkalmazható a tubulushám károsodásának kimutatására.

Mivel az összefüggés ép glomerularis filtrációt feltételez, érthető, hogy a mutató használatának jogos ellenérvei is vannak. *Tévesen pozitív* eredményt adhat ugyanis, ha glomeruluskárosodás van, vagyis amikor jelentős mértékű enzimfiltráció megy végbe. *Tévesen negatív* eredményre pedig az vezethet, ha elhúzódó *proximalis* tubularis károsodás miatt az epithelsejtek enzimiraktárai kiürülnek, és még súlyos nephrosis ellenére sem juttatnak több enzimet a vizeletbe.

A HEVENY ÉS AZ IDÜLT VESEELÉGTELENSÉG ELKÜLÖNÍTÉSE

Bevezető

A veseelégtelenség különböző formáiban az előbbieken kívül egyéb különbségek is vannak a klinikai laboratóriumi értékekben. Tekintve, hogy heveny és idült folyamatokban az időtényezőnek nagy szerepe van, egyes változások idült veseelégtelenségben kialakulhatnak, ellenben heveny folyamatokban nem.

Értékelés

A jellegzetes változásokat a heveny és az idült veseelégtelenség során a 6.7. táblázatban foglaltuk össze. Az adatok teljessége végett nem csak laboratóriumi változásokat tüntettünk fel.

Vizsgálható mutató	Heveny veseelégtelenség	Idült veseelégtelenség
Klinikai tünet	Súlyos	Enyhe/közepesen súlyos
Kondíció	Jó	Gyenge
Vese tapintási lelete	Sima, duzzadt, fájdalmas	Kicsi, dudorzos
Oedema	Lehet (ha hyponatraemia van)	Lehet (ha hypoalbuminaemia van)
Osteopathia	Nincs	Lehet
Anaemia	Nincs	Van
Vizivás	Oligodipsia	Polydipsia
Vizeletlelet		
Vizeletmennyiség	Csökken	Nő
Proteinuria	+++	+
Sűrűség	Nő	Csökken
Vérmutatók		
Kalcium	Nem jellemző	Csökken (kivéve ló)
Anorganikus foszfát	Nő/nem jellemző (kivéve ló, szarvasmarha)	Nő (kivéve ló, szarvasmarha)
Kálium	Nő	Nő/nem jellemző
Nátrium	Nem jellemző	Csökken/nem jellemző
Hidrogén-karbonát	Csökken	Csökken
pH	Acidosis	Acidosis
Albumin/összfehérje	Nem jellemző	Csökken
Amilázok	Nem jellemző	Nő/nem jellemző (csak kutya és macska)
Összkoleszterin	Nő (kutya)	Nem jellemző

6.7. táblázat.
A heveny és az idült veseelégtelenség valószínű következményei

További lehetőségeket kínál a veseműködés vizsgálatára a biopsziával nyert minta szövettani vizsgálata, az ultrahangos vizsgálat, valamint a natív és a kontrasztanyagot röntgenvizsgálat.