

DIPLOMAMUNKA

Somlai Júlia Eszter

2020

Állatorvostudományi Egyetem
Belgyógyászati Tanszék és Klinika

A hidráltsági állapot megítélésére alkalmazott különböző módszerek klinikai összehasonlítása kutyákban

Készítette: Somlai Júlia Eszter

Témavezető:

Dr. Manczur Ferenc
egyetemi docens, tanszékvezető
ÁTE Belgyógyászati Tanszék és Klinika

Budapest, 2020



TARTALOMJEGYZÉK

Rövidítések jegyzéke	2
1. BEVEZETÉS	3
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
2.1. Az optimális folyadékterápia jelentősége	5
2.2. A fizikális vizsgálat és a testtömegmérés szerepe a hidráltási állapot felmérésében	5
2.2.1. Fizikális vizsgálat	5
2.2.2. Testtömegmérés	6
2.3. Laboratóriumi paraméterek szerepe a hidráltási állapot felmérésében	7
2.3.1. Hematokrit	7
2.3.2. Hemoglobin	7
2.3.3. Hb/Ht arány.....	8
2.3.4. Összfehérje- (total protein, TP) és albuminkoncentráció (Alb)	8
2.3.5. Karbamid-koncentráció.....	9
2.3.6. Ozmolalitás	10
2.4. Műszeres diagnosztikai módszerek a hidráltási állapot felmérésére.....	11
2.4.1. Bioelektromos impedancia analízis (BIA)	11
2.4.2. Ultrahangvizsgálat	12
2.4.3. Vese rezisztencia index (RI)	17
3. CÉLKITŰZÉSEK	20
4. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	21
4.1. Fizikális vizsgálat, vérvétel és laboratóriumi vizsgálat	21
4.2. A vena cava caudalis és az aorta átmérőinek ultrahangvizsgálata	22
4.3. A rezisztencia index mérése	25
4.4. Statisztikai analízis	26
5. EREDMÉNYEK	27
6. MEGBESZÉLÉS	34
7. ÖSSZEFOGLALÓ.....	37
8. SUMMARY	38
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	39
10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	41

RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

Alb albumin

Ao aorta

BIA bioelektromos impedancia

CVC caudal vena cava, vena cava caudalis

CVP centrális vénás nyomás

GFR glomeruláris filtrációs ráta

Hb hemoglobin

Ht hematokrit

IVC inferior vena cava

KTI kapilláris telődési idő

RI vese rezisztencia index

TP összfehérje

1. BEVEZETÉS

Az intravénás folyadékpótlás az ember- és állatgyógyászatban egyaránt az egyik leggyakrabban igénybe vett terápia és az intenzív kezelés egyik alapköve. Annak érdekében, hogy optimális ellátást biztosítsuk, rendkívül fontos, hogy fel tudjuk mérni a folyadékvesztés mértékét, és az adott beteg igényeihez szabva tudjuk elindítani, majd felülvizsgálni a folyadékterápiát. A nem elégséges vagy éppen a túlzott folyadékpótlás befolyásolhatja a terápia sikerét és a beteg gyógyulási esélyeit.

A gyakorlatban a hidráltsági állapot pontos felmérése kihívást jelent. A dehidráció megítélésében elsősorban a fizikai paraméterek nyújtanak támaszt, a nyálkahártyák szárazságát, a bőrturgort és a szemek pozícióját vizsgálva a dehidráció becsült mértéke testtömegszázalékban kifejezhető. Azonban ez egy szubjektív vizsgálat, amely számos esetben pontatlannak bizonyul. Az intravasculáris térből való folyadékvesztés az ún. perfúziós paraméterek segítségével ítéhető meg, ilyenkor a nyálkahártyák színe, a kapilláris telődési idő, a szívfrekvencia és a pulzus minősége vizsgálandó. Az egyik legjobb és legelérhetőbb módszer a hidráltsági állapot változásainak követésére a testtömeg sorozatos mérése, azonban ez inkább kórházi betegekben alkalmazható, hiszen egy ambuláns beteg első vizsgálata során a betegség előtti pontos testtömege nem ismert.

A fizikális vizsgálat mellett, bizonyos laboratóriumi paraméterek vizsgálata a leginkább elterjedt módja a folyadékháztartás megbecsülésének. Azonban ezek sem elég érzékenyek és specifikusak ahhoz, hogy minden esetben pontos következtetéseket vonhassunk le.

A centrális vénás nyomás mérése pontosabb információkat nyújthat, ám ez egy invazív és a mindennapi gyakorlatban ritkán alkalmazott eljárás. Hasznos lehetne még a test összetételének, összvíztartalmának meghatározása, például dilútiós technikákkal, azonban ezek a „gold standard”-nek (referenciamódszereknek) tartott vizsgálatok nem részei a mindennapi praxisnak. A test víztartalmának meghatározására jól használható a bioelektromos impedancia (BIA) mérés, azonban a mérési eredményeket a hidráltsági státuszon kívül számos egyéb tényező is befolyásolhatja.

Mindezek miatt újabban számos humán- és állatorvosi kutatás foglalkozik egy olyan megbízható klinikai vizsgálómódszer bevezetésével, amely pontosíthatná a fizikális vizsgálat és a laboratóriumi paraméterek alapján megbecsült hidráltsági állapotot. Így merült föl az aorta (Ao) és a vena cava caudalis (CVC) átmérőinek ultrahangos vizsgálatának lehetősége, amely a

betegek gyors, akár helyben történő és bármikor megismételhető állapotfelmérését tenné lehetővé.

Jelen dolgozatomban egyfelől szerettem volna összefoglalni a hidráltsági állapot felmérésére szolgáló eljárásokat, másfelől pedig lehetséges összefüggéseket keresni beteg kutyákban a hidráltság szubjektív megítélése, a laboratóriumi eltérések és az ultrahanggal mért paraméterek között.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Az optimális folyadékterápia jelentősége

A folyadékterápiát mindig az adott beteg igényeihez kell igazítani, amelyek rendszerint a terápia során is módosulnak, így elengedhetetlen a rendszeres újraértékelés. Elégtelen adminisztráció esetén nem érhető el a kívánt hatás, a túlinfundálás pedig komoly következményekkel járhat. Kezdetben savós orrfolyás, kötőhártya ödéma, exophthalmus jelentkezhet, majd remegés, tüdővizenyő miatti tachydyspnoe és köhögés. A túlzott folyadék reszuszitáció megnövekedett morbiditáshoz és mortalitáshoz vezethet kórházi betegeknél, így annak optimalizációja elengedhetetlen feladat (Kelm et al., 2015; Cavanagh et al., 2016; Claude-Del Ganado & Mehta, 2016).

2.2. A fizikális vizsgálat és a testtömegmérés szerepe a hidráltsági állapot felmérésében

2.2.1. Fizikális vizsgálat

A dehidráció felmérése során elsősorban a nyálkahártyák szárazságát, a bőrturgort és a szemek helyzetét vizsgáljuk, kiegészítve a kapilláris telődési idővel (KTI) és a szívfrekvenciával. Az elváltozások alapján megbecsülhető és testtömegszázalékban kifejezhető a vízvesztés mértéke. A különböző fokú dehidrációhoz tartozó tüneteket az alábbi táblázat taglalja részletesen (1. táblázat). Ez egy szubjektív vizsgálat, amely bizonyos esetekben téves következtetésekhez vezethet. A bőrturgort vizsgálva, az elasztikus rostok és a zsírszövet mennyiségétől függően kölyök- és elhízott állatokban alacsony, míg idős vagy kachexiás állatokban túlbecsülhető a kiszáradás mértéke. Nyálzás, illetve fokozott lihegés esetén pedig a szájnyalvárium vizsgálata lehet félrevezető (Vörös, 2019). Látható tehát, hogy bár egyszerűsége miatt ez a leggyakrabban alkalmazott módszer a dehidráció megítélésében, pontos állapotfelmérést nem tesz lehetővé. Orvosi kutatásokban a dehidrációt gyakran retrospektíven állapítják meg az alapján, hogy a terápia befejeztét és a gyógyulást kísérte-e testtömegnövekedés. A módszer bizonytalanságát jelzi az a kutatás is, mely során a kórházi ellátásra szoruló állatok esetében a kiszáradás felvételkor szubjektív megítélése nem jelezte előre és nem mutatott összefüggést azzal, hogy a folyadékpótlás után milyen irányban és mértékben változott az állatok testtömege (Hansen & DeFrancesco, 2002).

Dehidráció foka	Klinikai tünet
<5%	nincs
5-6 %	szárazabb, tapadós nyálkahártyák
7-8%	száraz nyálkahártyák, csökkent bőrturgor, KTI ~ 2 sec
8-10%	száraz nyálkahártyák, csökkent bőrturgor, enyhe tachycardia, KTI ~ 2 sec
10-12 %	száraz nyálkahártyák, csökkent bőrturgor, tachycardia, beesett szemek, KTI ~ 2 sec
>12 %	hypovolaemiás sokk tünetei (tachycardia, sápadt nyálkahártyák, KTI > 2 sec, alacsony, gyenge pulzus

1. táblázat: A dehidráció mértékének becslése a fizikális lelet alapján

Forrás: Vörös, 2019

2.2.2. Testtömegmérés

A hidrátsági állapot vizsgálatára a sorozatosan mért testtömeg a leghasznosabb jelző emberekben és állatokban egyaránt, főleg akut folyadékvesztés esetén. A klinikumban erre kevés lehetőség adódik, hiszen a beteg állatok kezdeti vizsgálatokor általában nem ismert a betegséget megelőző, egészséges állapotra jellemző testtömegük. Ezért a vizsgálat kezdetén fizikális vizsgálattal lehet megbecsülni, hogy hozzávetőlegesen milyen mértékű a dehidráció. Kórházi felvétel esetén viszont a napi többszöri testtömegmérés már jelentős információt szolgáltat, fontos paraméter a folyadékterápia felülvizsgálatában a hematológiai és biokémiai értékekkel együtt. Az eredetileg dehidrált állat testtömegének nőnie kell, ahogy eléri a rehidrált állapotot, azután pedig nagyjából konstansnak kellene maradnia. A betegségek alatt esetlegesen fellépő anorexia során az állatok akár 0,5-1%-ot is veszíthetnek a testtömegükből naponta, azonban ha ennél nagyobb mértékű a csökkenés, akkor az anorexia mellett valamilyen folyadékvesztés is történik (DiBartola, 2012). Egy kilogramm testtömegvesztés nagyjából egy liter folyadékvesztésnek felel meg (Plunkett, 2013).

A módszer megbízhatóságát olyan állatorvosi kutatással is igazolták, mely során egészséges beagle kutyákban folyadékvesztést idéztek elő 1 mg/ttkg intravénás furoszemid adminisztrálással, két óránként, összesen négy alkalommal. Eközben többször újraértékelték a dehidráció klinikai tüneteit, a Ht, TP és Alb értékeket, és az aktuális testtömeget a vizelet Foley-katéterrel való leengedése után. A folyadékvesztés során fokozatos, majd a befejeztével átlag 5,44 %-os testtömegcsökkenést állapítottak meg, miközben a dehidráció klinikai jelei fokozódtak (Kwak et al., 2018).

2.3. Laboratóriumi paraméterek szerepe a hidrálsági állapot felmérésében

A folyadékháztartásban bekövetkező változások megítélésében laboratóriumi paraméterek is segítséggel szolgálhatnak. Ezek közül főleg a hematokrit (Ht), a hemoglobin-koncentráció (Hb), a vérplazma összfehérje-koncentráció (TP) és az albumin-koncentráció (Alb) eltérései hordoznak hasznos információkat, továbbá érdemes figyelembe venni a nátrium- és karbamid-koncentrációt, valamint a vérplazma ozmolalitását is.

2.3.1. Hematokrit

A hematokrit értéke a vörösvérsejtek arányát fejezi ki a teljes vértérfogatban, fiziológias értéke kutyákban 0,35-0,55. Fontos paraméter a folyadékháztartás vizsgálatában, amely nemcsak a sejtes alkotók mennyiségi változását tükrözheti, hanem volumenváltozásokra is utalhat. Ezáltal kóros eltéréseit abszolút, illetve relatív anaemiának vagy polycytaemiának, pontosabban erythrocytosisnak nevezhetjük. Amennyiben nem áll fenn olyan betegség, amely további hatással lehetne a hematokrit értékére, az egyszerű dehidrációt relatív erythrocytosis, vagyis hemokoncentráció jellemzi. Ez azt jelenti, hogy nem a vörösvérsejtek mennyisége változik, hanem a plazma térfogata, így egységnyi térfogatra több vörösvérsejt jut. Az ilyen esetek hátterében leggyakrabban gastrointestinalis megbetegedés, ivóvízhiány, illetve folyadékviisszautasítás áll. A volumenstátusz változása a hematokrit csökkenését is okozhatja. Relatív oligocytaemia és anaemia esetén az egységnyi vérmennyiségen belül a plazma aránya növekszik, ez például intravénás folyadékterápia túladagolása esetén figyelhető meg. Az abszolút formát a ténylegesen csökkent mennyiségű vörösvérsejt jellemzi, amely a termelődésükben, élettartamukban beállt zavarok miatt alakulhat ki, illetve az intravascularis tér felől megközelítve pedig heveny vérvesztés után, amikor az elvesztett plazma mennyisége már regenerálódott, a vörösvérsejteké viszont még nem. Fontos, hogy akut vérzés során, hypovolaemiás sokk esetén a hematokrit értéke fiziológias tartományon belül is maradhat, hiszen vörösvérsejteket és vérplazmát együttesen veszít a szervezet, így az arányuk nem változik (DiBartola, 2012; Nelson & Couto, 2014).

2.3.2. Hemoglobin

A hemoglobin koncentráció fiziológias tartománya kutyákban 120-180 g/L. Dehidráció esetén értéke nő, túlhidrálás esetén csökken. A hemoglobin koncentráció értéke normális térfogatú és hemoglobintartalmú vörösvérsejtek esetén körülbelül a hematokrit értékének egyharmada. Ilyen esetekben változása együtt jár a hematokrit változásával, utóbbival mindig arányos az értéke, így interpretációjuk azonos módon történik (Thrall et al., 2012).

2.3.3. Hb/Ht arány

Az emberorvoslásban a dehidráció megítélésében széles körben a hemoglobin és a hematokrit egymáshoz viszonyított értékére is támaszkodnak. A módszer alapján, ha a hematokrit értéke kisebb, mint a hemoglobin értékének háromszorosa, a beteg túlhidráltnak, ha nagyobb, akkor pedig dehidráltnak tekinthető. Ez a megállapítás azon az alapon nyugszik, hogy ha változik a vérplazma térfogata, a hemoglobin összmenyisége nem változik, a hematokrit viszont igen, mivel az egy vértérfogathoz viszonyított érték. Ebben az elméletben a Hb értéke tehát abszolút értéknek tekintett, a Hb összmenyiségét fejezi ki, ám ez a felvetés nem állja meg a helyét, hiszen a Hb értéke valójában koncentrációt jelöl, csakúgy, mint a hematokrit. Ezáltal akár dehidráció, akár hiperhidráció áll fenn adott esetben, a Hb/Ht arány nem fog változni, a Hb koncentráció mindig követni fogja a hematokrit változását. Következésképpen ez a paraméter nem hasznos a dehidráció megállapításában. Azonban a normálistól eltérő térfogatú vagy hemoglobintartalmú vörösvérsejtek esetén természetesen változhat az előbbieket során felvázolt kapcsolat a hemoglobin és a hematokrit értékek közt. Ezen problémák felderítésére a hemoglobin-koncentráció és a Ht-koncentráció hányadosaként kiszámolható a vörösvérsejtek átlagos hemoglobin koncentrációja (mean corpuscular hemoglobin concentration, MCHC), így ez, ha a dehidráció vizsgálatában nem is, az esetleges hypochromasia, vagy hyperchromasia megállapításában fontos paraméter (Hayuanta, 2016).

2.3.4. Összfehérje- (total protein, TP) és albuminkoncentráció (Alb)

A vérplazma összfehérje-tartalma és az albumin koncentrációja nemcsak a fehérje-anyagcsere vizsgálatában, hanem a hidráltsági állapot felmérésében is fontos paraméterek. Mindkét érték együttes növekedése megbízható biokémiai indikátora a dehidrációnak (Atata et al., 2018). A TP fiziológiás értéke kutyákban 55-75 g/l. A Ht-hoz hasonlóan a TP-koncentráció is a vérvesztés kivételével minden típusú folyadékvesztés esetén növekszik. Fontos, hogy a TP és Ht értékeit együtt értelmezzük az esetleges téves következtetések minimalizálása érdekében (DiBartola, 2012). Erythrocytosis, vagyis megnövekedett Ht érték esetén a TP segíthet a további diagnosztikában; ha a Ht-tal együtt a TP értéke is magas, akkor relatív erythrocytosisról van szó, ami a dehidrációnak jellemző, azonban ha a Ht-tal ellentétben a TP normális tartományon belül van, akkor abszolút erythrocytosis áll fenn, amely háttérben komolyabb rendellenességek állhatnak, például EPO-termelő daganat, polycythaemia vera, hypoxaemia, vagy éppen dehidrációval együtt jelen lévő hypoproteinaemia (Nelson & Couto, 2014).

A vérplazma összfehérje-tartalmának fő frakciói az albumin, a globulinok és a fibrinogén. Az albumin egyik fontos szerepe a vérplazma onkotikus nyomásának fenntartása, amely biztosítja a plazmatérfogat megtartását az intravasculáris térben (DiBartola, 2012). Referenciatartománya egészséges kutyákban 25-45 g/l. A szervezet folyadékháztartásának vizsgálata során így az albumin nemcsak a dehidráció megállapításában értékes, hanem a volumenváltozások okainak megfejtésében is. Ha például egy hypovolaemiás állatban az Alb értéke <15 g/L, vagy a TP értéke <35 g/L, akkor valószínűsíthető, hogy annak hátterében a csökkent plazma onkotikus nyomás miatti extravasalis folyadékkilépés áll (Davis et al., 2013).

2.3.5. Karbamid-koncentráció

A karbamid a szervezet nitrogén anyagcseréjének végterméke, amely a veséken keresztüli kiválasztás során a vizelettel távozik. A kreatininnel együtt a glomerularis filtrációs ráta (GFR) vizsgálatának fontos paraméterei, annak csökkenése esetén a plazmakoncentrációjuk nő, ezt azotaemiának nevezzük. A kialakulása alapján háromféle azotaemiát különböztethetünk meg; prerenalis, renalis és postrenalis azotaemiát. Hidráltási vagy hemodinamikai változások, ezeken belül is a dehidráció vagy a hypovolaemia a fentiek közül prerenalis azotaemiát idézhetnek elő. Ez általában átmeneti állapot, amely megszűnik a folyadékháztartás rendezésekor, enélkül azonban tartósan vesekárosodáshoz is vezethet. A glomerularis filtráció során kiválasztott karbamid nagyjából 50%-a proximalis tubulusokból passzívan, és további 10%-a a gyűjtőcsatornából pedig aktívan visszaszívódik. Dehidrációban, hypovolaemiában a vesékben a véráramlás lassul, ami nagyobb mennyiségű karbamid passzív reabszorpcióját teszi lehetővé. Ezekben az esetekben tehát a vér karbamid koncentrációja a fokozott visszaszívódásnak köszönhetően a GFR-csökkenése nélkül/előtt is emelkedhet (DiBartola, 2012; Thrall et al., 2012; Vörös, 2019).

Azotaemia észlelése esetén a postrenalis, vagyis főleg húgyúti obstrukció okozta azotaemia képalkotó diagnosztikával többnyire kizárható. A prerenalis és renalis azotaemia elkülönítésében segíthet a vizeletsűrűség mérése. Ha a vizelet jól koncentrált, az azt jelenti, hogy a tubulusok működése fiziológias, tehát az azotaemiát prerenalis ok idézhette elő. Amennyiben a vizelet rosszul koncentrált, akkor valószínűleg renalis, vagyis veseeredetű a probléma. Természetesen minden esetben a többi, a hidráltási állapot és volumen viszonyok felmérését segítő paramétert is figyelembe kell vennünk. Fontos, hogy a karbamid szintje a vérben egyéb extrarenalis okok miatt is emelkedhet, például gastrointestinalis vérzés vagy fehérjetünetés során (Thrall et al., 2012).

Akut gastroenteritisben szenvedő gyermekeket vizsgáló kutatásokban fizikális vizsgálattal állapították meg a gyermekek hidráltási státuszát, majd összevetették azt a laboratóriumi eltérésekkel. Ezekben az esetekben a karbamid-koncentráció a dehidráció súlyosságával növekedett, így ez bizonyult a legértékesebb paraméternek a vizsgált laborértékek közül. Az egyik tanulmányban, bár a szenzitivitása elmaradt a várttól, a specificitása 95 % volt a dehidráció megítélésében (Shaoul et al., 2004; Hayajneh et al., 2010).

Egy normovolaemiás és dehidrált kutyák hematológiai és biokémiai eredményeit összehasonlító tanulmány során a karbamidkoncentráció mérése a dehidráció megbízható biokémiai indikátorának bizonyult. A dehidráció foka alapján három csoportot hoztak létre, enyhén (~5%), közepesen (~8%) és súlyosan (>10%) dehidrált kategóriába sorolták a kutyákat. Az elemzés kimutatta, hogy a karbamidszint emelkedése a vérben arányos volt a dehidráció súlyosságának fokozódásával (Atata et al., 2018).

2.3.6. Ozmolalitás

Az ozmolalitás a plazmában található ozmotikusan aktív részecskék koncentrációja kilogrammra vonatkoztatva, a mértékegysége mOsmol/kg. A szervezetben a víz a kisebb ozmolalítású folyadéktérből a nagyobb ozmolalítású folyadéktér irányába vándorol. Laboratóriumi módszerekkel mérhető, ám a klinikumban ez leginkább becsült érték, amely az ozmózisnyomást döntően meghatározó elemekből számítható, ezek a Na- és K-ionok, a karbamid és a glükóz (Thrall et al., 2012). Ezeknek a vérparamétereknek a koncentrációja nagy részben felelős az extra- és intracelluláris tér közötti vízcsere szabályozásáért, melynek célja, hogy a folyadékterek izotóniája megmaradjon, eltérés esetén pedig gyorsan visszaálljon.

A plazma ozmolalításának becslésére többféle képlet létezik. Az egyik leggyakrabban használt módszer alább látható. A fiziológiás értéke 290–310 mOsmol/kg (Vörös, 2019).

$$\text{Plazma ozmolalitás} = 2x[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{glükóz}] + [\text{karbamid}]$$

A folyadék- és elektrolitvesztéssel járó betegségek kezdeti stádiumában a veszteség általában az extracelluláris térből történik. Ennek során a plazma ozmolalítása a folyadékvesztés típusától függően változik. Ha a folyadékvesztés során főleg Na-ion, és kisebb arányban víz vesztesége történik, akkor a plazma ozmolalítása csökken, a plazma hipotóniás lesz. Ha a Na-ion- és a vízvesztés egyenlő arányú, akkor az ozmolalitás nem változik, a plazma izotóniás marad. Ha pedig a vízvesztés a nagyobb mértékű, akkor az ozmolalitás nő, a plazma hipertóniás lesz (DiBartola, 2011). Ezen információk tudatában az ozmolalitás a dehidráció megítélésében is használható érték, természetesen körültekintéssel kezelve, hiszen a dehidrációnak különböző

típusai léteznek, amelyet a 2. táblázat részletez (Thrall et al., 2012). Korábbi kutatások alapján azonban az ozmolalitás és a hematokrit akkor sem változott, amikor az alanyok a testtömegükből több, mint 3 %-ot vesztek elsősorban verejtékezés során, amely arra enged következtetni, hogy ezek az értékek egy bizonyos fokú folyadékvesztés alatt még nem mutatnak eltérést (Shirreffs, 2003).

	Izotóniás dehidráció	Hipertóniás dehidráció	Hipotóniás dehidráció
Folyadékvesztés	arányos Na és vízvesztés	vízvesztés > Na veszteség	Na veszteség > vízvesztés
Na⁺, Cl⁻	nem változik	nő	csökken
Ht, TP	nő	nő	nő
Plazma ozmolalitás	nem változik	nő	csökken
Előfordulás	egyres vesebetegségek és hasmenéses megbetegedések	hasmenéses megbetegedések, ivóvízhiány, -elutasítás, diabetes insipidus, fokozott lihegés	hányás, secretorikus hasmenés, lovak verejtékezése

2. táblázat: A dehidráció típusai

Forrás: Thrall et al., 2012

2.4. Műszeres diagnosztikai módszerek a hidráltsági állapot felmérésére

2.4.1. Bioelektromos impedancia analízis (BIA)

A bioelektromos impedancia analízis egy noninvasív módszer a testösszetétel feltérképezésére. A vizsgálat során kibocsájtott elektromos jel szembeni ellenállást mér a szervezetben, amely annak víztartalmától függ. Az izmok jó víztároló képességgel rendelkeznek, a zsírszövet viszont egyáltalán nem, és minél kevesebb víz található a szervezetben, annál nehezebb lesz az áramnak áthaladnia rajta. Tehát nagyobb zsírtömeg esetén nagyobb ellenállás mérhető, és fordítva. Az emberorvoslásban megbízható vizsgálat a test öszsvíztartalmának, a zsírtömeg és zsírmentes tömeg százalékos megoszlásának meghatározásában, és az állatorvoslásban is validáltak már (Jeusette et al., 2010). A BIA során az eredmény függ a testen belüli folyadékmegoszlástól és a perfúzió változásától, ami felveti a potenciális lehetőséget a

dehidráció felmérésében. Az említettekén kívül azonban számos más tényező is befolyásolhatja az eredményt, többek között a vizsgált betegek magassága, testtömege, testhelyzete, a vizsgálatot megelőző testmozgás és táplálékfelvétel, a test felületének hőmérséklete, az elektródák elhelyezése, illetve olyan biokémiai eltérések, melyek megváltoztathatják az elektromos áram vezetését a testben (Kushner et al., 1996; Yaguiyan-Colliard et al., 2014). Így a pontos eredmények érdekében a vizsgálati körülmények standardizálására lenne szükség, enélkül fennáll a komolyabb tévedések lehetősége, különösen a klinikumban (Kushner et al., 1996).

2.4.2. Ultrahangvizsgálat

Újabban felmerült az igény egy olyan noninvaszív, ismételhető és akkurátus módszer kidolgozására, amely segíthetne kiküszöbölni a fizikális vizsgálat és a laborértékek bizonytalanságait a hidráltási státusz megítélésében. Potenciális új módszerként így került előtérbe a vena cava caudalis (CVC) ultrahangos vizsgálata.

Egy több, felnőtteken végzett tanulmányt átfogó metaanalízis szerzői arra keresték a választ, hogy az inferior vena cava (IVC) ultrahanggal mért átmérője alkalmas paramétere lehet-e a volumen státusz felmérésének. Korábbi vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy az inferior vena cava átmérőjére nem hat a szervezet kompenzáló, vasoconstrictióval járó válasza, így akkurátusabb jelzője lehet a volumen státusznak, mint az artériás rendszer jellemzői, például a vérnyomás, a pulzus vagy az aorta átmérője. Az IVC átmérője az intravasculáris folyadékmennyiségtől és a légzésfázistól függően változik, a legnagyobb értéke kilégzés végén mérhető és ezt tartják a reprezentatívabb értéknek. A tanulmányokban sok jeleit mutató, különböző súlyossági állapotú felnőttek és a kontrollcsoportban résztvevők IVC-jának maximális átmérőjét mérték meg. Az IVC átmérője egységesen alacsony volt hypovolaemiás állapotban a normovolaemiás állapothoz képest, így ígéretes marker lehet a folyadékterápiák hatékonyabb lebonyolításában (Dipti et al., 2011). Egy traumás vérvesztéses állapotot modellező, önkéntes véradók részvételével folytatott kutatás során az IVC átmérők változása megbízható paraméternek bizonyult már 450 ml vér levétele során is. A véradás előtt mért átmérőktől függetlenül egyöntetűen körülbelül 5 mm-es volt a változás a kilégzési és belégzési IVC átmérők esetében egyaránt. Ez a tanulmány szintén igazolja az IVC vizsgálatának hasznosságát, ebben az esetben a relatíve kisebb vértérfogat változások észlelésében és monitorozásában (Lyon et al., 2005).

Az intravasculáris folyadéktér megítélésére a centrális vénás nyomás (CVP) mérése a legpontosabb módszer, azonban ehhez centrális véna katéter beültetése szükséges, amely invazív eljárás és számos komplikációval járhat. Egy kritikus állapotú betegek bevonásával készült kutatásban összefüggést kerestek a CVP és az IVC átmérőiből számolt összeesési (kollapszibilitási) index közt. A légzőmozgások során a mellkasi nyomás változik, amely befolyásolja a vénás vér IVC-ban való haladását és az IVC átmérőjét. Belégzés során a negatív mellkasi nyomásnak köszönhetően nagyobb mértékű vénás visszaáramlás történik, így a véna összeesik, kilégzés során pedig újra eléri a maximális átmérőjét. A kollapszibilitási index egészséges gyermekekben átlagosan $30 \pm 13,2$, egészséges kutyákban pedig 30 ± 12 (Kutty et al., 2014; Darnis et al., 2018). A kollapszibilitási index hypovolaemiában magasabb, hypervolaemiában pedig alacsonyabb értéket ér el. Kiszámítása az alábbi képlettel történik:

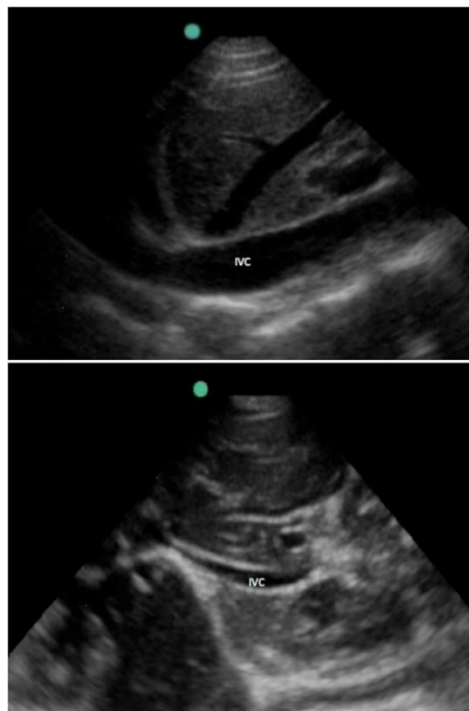
$$\text{kollapszibilitási index} = \frac{(\text{maximális IVC átmérő} - \text{minimális IVC átmérő})}{\text{maximális IVC átmérő}} \times 100$$

A korábban említett tanulmányban a szerzők szignifikáns összefüggést találtak a kollapszibilitási index és a centrális vénás nyomás változása között, ezért a szerzők javasolják az IVC ultrahangos vizsgálatát az intenzív betegellátásban (Thanakitcharu et al., 2013). Egy későbbi, átfogó tanulmányban 21 kutatás eredményeit foglalták össze, melyek szintén arra keresték a választ, hogy az IVC ultrahangos vizsgálata megfelelő módszere lehet-e a CVP becslésének. Az eredmény hasonló volt, az IVC átmérők és a CVP között pozitív korrelációt, a kollapszibilitási index és a CVP között pedig negatív korrelációt figyeltek meg (Ciozda et al., 2016).

A volumenstátusz pontosabb felmérése céljából az elmúlt években IVC átmérők mérése mellett az IVC és az aorta átmérőiből számolt különböző indexek számítása is előtérbe került. Korábbi kutatások szerint az ultrahang segítségével mért IVC és aorta (Ao) átmérőjének aránya korrelál a dehidráció mértékével gyermekekben. Egy kutatócsoport ennek az állításnak igazolására hozta létre az ún. BUDDY (Bedside Ultrasound to Detect Dehydration in Youth) tanulmányt, belefoglalva az IVC belégzéskori kollapszusának vizsgálatát is. A kutatásba olyan beteg gyermekeket vontak be, akiknél gastrointestinalis panaszok voltak a fő tünetek, és fennállt a dehidráció gyanúja. A sürgősségi osztályokon a dehidráció mértékének pontos felmérése kihívást jelent, mégis létfontosságú a megfelelő terápiához. A fizikális vizsgálaton alapuló skálák és különböző vérlabor értékek szenzitivitása és specificitása akut esetekben limitált, így felmerül az ultrahang, mint potenciális diagnosztikai lehetőség a dehidráció mértékének gyors felmérésére gyermekekben, felnőttekben egyaránt. A tanulmányban résztvevő gyermekek

testtömegét az intravénás folyadékterápia előtt és után mérték meg, utólag meghatározva a dehidrációt százalékos formában a következő képlettel: $(\text{végső testtömeg} - \text{kezdeti testtömeg})/\text{végső testtömeg} \times 100$. Az IVC/Ao arányát keresztmetszeti síkú felvételekből határozták meg, mindkét ér esetében a maximális átmérőt mérve, amit az aorta szisztolében, az IVC pedig kilégzéskor ér el. Az IVC összeesésének vizsgálata az 1. ábrán látható módon, hosszmetzeti síkban történt a rekesz, vagy a májvéna belépésének vonalában. Összevetve ezeket az adatokat a százalékos testtömegváltozással, az IVC/Ao arány eltérését a referencia adatokhoz képest statisztikailag szignifikánsnak találták, így igazolták a használhatóságát a dehidráció megállapításában. Az IVC kollapszibilitási indexe nem bizonyult hasznosnak a dehidráció felmérésében, ez azonban részben technikai nehézségeknek is tulajdonítható, például az IVC cranio-caudalis és medio-lateralis elmozdulásainak a légzési ciklusok során a transzducerhez képest, melyek nehezítették az átmérők pontos meghatározását (Jauregui et al., 2014).

1. ábra: Az inferior vena cava (IVC) változása a légzészázisok során emberben



Forrás: Jauregui et al., 2014

Az IVC vizsgálatának korlátait szem előtt tartva egy kutatócsoport egy újabb ultrahanggal mérhető paraméter, az Ao/IVC keresztmetszeti terület index (Ao/IVCA) mérését végezte el, majd a mért eredményeket az aorta/IVC diameter arányhoz és a fizikális vizsgálat eredményeihez viszonyította. A tanulmány résztvevői szintén gyomor- és bélgyulladásban

szenvedő gyermekek voltak. Az index kiszámolásához a májvéna belépésénél ábrázolt keresztmetszeti síkban mért aorta maximális átmérőjére, az elliptikus IVC rövid- és hossz tengelyi átmérőjére volt szükség. Az észrevételeik szerint az IVC rövidtengelyi átmérője érzékenyebb lehet a preload- és nyomásváltozásokra, mint a hossz tengely átmérője, ezért tartották fontosnak, hogy egy területi indexet számoljanak a maximális átmérő helyett. A kapott eredmények szerint az Ao/IVCA jól korrelált a klinikai dehidráció skálával, 72%-os szenzitivitással és 89%-os specificitással sikerült kiszűrnie a folyadékpótlást igénylő dehidrációt, és diagnosztikai értéke magasabb volt, mint a szintén vizsgált, 84%-os szenzitivitással és közel 67%-os specificitással rendelkező aorta/IVC diaméter indexnek. Ezek alapján ígéretesnek tartják ezt a paramétert arra, hogy kiegészítse a fizikális vizsgálatot és megbízhatóbb állapotfelmérést tegyen lehetővé (Kwon et al., 2016).

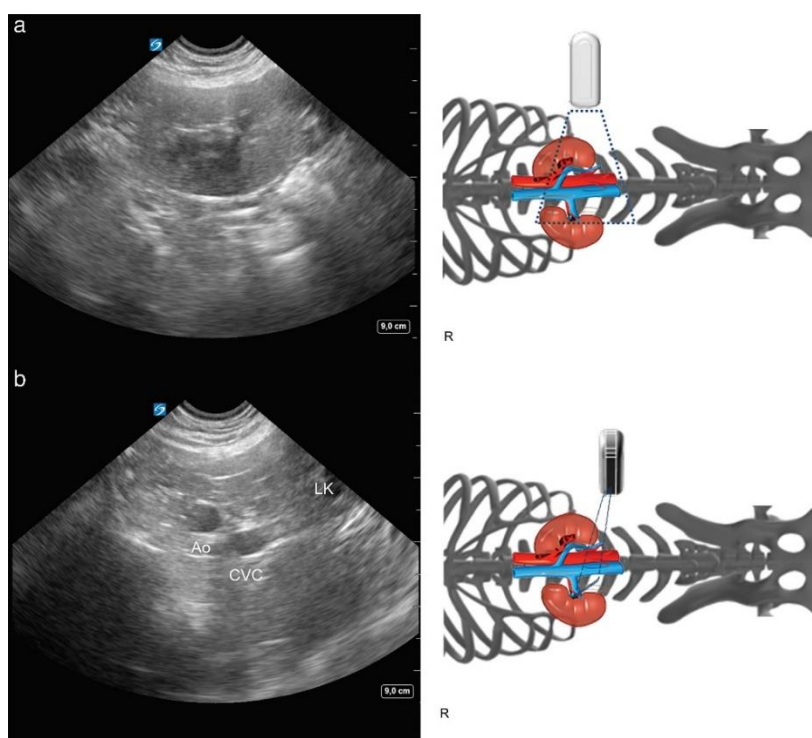
A különböző IVC és aorta átmérők, indexek és arányok közül nehéz eldönteni, hogy melyik tükrözheti legjobban a folyadékháztartás állapotát. Ezért egy kutatócsoport összehasonlító tanulmányt készített az IVC összeesését, az aorta átmérő/IVC átmérő indexet (Ao/IVCD) és az előző kutatásban említett területi indexet (Ao/IVCA) vizsgálva. A kutatás résztvevői intravénás folyadékterápiát igénylő gyermekek voltak. A folyadékterápia során 10 ml/kg fiziológiás sóoldatot használtak intravénásan. Az ultrahangos vizsgálatokat a 10 ml/kg és 20 ml/kg bolusok adminisztrálása utáni öt percen belül végezték. A 10 ml/kg folyadékbolus után a kollapszibilitás és az Ao/IVCA index változott jelentősen, a 10 ml/kg és a 20 ml/kg adminisztrálása között csak az Ao/IVCA index változott szignifikánsan, így az Ao/IVCA bizonyult a legígéretesebb paraméternek (Choi et al., 2018).

Újabban az állatorvoslásban is több tanulmány foglalkozott a vena cava caudalis paramétereinek ultrahangos vizsgálatával. Kwak és munkatársai a vena cava caudalis ultrahanggal mért átmérőjének az aorta átmérőhöz viszonyított arányának alkalmazhatóságát vizsgálták a dehidráció mértékének meghatározásában. Beagle kutyákban két óránként, összesen négy alkalommal folyadékvesztést indukáltak 1 mg/kg dózissal, intravénásan alkalmazott furoszemiddel. A kezdeti furoszemid adminisztrálás előtt, illetve minden beadás után fél órával vért vettek a hematokrit és az összfehérje-koncentráció meghatározására. Az adott időközönként fizikális vizsgálatot is végeztek, illetve alanyonként összesen három alkalommal végezték el az ultrahangos méréseket. Minden Foley-katéterrel történő húgyhólyag kiürítés után megmérték a testtömeget. A meghatározott időpontokban a bőrturgor, KTI, a szemek pozíciója és a nyálkahártyák szárazsága alapján egy pontrendszer segítségével becsülték meg a dehidráció fokát. Az ultrahangos mérések során a transzducert a 8-11. jobb

oldali bordaközökre helyezték a keresztmetszeti és a hosszmetzeti kép ábrázolásához is. A keresztmetszeti síkban a CVC maximális átmérőjét „szélesség”, a leghosszabb erre merőleges átmérőt „magasság” néven jegyezték fel. A CVC mért átmérőit és az azokból számolt területét külön-külön az aorta átmérőjéhez, illetve területéhez viszonyították. A testtömegcsökkenés mértékének növekedésével és a dehidráció klinikai tüneteit mutató kutyáknál csökkent CVC/Ao arányok voltak mérhetőek, az eddigi humán orvostudományi kutatások eredményeihez hasonlóan. A szerzők a CVC „magasság”/Ao arány alkalmazását javasolják leginkább, mert ebben az esetben volt a legjelentősebb az összefüggés (Kwak et al., 2018).

Cambournac és munkatársainak célja az volt, hogy felmérjék az ultrahangos módszer alkalmazását vérvesztés detektálására egészséges kutyákban, véradást követően. A levett vér mennyisége kutyánként megközelítőleg 10 ml/ttkg volt. A keresztmetszeti átmérőket a 2. ábrán látható módon jelenítették meg, a méréseket a véradás előtt, és közvetlenül azt követően végezték el, majd kiszámolták az CVC/Ao arányt. Míg felnőtt emberekben a CVC átmérő vizsgálata már számos helyen bevett gyakorlat, a gyermekekben inkább a CVC/Ao arányt preferálják, mert ez korábbi tanulmányok alapján függetlennek bizonyult a testtömegtől és a mérettől. Mivel a kutyák mérete még a gyerekekénél is jobban különbözhet egymástól, így érthető, hogy a szerzők a CVC/Ao arányt választották a tanulmányukban. Az eredmények azt mutatták, hogy a CVC/Ao arány jelentősen csökkent a vérvesztés után, akár már 6 ml/ttkg mennyiség levétele esetén is. Tekintve, hogy egy korábbi kutatás alapján tudjuk, hogy 10 ml/ttkg vér lebocsátását még nem kísérik a klinikai tünetek, a CVC/Ao arány a klinikusok segítségére lehet az intravasculáris volumen felmérésében még a klinikai értékek változása előtt. A tapasztalatok alapján igazolták a CVC/Ao arány későbbi alkalmazhatóságát, különösen akut intravasculáris veszteség esetén. A kutatás alatt a vizsgálok közti, illetve egy adott vizsgáló különböző mérési eredményeinek változékonyságát is elemezték, melyet mindkét esetben alacsonynak találtak, így ez a módszer megbízhatónak és vizsgálótól függetlennek bizonyult (Cambournac et al., 2018). Marshall és munkatársai agarakat vizsgálva hasonló tanulmányt végeztek. Kutyánként átlagosan 467 ml vért gyűjtöttek a véradás során, amely az intravasculáris térfogatuk körülbelül 10 százalékát tette ki. A véradást követően jelentősen csökkentek a vena cava caudalis átmérői, a kollapszibilitási index pedig szignifikáns emelkedést mutatott. Az átmérők változásának mértéke azonban minden esetben 1 milliméternél is kisebb volt, melynek megítélése a klinikai gyakorlat során rendkívüli kihívást jelentene (Marshall et al., 2018).

2. ábra: A vena cava caudalis és az aorta keresztmetszeti megjelenítésének módja



Magyarázat: (a) a bal vese hosszszemzeti síkban (b) a vena cava caudalis (CVC), az aorta (Ao) és a bal vese caudalis pólusa (LK) keresztmetszeti síkban

Forrás: Cambournac et al., 2018

A fentebb részletezett tanulmányok alapján tehát a CVC és aorta vizsgálata ígéretes lehet a jövőben, ám értékelésüket nagyban megkönnyítené, ha elérhető lenne a fiziológiás mérettartományuk, melyekhez viszonyítani lehetne a mért eredményeket. Ezt a hiányt pótolva Darnis és munkatársai három különböző ultrahangos síkban (subxiphoid, hepaticus és paralumbaris) is megmérték a CVC bizonyos értékeit egészséges kutyákban, majd a mérések alapján megállapították a referenciatartományukat 3-tól 70 kilogrammos testtömegig terjedően (Darnis et al., 2018).

2.4.3. Vese rezisztencia index (RI)

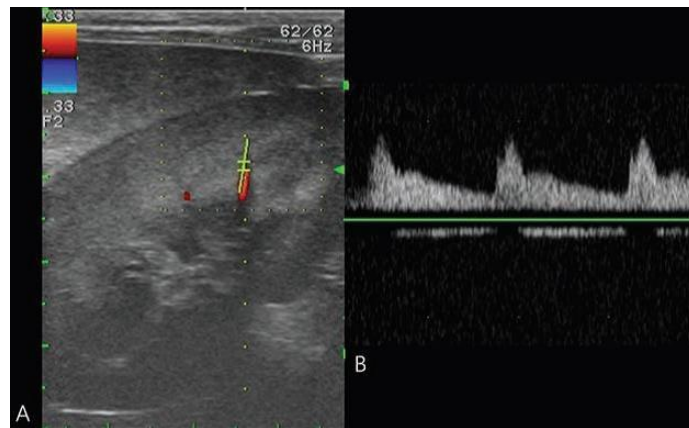
Doppler ultrahangvizsgálat segítségével valós időben tanulmányozhatjuk a vér áramlásának jellemzőit. A vese rezisztencia indexe egy indirekt paraméter, amely a véráramlás elleni rezisztenciát fejezi ki a vizsgált artériában, ami lehet az arteria renalis, aa. interlobares és aa. arcuata is. Értéke leginkább húgyúti obstrukció, diuresis és vesebetegség esetén változhat, továbbá a szedáció, altatás, kor és magas vérnyomás is befolyásolhatja. Az RI vizsgálata a 3. ábrán látható módon történik.

A Doppler-hullámok alapján a következő képlettel számolható ki a vese rezisztencia indexe:

$$RI = \frac{(peak\ systolic\ velocity) - (end\ diastolic\ velocity)}{peak\ systolic\ velocity}$$

Az RI teoretikus felső határa 1, ezt 0 m/s diasztolés sebességnél érné el. A vascularis rezisztencia növekedése esetén a diasztolés áramlás nagyobb mértékben csökken, mint szisztolében, így az RI érték nőni fog (Novellas et al., 2007).

3. ábra: Az RI vizsgálata Doppler ultrahanggal kutyában



Magyarázat: (A) Az intrarenalis vérrellátás megjelenítése színes Doppler ultrahanggal és (B) az arteria interlobarisban ábrázolt Doppler-hullámok

Forrás: Lee et al., 2014

Az RI mérése ígéretes módszer a vesén belüli véráramlási változások vizsgálatára. Az általános klinikai gyakorlatban azonban használata még nem terjedt el, melyben szerepet játszhatnak az ellentmondásos kutatási eredmények és a szükséges ultrahangos tapasztalat hiánya (Tublin et al., 2003). A hidráltsági státusz hatása az RI értékre és annak potenciális diagnosztikai értéke még ma sem tisztázott egyértelműen. Korábbi tanulmányok során megmérték egészséges gyermekek és felnőttek vese rezisztencia értékét, majd fiziológias sóoldat intravénás beadását követően vizsgálták annak hatását az RI értékekre. Az RI értékek szignifikánsan csökkentek az infúzió hatására. Az egyik esetben már a beadást követő 30. és 60. perc között 0.70 ± 0.04 értékről 0.63 ± 0.04 értékre csökkentek, a másik kutatásban azonban csak 75 perc elteltével volt megfigyelhető jelentős csökkenés az átlagosan 0.62 ± 0.03 értékről 0.57 ± 0.03 értékre. Bár statisztikailag szignifikánsak ezek a változások, ahhoz nem elég kifejezetek, hogy a klinikai gyakorlatban is használható paraméterekké váljanak az emberek hidráltsági státuszának megítélésében (Shokeir et al., 1996; Bertolotto et al., 1999).

Újabban az állatorvosi kutatásokban is felmerült az RI vizsgálata. Novellas és munkatársai meghatározták az RI index normálértékeit egészséges, éber kutyákban és macskákban. A kutatás során a vérnyomásukat is megmérték, melyek nem mutattak különösebb összefüggést az RI értékkel. Kutyákban 0.72, macskákban pedig 0.70 értéknél állapították meg a felső határértéket, mely felett az RI már kórosnak tekinthető (Novellas et al., 2007). Egy további kutatás során egészséges beagle kutyákban túlhidráltást idéztek elő intravénás sóoldattal arra keresve a választ, hogy az RI mérése használható módszer lehet-e a túlhidráltás felismerésére. A kutyáknak fenntartó dózisú (2,5 ml/ttkg/h) fizioiógias sóoldat infúziót indítottak 5 órán keresztül, majd két hét múlva a fenntartó dózis háromszorosával (7,5 ml/kg/h) megismételték a kísérletet. Minden órában feljegyezték az RI értékeket és minden 15. percben monitorozták az állatokat a túlhidráltás tüneteit vizsgálva. Az infúzió előtti átlag RI 0.63 volt. A fenntartó dózis esetében az öt óra alatt nem változott jelentősen az RI, a túlhidráltás során azonban szignifikáns csökkenés volt nyomon követhető. Az első órában 0.59 ± 0.0012 , az ötödik órában 0.51 ± 0.011 RI értékeket mértek. A túlinfundálás klinikai tünetei a negyedik órában voltak megfigyelhetőek, leggyakrabban savós orrfolyás, köhögés és kötőhártya ödéma formájában. Mivel a túlhidráltás során az RI értékek órákkal előbb változtak, mint ahogy a klinikai tünetek megjelentek volna, így az RI a túlhidráltás korai felismerésében a fizikális vizsgálatnál érzékenyebb paraméternek bizonyult. Ezek a tapasztalatok azonban egészséges kutyákra vonatkoznak, klinikai beteg, például vese- vagy májbeteg kutyákban az RI értékelése sokkal komplexebb feladat, és további kutatásokat igényelne (Lee et al., 2014).

3. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásunk célja az volt, hogy összefoglaljuk a hidráltsági állapot felmérésére szolgáló eljárásokat és lehetséges összefüggéseket keressünk klinikai beteg kutyák hidráltsági állapotának szubjektív felmérése, a laboratóriumi értékek és a vena cava caudalis és az aorta ultrahanggal mért átmérőiből számolt indexek között.

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. Fizikális vizsgálat, vérvétel és laboratóriumi vizsgálat

A kutyák vizsgálatára 2020. június és szeptember között az Állatorvostudományi Egyetem Belgyógyászati Tanszék és Klinikáján, a műszeres diagnosztikai egységben került sor. Összesen 21 kutyát vontunk be a kutatásba, amelyek vagy kórházi betegek voltak (n=10) vagy ultrahangvizsgálatra érkeztek (n=11). A 21 kutya közül 12 szuka és 9 kan volt, közülük 5 szuka és egy kan volt ivartalanítva. A vizsgálat idején a legfiatalabb kutya 10 hetes, a legidősebb 13 éves volt, az átlagéletkor pedig 8,3 év volt. A kutyák átlagsúlya 20,5 kg volt, a legkisebb vizsgálatkori testtömeg 1,4 kilogramm, a legnagyobb pedig 68,6 kilogramm volt. A kutyák tizenhárom különböző fajtát képviseltek, legnagyobb számban keverékek (n=5) voltak. A többi állat a jack russel terrier (n=2), yorkshire terrier (n=2), tacsó (n=2), bordeaux-i dog (n=1), berni pásztor (n=1), amerikai stafforshire terrier (n=1), border collie (n=1), magyar agár (n=1), beagle (n=1), lengyel-alföldi juhászkutya (n=1), moszkvai őrkutya (n=1), francia bulldog (n=1) és óriás schnauzer (n=1) fajtákhoz tartozott.

A vizsgálat kezdetén a nyálkahártyák, a bőrturgor és a szemek pozíciója alapján felmértük a kutyák hidráltsági állapotát. A vérvételt a vena cephalica antebrachiiból, a vena saphena lateralisból vagy a vena jugularis externából végeztük. A választott terület lefertőtlenítését követően 21 G-s tűvel, nyílt módszerrel alvadásban gátolt (K3-EDTA) és Eppendorf csövekbe gyűjtöttük a vérmintákat, amelyek hematológiai és biokémiai vizsgálata az Állatorvostudományi Egyetem laboratóriumában történt. Az általunk figyelembe vett hematológiai és biokémiai paraméterek a hematokrit, hemoglobin, albumin, összfehérje, karbamid, glükóz, nátrium- és kálium-ionok voltak. A glükózkoncentrációt közvetlenül a vérvétel után kézi glükométerrel határoztuk meg. A Na^+ , K^+ , glükóz és karbamid értékeiből megbecsültük a plazma ozmolalitását az alábbi képlet segítségével:

$$Plazma\ ozmolalitás = 2x[Na^+] + [K^+] + [glükóz] + [karbamid]$$

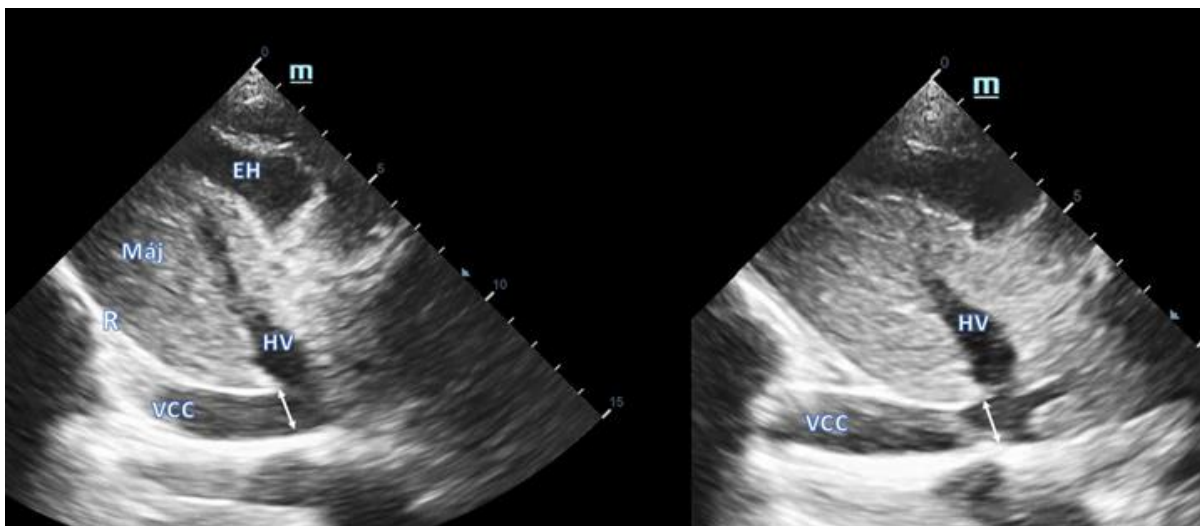
A fizikális vizsgálat, a Ht, TP és Na hármásának együttes értékelése, továbbá az ozmolalitás és a karbamid-koncentráció alapján létrehoztunk egy skálát, melynek megfelelően öt kategóriába (1-hypovolaemia, 2-enyhe hypovolaemia, 3-normovolaemia, 4-enyhe hypervolaemia, 5-hypervolaemia, pangás) soroltuk a kutyákat.

4.2. A vena cava caudalis és az aorta átmérőinek ultrahangvizsgálata

Az ultrahang vizsgálatok húsz esetben a műszeres diagnosztikai egységben, egy esetben pedig az intenzív osztályon történtek. A kutatás ideje alatt négy különböző ultrahang készülékkel végeztük a vizsgálatokat (GE Logiq P9 R3, Mindray DC-80A X-Insight technológiával, Mindray DC-70 és Esaote MyLab 40 Vet). A szív vizsgálata során szektor (phased array) transzducert, a vena cava caudalis és az aorta vizsgálatához pedig széles sáv szélességű mikrokonvex transzducert használtunk az állatok méretének megfelelő frekvenciával.

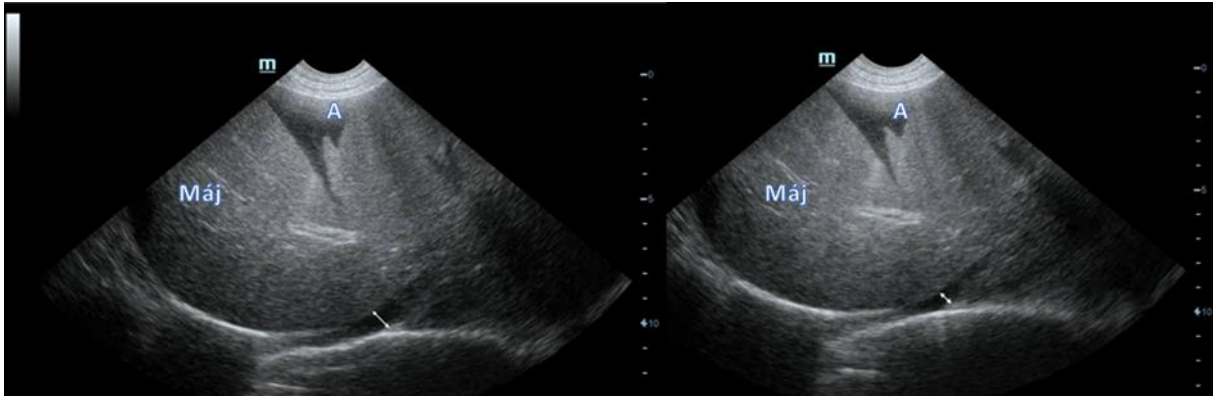
Az ultrahangvizsgálatok során először a szív és a vena cava caudalis ultrahangos megjelenését és a vena cava átmérőjének légzőmozgások során bekövetkező változását vizsgáltuk. A szívet jobb oldalról, standard síkokban ábrázoltuk. Ezt követően a vena cava caudalist a hasüreg felől, a rekeszen való áthaladásánál hosszmetzeti síkban jelenítettük meg, hát, illetve ferde jobb oldali fekvésben. A szív alakja, a septum helyzete, a bal pitvar és az aorta aránya, a bal kamra jobb kamrához viszonyított mérete, továbbá a vena cava tágasságának és összeesésének szubjektív megítélése alapján a már leírt ötfokozatú hidráltsági skálába soroltuk a kutyákat (szubjektív ultrahangos megítélés) (4. és 5. ábra).

4. ábra: Belégzési és kilégzési ultrahangfelvétel egy kutya májáról a hidráltsági állapot felméréséhez.



Magyarázat: A képen a májat és a vena cava caudalist (VCC) ábrázoltuk, ez utóbbi rekeszen (R) történő átmenetének helyén. A vena cava caudalis átmérője ugyanannak a májvénának (HV) a beömlésétől cranialisan mérve kilégzéskor (balra) és a belégzéskor (jobbra) nyilakkal jelölve. Jól megfigyelhető, hogy a vena cava alig változtatta átmérőjét a légzőmozgások során. Ez alapján az állat (amennyiben a cardialis eredetű pangást kizártuk) a hypervolaemia jeleit mutatja. EH= epehólyag

5. ábra: Belégzési és kilégzési ultrahangfelvétel egy kutya májáról a hidráltsági állapot felméréséhez.



Magyarázat: A képen egy megnagyobbodott máj látható és kis mennyiségű hasúri folyadék (A) is megfigyelhető.

A vena cava caudalis átmérője a kilégzéskor (balra) és a belégzéskor (jobbra) nyilakkal jelölve. Jól megfigyelhető, hogy belégzéskor a vena cava caudalis jelentősen összeesik. Ez alapján levonhatjuk a következtetést, hogy nincs túl hidratáltság, azaz fokozott centrális vénás nyomás, tehát feltehetően az ascitest sem hidrosztatikai nyomás fokozódása okozhatta.

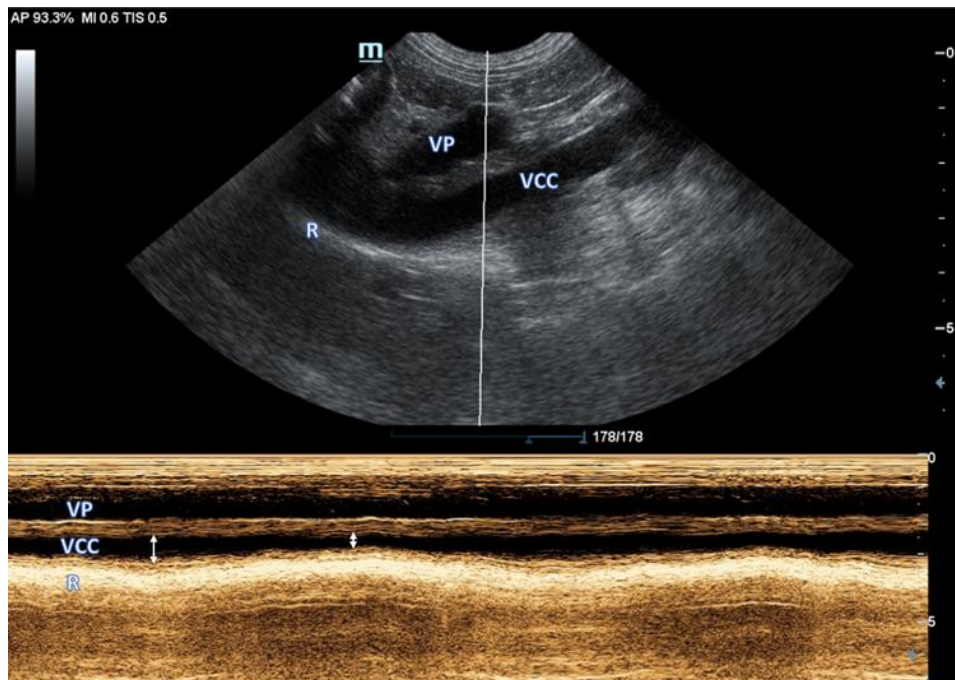
A vena cava felkeresése során kutyánként több, 3 vagy 6 másodperces felvételt készítettünk különböző légzési ciklusokban a későbbi elemzéshez. A felvételek kiértékelése során a rekesztől caudalisan, a májvéna vena cava caudalisba való belépése környékén megmértük, majd átlagoltuk a vena cava caudalis legnagyobb és legkisebb átmérőit, amelyeket milliméterben fejeztük ki. Ezekből az adatokból pedig a következő képlet segítségével kiszámoltuk a kollapszibilitási indexet:

$$\text{Kollapszibilitási index: } \frac{(\text{átlag maximális CVC átmérő}) - (\text{átlag minimális CVC átmérő})}{(\text{átlag maximális CVC átmérő})}$$

Annak ismeretében, hogy egészséges kutyákban az átlagos kollapszibilitási index 30% (Darnis et al., 2018), a B-módban mért indexek alapján is a fentebb részletezett öt kategóriába soroltuk a kutyákat a volumenstátusz jellemzésére (B-mód vizsgálatból mért kollapszibilitás alapján becsült hidráltság).

Néhány kutyában elvégeztük a vena cava caudalis M-mód vizsgálatát is. Ilyenkor a B-mód vizsgálat során felkeresett ér mérési helyének megfelelő pontjára irányítottuk az M-mód vonalat a 6. ábrán látható módon.

6. ábra: A vena cava caudalis (VCC) légzőmozgások során bekövetkező átmérő változásának vizsgálata M-mód ultrahangvizsgálat során



Magyarázat: Az M-mód felvételen jól látható, ahogy a rekeszvonala (R) elmozdul a belégzés során, amivel párhuzamosan a vena cava átmérője jelentősen csökken (nyilak). A vena cava-tól ventralisan a v. portae (VP) ábrázolódik.

A vena cava caudalis és az aorta keresztmetszeti megjelenítésére jobb oldalról került sor. Vizsgálatuk elsősorban az utolsó vagy utolsó előtti bordaközre helyezett transzducerral történt, melynek során a söntkeresésnél is használt síkban, keresztmetszetben ábrázoltuk az aortát, a vena cava caudalist és a vena portae-t. Mély mellkasú kutyák esetében a hasüreg felől, a jobb vese cranialis pólusánál történt a megfelelő kép megjelenítése. Több, 3 vagy 6 másodperces felvételt mentettünk el a későbbi kiértékeléshez. A felvételeket kockáról-kockára elemezve felkerestük azokat a pillanatokot, amikor maximális volt az aorta és a vena cava caudalis átmérője (7. ábra). Ezeken a pontokon megmértük az aorta és a vena cava caudalis maximális átmérőit (hossztengelyi átmérő) és az azokra merőleges legnagyobb átmérőket (rövidtengelyi átmérő), milliméterben kifejezve. Mindkét paraméter esetén 2-4 különböző mérést végeztünk, majd átlagoltuk a kapott eredményeket. Ezt követően az átlagos maximális átmérőkből kiszámoltuk az aorta és a vena cava caudalis keresztmetszeti területét az alábbi képletek segítségével.

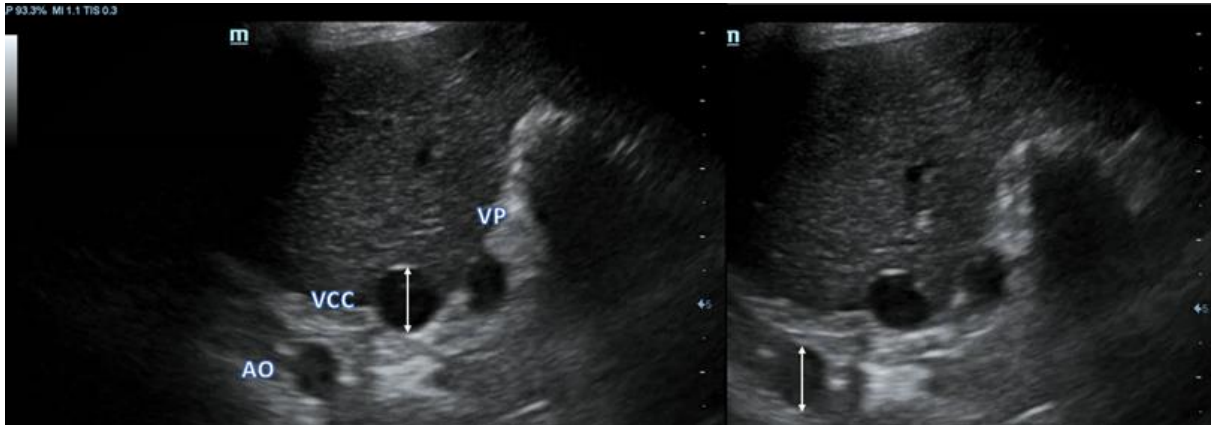
Átlagos aorta keresztmetszeti terület

$$= 3.14 \times (0.5 \times \text{átlagos maximális Ao átmérő})^2$$

Átlagos CVC keresztmetszeti terület

= $3.14 \times (0.5 \times \text{max. hossz tengelyi CVC átmérő}) \times (0.5 \times \text{max. rövid tengelyi CVC átmérő})$

7. ábra: Az aorta (AO), a vena cava caudalis (VCC) és a vena portae (VP) megjelenése, jobb oldali transversalis síkú metszetben



Magyarázat: A transzducer az utolsó két bordaköz egyikébe helyezve. A vena cava legnagyobb átmérőjét kilégzéskor (bal oldali kép, kettős nyíl) éri el, míg az aorta legnagyobb átmérője ettől gyakran eltérő időpillanatban, systole idején mérhető (jobb oldali kép, kettős nyíl).

Ezt követően a már meglévő adatainkból a következő aránypárokat hoztuk létre:

- a CVC maximális hossz tengelyi átmérője/aorta maximális átmérője
- a CVC maximális rövid tengelyi átmérője/aorta maximális átmérője
- a CVC területe/aorta területe

Végeredményben tehát a vena cava caudalis vizsgálata során az alábbi öt paramétert állapítottuk meg:

- CVC kollapszibilitás B-módban
- CVC kollapszibilitás M-módban
- CVC maximális hossz tengelyi átmérője/aorta maximális átmérője
- CVC maximális rövid tengelyi átmérője/aorta maximális átmérője
- CVC területe/aorta területe

4.3. A rezisztencia index mérése

A vese rezisztencia indexeket (RI) jobb oldalfekvésben, Doppler ultrahangvizsgálattal, konvex transzducer alkalmazásával határoztuk meg. A bal vese sagittalis síkú metszetében színes Doppler-ultrahangvizsgálattal jelenítettük meg az intrarenalis vérellátást. Az RI a renalis artériában, az arcuata vagy az interlobaris artériákban vizsgálható, a kutatásunk során ezek

közül leggyakrabban az arteria interlobarisokban sikerült megmérnünk. Túlnyomó részben a Doppler hullámok alapján, a „peak systolic velocity” és az „end diastolic velocity” kijelölését követően az ultrahangkészülék szoftvere automatikusan kiszámolta az RI-t, kisebb részben pedig manuálisan számítottuk ki az alábbi képlet alapján.

$$RI = \frac{(peak\ systolic\ velocity) - (end\ diastolic\ velocity)}{peak\ systolic\ velocity}$$

Az adott vese átlagos rezisztencia indexét 1-4 ismételt mérés alapján határoztuk meg.

4.4. Statisztikai analízis

A vizsgált kutyák adatainak rögzítése és az indexek kiszámítása Microsoft Office Excel 2013 programban történt. Az adataink kiértékeléséhez leíró statisztikát használtunk, az adatokat diagramokon ábrázoltuk és a vizuális elbíráláson túl, néhány a munkámban vizsgált paraméter között lineáris regresszióelemzéssel kerestünk összefüggéseket.

5. EREDMÉNYEK

A kutatásunk során mind a 21 vizsgált kutya esetében sikeresen megbecsültük azok hidráltsági állapotát a fizikális vizsgálat, továbbá a szív és a vena cava caudalis ultrahangos megjelenése és szubjektív megítélése alapján (3. táblázat). Minden kutyából vért vettünk, így a laboratóriumi paraméterek is minden esetben rendelkezésre álltak, azonban egy kutya esetén a Na-koncentrációt (és a számított ozmolalitást) mérési hiba miatt nem vehettük figyelembe.

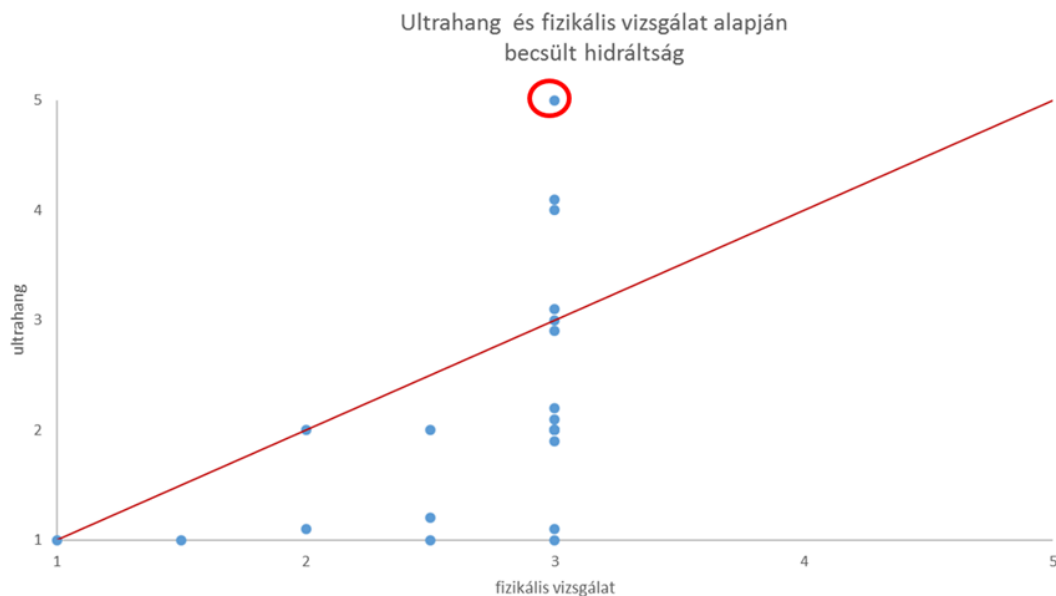
Állat neve	Testtömeg (kg)	Alapbetegség/tünet	fizikális vizsgálat	szív UH és CVC szubjektív megítélés	Ht, TP, Na
Gréti	2,7	mellkasi folyadékgyülem, mitralis endocardosis	3	1	3
Fifi	9,7	hepatopathia, haemoabdomen	2,5	1	4
Jancsi	9	mitralis endocardosis, tüdőödéma	2	1	4
Málna	31	vomitus, ataxia	3	1	3
Málna 2.	1,41	enteritis, akut veseelégtelenség, icterus	1	1	5
Kiara	43	polyneuropathia, neoplasma adrenalis	2,5	1	3
Sziszzi	2,3	tüdőödéma, „akut a krónikuson” veseelégtelenség	1,5	1	1
Etan/Hádész	42	haemorrhagiás gastroenteritis	3	2	3
Bella	46,6	ascites, hepatopathia, lymphoma	2,5	2,5	4
Lili	9	Cushing-kór	3	2,5	
Bogyó	7,4	cataracta	3	2	3
Vespa	12,4	thrombocytopenia, anaemia	3	2	3
Gombóc	13,5	hypothyreosis	3	2,5	2
Bosco	8	mitralis endocardosis, incontinentia	3	2	3
Bori	31,5	krónikus vesebetegség (CKD)	3	3	3
Whisky	9,2	CKD	3	3	3
Manfréd	13	enteritis	3	4	3
Bodza	20	CKD, proteinuria, hypertonia	3	4	3
Döme	68,6	dilatatiós cardiomyopathia	3	5	3
Szotyti	14,2	neurológiai eset, agyi elváltozás	3	3	3
Rio	39	thrombocytopenia	2	2,5	3,5

3. táblázat: A kutatásunk során vizsgált kutyák testtömegei, alapbetegségei, továbbá a hidráltási státuszuk megítélése 1-5-ig terjedő skálán a fizikális vizsgálat, a szív és a vena cava caudalis ultrahangos megjelenése és a vérvizsgálat három paramétere (Ht, TP, Na) alapján

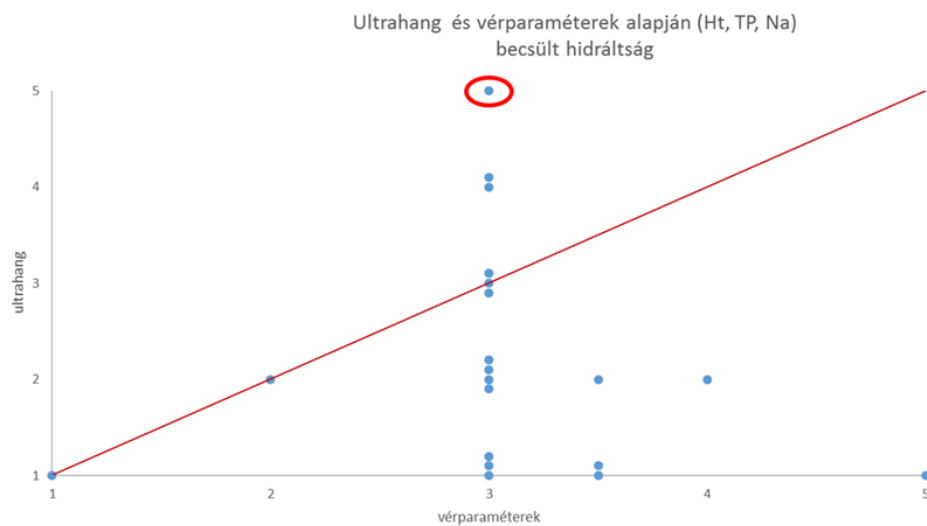
A fizikális vizsgálat alapján a kutyák 66,7%-a (14 kutya) normovolaemiásnak, míg 33,3%-a (7 eb) enyhén, vagy súlyosan dehidráltnak tűnt. A Ht, TP és Na vérbeli koncentrációjának együttes megítélése alapján a kutyák 65%-a (13 kutya) volt normovolaemiás, 25% (5 állat) túlhidrált, két kutya (10%) pedig dehidrált.

Az adatainkból kitűnik és a 8.-9. ábrákon is jól látható, hogy az ultrahangvizsgálat alapján gyakrabban állapítottunk meg dehidrátságot, mint a hagyományosan alkalmazott fizikális vagy vérvizsgálat során. Az ultrahangvizsgálat során mindössze három kutya tűnt túlhidráltnak a fizikálisan vagy vérvizsgálat alapján normovolaemiásnak becsültek közül. Ezek közül az egyiknél (piros karikával jelzett) a szívultrahangvizsgálat során súlyos szívelváltozást találtunk.

8. ábra: A fizikális vizsgálattal és ultrahangvizsgálattal megbecsült hidráltási állapot összehasonlítása



9. ábra: Az állatorvosi praxisban megszokott három vérparaméter (Ht, TP, Na) és a vena cava caudalis és a szív ultrahangvizsgálata alapján szubjektíven becsült hidráltási állapot.

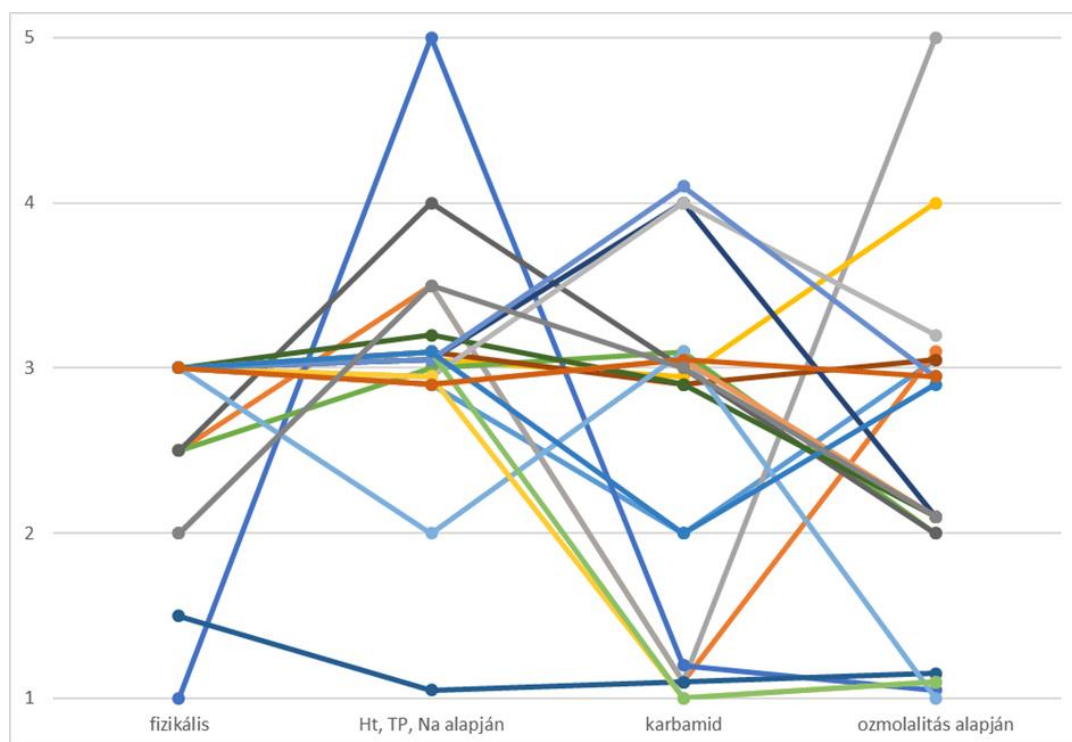


A karbamid vérbeli fiziológiás koncentrációja 9 kutyában normovolaemiára utalt (43%), 8 esetben (38%) az azotaemia alapján felmerült a dehidráció lehetősége, míg az alacsony karbamidszint alapján 4 állatnál (19%) gondoltunk túlhidráltásra.

A számított ozmolalitás fiziológiástól eltérő értéke alapján 11 kutyában (55%) hypovolaemiát, míg két kutyában (10%) túlhidráltást állapítottunk meg, a maradék hét esetben (35%) a fiziológiás érték normál hidráltásra utalt.

A 10. ábrán azt ábrázoltuk, hogy a 21 állat, fizikális és vérparaméterek alapján hagyományosan megbecsült hidráltsági állapota hogyan változott a karbamidkoncentrációjuk vagy számított ozmolalitásuk figyelembe vételével.

10. ábra: A vizsgálatunkban szereplő 21 kutya hidráltsági állapotának megítélése vérvizsgálat segítségével.



Magyarázat: A hagyományosan használt fizikális vizsgálattal és a vérvizsgálat paramétereiből (Na, TP, Ht) becsült hidráltsági értékek változása (bal oldali első két oszlop), a karbamid és a számított ozmolalitás figyelembe vételével.

Az ultrahanggal történő vizsgálatok során a 21 vizsgált kutya közül 20 esetben próbáltuk megmérni a vena cava caudalis összeesését B-mód ultrahangvizsgálat segítségével. Ebből 17 esetben sikerült meghatározni a kollapszibilitási indexet, két esetben feltehetően a hypovolaemia miatt nem volt felkereshető a vena cava caudalis a belégzés során, egy esetben pedig technikai okok miatt, utólag nem tudtuk kiértékelni az ultrahangfelvételt (véletlenül törlésre került). Öt kutyánál M-módban is felvettük a vena cava caudalis összeesését, hogy összehasonlítsuk, mennyire egyeznek az így mért eredmények a B-módban mértekkel. A kétféle módszerrel mért vena cava átmérők jelentősen különböztek, így a további elemzések során a szakirodalomban is gyakrabban alkalmazott B-módban mért indexeket vettük figyelembe. A vena cava caudalis és a szív szubjektív elbírálása alapján a kutyák 71,4%-át (15

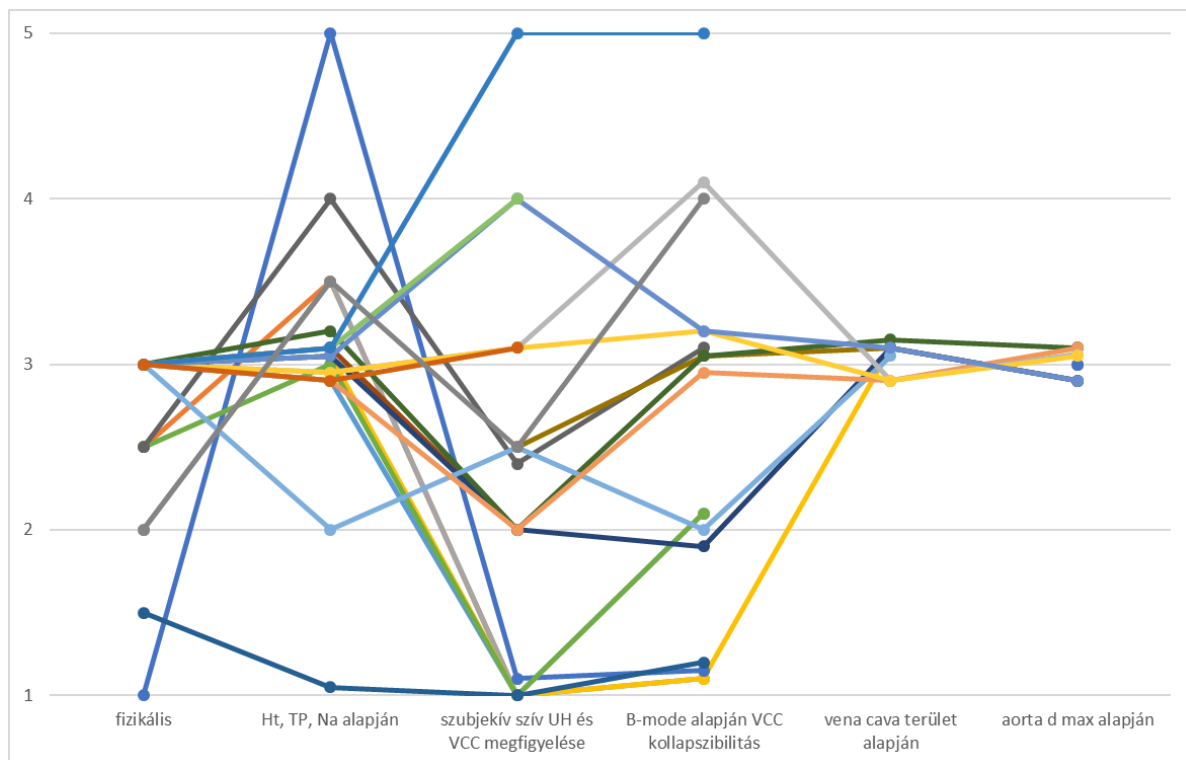
kutya) minősítettük dehidráltnak, 14,3%-ukat pedig normovolaemiásnak és ugyanennyi ebet hypervolaemiás állapotúnak (3-3 állat).

A keresztmetszeti átmérőket 18 esetben vizsgáltuk, melyből az aorta átmérőit 12 (72%), a vena cava caudalis átmérőit pedig 9 (50%) esetben sikerült megmérni.

Akinél lehetséges volt, az aorta maximális átmérőjét és a vena cava caudalis keresztmetszeti területét összehasonlítottuk a Darnis és munkatársai által egészséges kutyaiban, testtömegenként meghatározott referenciaértékekkel. Az általunk mért értékek kivétel nélkül a normál tartományon belül voltak, olyan kutyaiban is, akiket az ultrahangos vagy a fizikális vizsgálat alapján enyhén vagy súlyosabban dehidráltnak ítéltünk.

A 11. ábrán mutatjuk be, hogy az általunk vizsgált 21 kutya fizikális és vérparaméterek alapján hagyományosan megbecsült hidráltsági állapota hogyan változott az ultrahangvizsgálat figyelembe vételével.

11. ábra. A vizsgálatunkban szereplő 21 kutya hidráltsági állapotának megítélése hagyományosan módon és ultrahangvizsgálat segítségével.

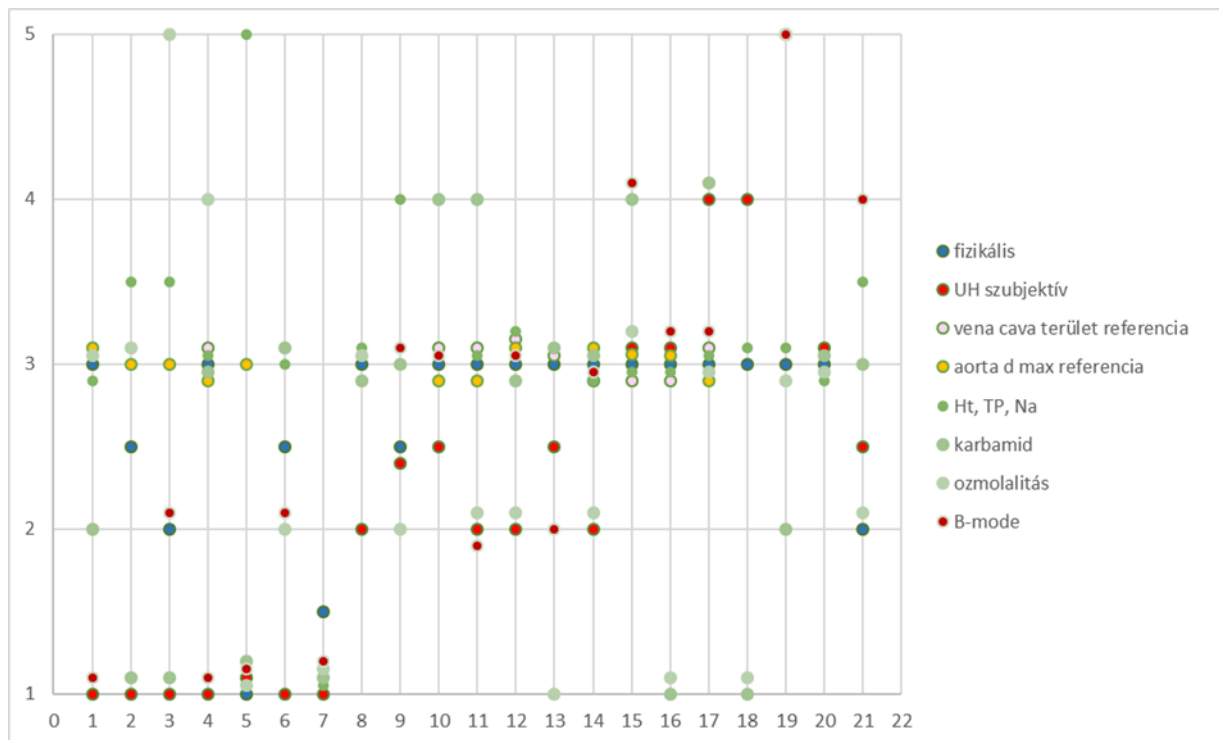


Magyarázat: A hagyományosan használt fizikális vizsgálattal és a vérvizsgálat paramétereiből (Na, TP, Ht) becsült hidráltsági értékek változása (bal oldali első két oszlop), a különféle ultrahangvizsgálati eljárások bevezetésével.

A vesék rezisztencia értékét 18 állatból 13-nál sikerült megmérni (72%). Kimondottan alacsony értéket (0,51; 0,56; 0,59), ami alapján felmerült a hypervolaemia gyanúja három kutyában találtunk, míg másik három esetben az emelkedett RI (0,8; 0,82; 0,85) rossz veseperfúzióra utalhatott, amelynek az egyik lehetséges oka a dehidráció.

Összefoglalásképpen a vizsgálatunkban szereplő 21 kutya hidráltsági állapotának megítélését, az általunk használt ötfokozatú skálán a 12. ábrán mutatjuk be.

12. ábra. A vizsgálatunkban szereplő 21 kutya hidráltsági állapotának megítélése különféle módszerekkel.

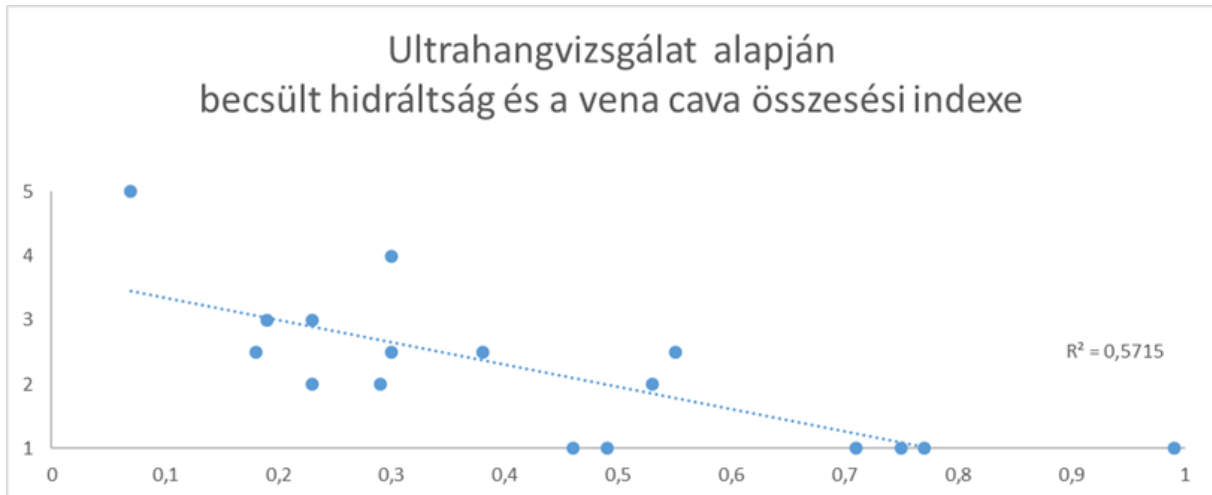


Magyarázat: A fizikális vizsgálattal becsült értékek kékkel, a vérvizsgálat paramétereiből becsültek (Na, TP, HT, karbamid, számított ozmolalitás) a zöld különféle árnyalataival jelölve. A vena cava caudalis és a szív méretének szubjektív megítéléséből és a vena cava területének és összeesési hányadosából számított értékek a piros árnyalataival megjelenítve, az aorta átmérőjének testtömeghez viszonyított arányából becsült értékek pedig sárgával jelölve.

Amint a 12. ábrán is látható, időnként jelentős eltérések voltak a kutyák különféle módszerekkel megítélt hidráltsági állapotának értékeiben. A különféle paramétereket páronként lineáris regresszióval vizsgálva sem találtunk összefüggést közöttük, néhány egyértelmű összefüggésen kívül. Például a számított ozmolalitás és a karbamidszint között természetesen találtunk összefüggést, hiszen ez utóbbinak meghatározója az előbbi. A B-mód ultrahangvizsgálat során a vena cava caudalis legnagyobb és legkisebb átmérőjéből számított összeesési index és a vena

cava szubjektív elbírálása is mutatott összefüggést (13. ábra), hiszen a szubjektív elbírálás során annak a becslése, hogy mennyire esik össze az ér, döntő szempont.

13. ábra: A szív és a vena cava caudalis kétdimenziós ultrahangos megtekintéséből becsült hidráltsági állapot és a vena cava caudalis összeesési indexének számított értékei közötti összefüggés.



A lineáris regresszióelemzéssel páronként vizsgált további paraméterek: a szubjektív megítélések (fizikális vizsgálat, ultrahangos megjelenés), a laboratóriumi értékek (Ht, TP, Na, karbamid, ozmolalitás), továbbá az ultrahanggal mért adatok (kollapszibilitási index, CVC/Ao indexek, RI) között egyik esetben sem találtunk jelentős korrelációt.

6. MEGBESZÉLÉS

A kutatásunk célja az volt, hogy lehetséges összefüggéseket keressünk a hidráltsági állapot szubjektív felmérése, a laboratóriumi értékek és az aorta és a vena cava caudalis ultrahanggal mért érátmérőiből számolt indexek között.

A mindennapi rutin során a fizikális vizsgálat és a laboratóriumi paraméterek alapján történik a hidráltsági státusz megítélése, ezek a módszerek azonban sokszor pontatlan következtetésekre vezetnek. Bizonyos laboratóriumi paraméterek, többek közt a Ht, a karbamid vagy a TP önálló vizsgálata jelentősen félrevezető lehet a folyadékhiánytartás megítélésében. A vérparaméterek és a fizikális vizsgálatból becsült hidráltság értékei között nem találtunk korrelációt. Ennek hátterében az állhat, hogy beteg kutyákat vizsgáltunk, így nemcsak a hidráltsági státusztól, hanem a háttérbetegségektől is függtek ezek az értékek. A vesebeteg kutyáknál például a karbamid, az anaemiás kutyáknál pedig a Ht értékek meglehetősen magasak. A Ht, TP és Na esetén a háttérbetegségekből adódó bizonytalanságokat úgy próbáltuk kiküszöbölni, hogy ennek a három paraméternek a változásait együttesen vizsgáltuk (a klinikus gondolkodásnak megfelelően) amikor az öt, hidráltsági állapotot jellemző kategóriákba csoportosítottuk a kutyákat. De még így is előfordult, hogy például a fizikális vizsgálatnál súlyosan dehidráltnak tartott állatnál, a három vérparaméter alapján túlhidráltság merült fel. A karbamid és az ozmolalitás bevezetése a hidráltság megítélésében sem javított a laboratóriumi értékekre alapozott döntésekben. Bár a már említett állatban e két paraméter helyesen jelezte a dehidrációt, máskor éppen a karbamid és az ozmolalitás alapján lehetett volna téves következtetést levonni.

Ezért tűztük ki célul az ultrahangvizsgálat bevezetését a hidráltság megítélésben, mivel ha a vena cava caudalis és az aorta ultrahanggal történő vizsgálata egy pontosabb és érzékenyebb módszernek bizonyulna, akkor lehetővé tenné az alaposabb állapotfelmérést és a precízebb folyadékterápia alkalmazását. A napi klinikai gyakorlatban a hidráltsági állapot becsülésére leggyakrabban használt módszereket (fizikális vizsgálat, vérvizsgálat) összevetve a vena cava caudalis ultrahangvizsgálatából becsült értékekkel (8-9. ábrák), elmondható, hogy az új módszer inkább lefelé (dehidráció) irányába módosította a vizsgált állataink volaemiás státuszának megítélését. A különféle ultrahangvizsgálat során mért és számított objektívabb érátmérők és összeesési index sem mutatott jobb összefüggést a hagyományos paraméterekkel. Bár az ultrahangvizsgálatokat minden esetben egy tapasztalt ultrahangos szakértő (témavezető) végezte, néhány esetben kifejezetten nehéz volt a vena cava caudalis és az aorta keresztmetszeti ábrázolása, és időnként az RI meghatározása. A vena cava caudalis könnyen összenyomható ér, illetve a hosszsmetszeti vizsgálatok során elmozdulhat a transzducertől

lateralis vagy medialis irányba, így megnehezíti a tényleges maximális átmérő meghatározását. A vena cava caudalis és az aorta keresztmetszetének megjelenítése sok esetben kihívást jelentett, így két különböző síkot is alkalmaztunk.

A kutatásunk során nem találtunk szignifikáns korrelációt a vena cava caudalis összeesési indexe, illetve az CVC/Ao arányok és a hagyományos paraméterek között. A kollapszibilitási index vizsgálata már széles körben elterjedt módszer az emberorvoslásban. Újabban az állatorvoslásban is egyre több tanulmány vizsgálja a használhatóságát a klinikumban, az eredmények szerint pedig ígéretesnek bizonyulnak. Az állatorvoslásban azonban az állatok méretbeli változatossága miatt kihívást jelent referenciatartományokat megállapítani a CVC és az aorta átmérőire, illetve belőlük számolt indexekre (Cambournac et al., 2018). Tudomásunk szerint eddig egy olyan tanulmány készült, aminek célja a testtömeg szerinti referencia értékek meghatározása volt egészséges kutyákban (Darnis et al., 2018). A kutatásunk során két vizsgált paraméterünket, a CVC keresztmetszeti területét és az aorta maximális átmérőjét tudtuk a megadott normálértékekhez hasonlítani. Bár a CVC maximális átmérőjére is sikerült normálértékeket megadniuk, ez a mi vizsgálatainktól eltérő ultrahangos síkban történt, ezért az elemzéseink során nem tudtunk azokra támaszkodni.

A vena cava caudalis szubjektív megítélése vagy objektív mérése során természetesen mindig meg kell vizsgálnunk a szívet is, hiszen egy jobbszívfél elégtelenségben szenvedő vagy pericardialis betegség miatti centralis pangás képe megegyezik a túlhidráltság ultrahangos megjelenésével. Erre a saját eseteink során is volt példa az egyik dilatációs cardiomyopathiában szenvedő kutya esetében. Az állat fizikális vizsgálata és laboratóriumi értékei alapján normovolaemiás volt, míg a vena cava tágassága a túlhidráltság benyomását keltette.

A kutatásunk során számos limitáció befolyásolhatta az eredményeinket. Az adatgyűjtési időszakunk a koronavírus járvány miatti korlátozások bevezetésével jelentősen lerövidült, így az esetszámunk a tervezettnél jóval kevesebb lett. A legnagyobb problémát az állatok hidráltsági állapotának objektív meghatározásának hiánya jelentette. Annak megítélésére, hogy az ultrahangvizsgálattal talált eltérő hidráltság valós vagy fals eredmény, mindenképpen szükség lenne a hidráltsági állapot objektív meghatározására. Erre azonban, objektív „gold standard” hiányában csak beállított kísérlettel (infúzió előtti és utáni ismételt vizsgálatok, transzfúzió miatti vérlebcsoátás előtti és utáni mérések) kerülhet sor, melyre a mostani, klinikai betegeken végzett vizsgálatok során nem volt mód. Vizsgálatom így előtanulmánynak (pilot study) tekinthető, amely azonban értékes adatokat szolgáltatott az eljárás beállításához szükséges jövőbeni kísérletekhez.

A kutatásunk eredménye alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy önmagában egyik vizsgált paraméter sem alkalmas arra, hogy minden esetben pontosan tükrözze a kutyák hidráltsági státuszát. Azonban a vena cava caudalis és az aorta átmérőjének arányából, továbbá a vena cava caudalis belégzéskor és kilégzéskor mért átmérőjének változásából nagyobb biztonsággal következtethetünk a folyadékhiánytartás aktuális állapotára. Véleményünk szerint a hidráltsági státusz felmérése során érdemes lenne vizsgálni a szív és a vena cava caudalis ultrahangos megjelenését és az utóbbi összeesését. A szakirodalmi adatok szerint a szubjektív megítélésen túl a kollapszibilitási index és a CVC/Ao arányának mérése is ígéretes lehet a folyadékhiánytartás vizsgálatában, ennek igazolására további kutatásokat tartunk szükségesnek, melyekben hasznosíthatók lehetnek a jelenlegi tanulmány során szerzett tapasztalataink.

7. ÖSSZEFOGLALÓ

A betegek hidráltsági állapotának ismerete rendkívül fontos a páciensek folyadékterápiás igényének pontos meghatározásához. A hidráltsági állapot becslésére a klinikai gyakorlatban leggyakrabban a fizikális vizsgálatot és a vér bizonyos laboratóriumi paramétereinek kiértékelését használjuk. Sajnos azonban ezek az eljárások se nem kellően érzékenyek, se nem elég specifikusak ahhoz, hogy belőlük minden esetben pontos következtetéseket vonhassunk le az állatok folyadékháztartásáról. Újabban mind az ember-, mind az állatorvoslásban felmerült a vena cava caudalis és az aorta átmérőinek mérése ultrahang segítségével, amely értékes adatokkal szolgált dehidrált, túlhidrált, illetve akut folyadékvesztéses állapotok megítélésében.

A kutatásunk célja az volt, hogy lehetséges összefüggéseket keressünk a hidráltsági állapot szubjektív felmérése, a laboratóriumi értékek és az ultrahanggal mért érátmérőkből számolt indexek között. A kutatásunkban összesen 21 klinikai beteg kutyát vizsgáltunk. A fizikális vizsgálat, továbbá a szív és a vena cava caudalis ultrahangos megjelenése alapján létrehoztunk egy szubjektív skálát az állatok hidráltsági állapotának jellemzésére. Ezután megmértük a vena cava caudalis és az aorta átmérőjét hossz- és keresztmetszetben, továbbá a vena cava caudalis átmérőjének változását a légzőmozgások során (kollapszibilitási index). Doppler ultrahangvizsgálat során, ahol lehetséges volt, megmértük a vesék rezisztencia indexét (RI) is. Az állatokból vért vettünk a hematokrit érték és az összfehérje-koncentráció meghatározásához, illetve az ozmolalitás kiszámolásához. Az ultrahangvizsgálat és a vérvizsgálat során mért paramétereket összevetettük az állatok már korábban megállapított hidráltsági státuszával.

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy önmagában egyik vizsgált vérparaméter vagy ultrahanggal mért érátmérő sem alkalmas arra, hogy belőlük minden esetben meghatározhassuk az állatok hidráltsági állapotát. Azonban a vena cava caudalis és az aorta átmérőjének arányából, továbbá a vena cava caudalis belégzéskor és kilégzéskor mért átmérőjének változásából nagyobb biztonsággal következtethetünk a folyadékháztartás aktuális állapotára. Kutatásunk eredményei és a korábban publikált vizsgálatok alapján javasoljuk, hogy a kisállatok folyadékpótlásának megállapításához, monitorozásához a fizikális, és a vérvizsgálat mellett a jövőben a vena cava caudalis ultrahangos mérését is érdemes elvégezni.

8. SUMMARY

Comparison of different methods to assess the hydration status

in canine clinical patients

Accurate assessment of the hydration status is critical in order to adjust fluid therapy to the patients' needs as precisely as possible. Physical examination and the measurement of certain laboratory values are the most widely used methods to evaluate hydration status in everyday clinical practice. However, these methods are neither sensitive nor specific enough to draw exact conclusions about the animals' fluid homeostasis. In both human and veterinary medicine ultrasound measurements of the caudal vena cava and aorta diameters have recently emerged as potentially valuable parameters in assessing dehydration, fluid overload or acute volume loss.

The aim of my study was to reveal possible associations between the subjective estimation of hydration status, laboratory values and indices calculated from the sonographic measurements of vessel diameters. We included 21 clinically ill dogs in our research. We established a subjective scale for characterising the patients' hydration status, based on physical examination and the sonographic appearance of the heart and the caudal vena cava. Subsequently, we measured the diameters of the caudal vena cava and the aorta in both longitudinal and transverse views along with the changes of caudal vena cava diameters during respiration, known as the collapsibility index. Wherever possible, we also obtained the renal resistive indices (RI) by Doppler ultrasonography. Then we measured hematocrit values, total protein levels and calculated osmolality values from the collected blood samples. Lastly, we compared the obtained sonographic and laboratory parameters to the subjective evaluation of hydration status previously established.

Our results suggest that none of the acquired laboratory values and the measured vessel diameters were accurate enough to assess of the animals' hydration status on their own. However, by measuring and calculating the ratios of caudal vena cava and aorta diameters as well as the changes in caudal vena cava diameters during respiration, we could evaluate the actual hydration status with greater certainty. Based on our results and previously published studies, we recommend the sonographic assessment of the caudal vena cava along with physical examination and blood analysis in guiding and monitoring fluid resuscitation in small animals.

9. IRODALOMJEGYZÉK

- Atata, J.A., Esievo, K.A.N., Adamu, S., Abdulsalam, H., Adam, M., Chiroma, M.A., Avazi, D.O., 2019: Haematological and biochemical parameters of clinically dehydrated and euhydrated dogs. *Sokoto J. Vet. Sc.*, 16(4): 73-78.
- Bertolotto, M., Moro, U., Gioulis, E., Lodolo, C., Lissiani, A., 1999: Changes of renal resistive index in response to hydration and diuretic administration in normal subjects and in patients with small ureteral stone. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 18(12): 819–825.
- Cambournac, M., Goy-Thollot, I., Violé, A., Boisvineau, C., Pouzot-Nevoret, C., Barthélemy, A., 2018: Sonographic assessment of volaemia: development and validation of a new method in dogs. *J Small Anim Pract*, 59(3): 174–182.
- Cavanagh, A. A., Sullivan, L. A., Hansen, B. D., 2016: Restrospective evaluation of fluid overload and relationship to outcome in critically ill dogs. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 26(4): 578-586.
- Choi, Y.A., Kwon, H., Lee, J.H., Jung, J.Y., Choi, Y.J., 2018: Comparison of sonographic inferior vena cava and aorta indexes during fluid administered in children. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(9): 1529–1533.
- Ciozda, W., Kedan, I., Kehl, D.W., Zimmer, R., Khandwalla, R., Kimchi, A., 2016: The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*, 14(1): 33.
- Claire-Del Granado, R., Mehta, R.L., 2016: Fluid overload in the ICU: evaluation and management. *BMC Nephrology*, 17(1): 109.
- Darnis, E., Boysen, S., Merveille, A-C., Desquilbet, L., Chalhoub, S., Gommeren, K., 2018: Establishment of reference values of the caudal vena cava by fast-ultrasonography through different views in healthy dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(4): 1308-1318.
- Davis, H., Jensen, T., Johnson, A., Knowles, P., Meyer, R., Rucinsky, R., Shafford, H., 2013: AAHA/AAFP Fluid Therapy Guidelines for Dogs and Cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 49(3): 149–159.
- DiBartola, S. P., 2012: Fluid, electrolyte and acid-base disorders in small animal practice. 4th ed. St. Louis, Saunders Elsevier. 1520 p.
- Dipti, A., Soucy, Z., Surana, A., Chandra, S., 2012: Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *The American Journal of Emergency Medicine*, 30(8): 1414-1419.
- Hansen, B., DeFrancesco, T., 2002: Relationship between hydration estimate and body weight change after fluid therapy in critically ill dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 12(4): 235-243.
- Hayajneh, W.A., Jdaitawi, H., Al Shurman, A., Hayajneh, Y.A., 2010: Comparison of Clinical Associations and Laboratory Abnormalities in Children With Moderate and Severe Dehydration. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 50(3): 290–294.
- Hayuanta, H.H., 2016: Can Hemoglobin-Hematocrit Relationship Be Used to Assess Hydration Status? *CDK*, 43(2): 4.
- Jauregui, J., Nelson, D., Choo, E., Stearns, B., Levine, A.C., Liebmann, O., Shah, S.P., 2014: The BUDDY (Bedside Ultrasound to Detect Dehydration in Youth) study. *Crit Ultrasound J*, 6(1): 15.
- Jeusette, I., Greco, D., Aquino, F., Dettleux, J., Peterson, M., Romano, V., Torre, C., 2010: Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. *Research in Veterinary Science*, 88: 227-232.
- Kelm, D.J., Perrin, J.T., Cartin-Ceba, R., Gajic, O., Schenck, L., Kennedy, C.C., 2015: Fluid Overload in Patients With Severe Sepsis and Septic Shock Treated With Early Goal-Directed Therapy Is Associated With Increased Acute Need for Fluid-Related Medical Interventions and Hospital Death. *Shock*, 43(1): 68–73.
- Kushner, R.F., Gudivaka, R., Schoeller, D.A., 1996: Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64(3): 423S-427S.

- Kutty, S., Li, L., Hasan, R., Peng, Q., Rangamani, S., Danford, D.A., 2014: Systemic Venous Diameters, Collapsibility Indices, and Right Atrial Measurements in Normal Pediatric Subjects. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 27(2): 155–162.
- Kwak, J., Yoon, H., Kim, J., Kim, M., Eom, K., 2018: Ultrasonographic measurement of caudal vena cava to aorta ratios for determination of volume depletion in normal beagle dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 59(2): 203–211.
- Kwon, H., Jung, J.Y., Lee, J.H., Kwak, Y.H., Kim, D.K., Jung, J.H., Chang, I.W., Kim, K., 2016: Sonographic aorta/IVC cross-sectional area index for evaluation of dehydration in children. *The American Journal of Emergency Medicine*, 34(9): 1840–1844.
- Lee, S., Park, N., Kim, J., Eom, K.-D., 2014: Doppler ultrasonographic evaluation of renal arterial resistive and pulsatility indices in overhydrated Beagles. *American Journal of Veterinary Research*, 75(4): 344–348.
- Lyon, M., Blaivas, M., Brannam, L., 2005: Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss. *The American Journal of Emergency Medicine*, 23(1): 45–50.
- Marshall, K. A., Thomovsky, E. J., Brooks, A. C., Johnson, P. A., Lim, C. K., Heng, H. G., 2018: Ultrasound measurements of the caudal vena cava before and after blood donation in 9 greyhound dogs. *Can Vet J*, 59: 973-980.
- Nelson, R. W., Couto, C. G. (Eds.), 2013: *Small Animal Internal Medicine*. 5th ed. St. Louis, Mosby. 1511 p.
- Novellas, R., Espada, Y., De Gopegui, R.R., 2007: Doppler ultrasonographic estimation of renal and ocular resistive and pulsatility indices in normal dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound*, 48(1): 69–73.
- Plunkett, S. J., 2013: *Emergency procedures for the small animal veterinarian*. 3rd ed. Edinburgh, New York, Saunders Elsevier. 890 p.
- Shaoul, R., Okev, N., Tamir, A., Lanir, A., Jaffe, M., 2004: Value of laboratory studies in assessment of dehydration in children. *Annals of Clinical Biochemistry*, 41(3): 192–196.
- Shirreffs, S.M., 2003: Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr*, 57(2): 6-9.
- Shokeir, A.A., Provoost, A.P., El-Azab, M., Dawaba, M., Nijman, R.J.M., 1996: Renal Doppler ultrasound in children with normal upper urinary tracts: effect of fasting, hydration with normal saline, and furosemide administration. *Urology*, 47(5): 740-744.
- Thanakitcharu, P., Charoenwut, M., Siritiwatanakul, N., 2013: Inferior Vena Cava Diameter and Collapsibility Index: A Practical Non-Invasive Evaluation of Intravascular Fluid Volume in Critically-Ill Patients. *J Med Assoc Thai*, 96(3): 9.
- Thrall, M. A., Weiser, G., Allison, R. W., Campbell, T. W. (Eds.), 2012: *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. 2nd ed. Oxford, Wiley-Blackwell. 775 p.
- Tublin, M.E., Bude, R.O., Platt, J.F., 2003: The Resistive Index in Renal Doppler Sonography: Where Do We Stand? *American Journal of Roentgenology*, 180(4): 885–892.
- Vörös K., 2019: *A kutyák és a macskák betegségei*. 1. kiadás. Budapest, MÁOK Kft. 960 p.
- Yaguiyan-Colliard, L., Daumas, C., Bousbiat, S., Jaffrin, M., Cardot, P., Grandjean, D., Priymenko, N., Nguyen, P., Roux, F., 2015: Indirect prediction of total body water content in healthy adult Beagles by single-frequency bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Veterinary Research*, 76(6): 547–553.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretném megköszönni témavezetőmnek és mentoromnak, Dr. Manczur Ferencnek az áldozatos munkáját, a folyamatos segítséget, támogatást és tanítást, amit a kutatás ideje alatt kaptam. Emberséges hozzáállásával, segítőkészségével és szakmai tudásával lehetővé tette a dolgozatom elkészülését.

Hálás vagyok továbbá Dr. Falus Fruzsinnak és Dr. Szabó Korinnának, akiktől szintén sokat tanulhattam az elmúlt időszakban. Köszönöm a segítségüket és a lehetőséget, hogy bekapcsolódhattam a munkájukba.

Köszönettel tartozom az Állatorvostudományi Egyetem Belgyógyászati Tanszék és Klinikáján belül Dr. Boros Mártonnak, továbbá a Műszeres Diagnosztikai Egység és az Intenzív Osztály munkatársainak a vizsgálatok elvégzésében és az adatgyűjtés során nyújtott segítségükért.

Köszönöm az Állatorvostudományi Egyetem kisállatklinikai laboratóriumának munkatársainak a laboreredmények elkészítését, melyek lehetővé tették a gyűjtött vérminták elemzését.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap (ESZA) társfinanszírozásával valósult meg (a támogatási szerződés száma: AZ EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005, címe: Tudományos utánpótlás erősítése a hallgatók tudományos műhelyeinek és programjainak támogatásával, a mentorálás folyamatának kidolgozásával).

HuVetA
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT*

Név: SOMLAI JÚLIA
 Elérhetőség (e-mail cím): somlajulia@gmail.com
 A feltöltendő mű címe: A hidroakustika állapot megítéléséről
alkalmazott különböző módszerek elméleti összehasonlítása *Eutya éleves*
 A mű megjelenési adatai: TDK dolgozat, 2020
 Az átadott fájlok száma: 1

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltatssa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA egynél több (csak a HuVetA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot tároljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrész mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban -ban tárolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- az Állatorvostudományi Egyetem belső hálózatára (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),

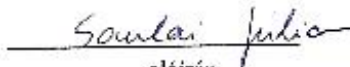
Kérjük, nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:

Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA füzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénysértő módon visszaélne.

Budapest, 2020 év10..... hó ...25... nap


aláírás
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

A HuVetAMagyar Állatorvos-tudományi Archivum – Hungarian Veterinary Archive az Állatorvostudományi Egyetem Hutjra Ferenc Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett egyetemi és szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és -történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.

A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;
- a magyar állatorvosok publikációjára történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impact faktorának növelése;
- az Állatorvostudományi Egyetem és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,
- a nyílt hozzáférés támogatása.

Nyilatkozat a TDK és a diplomamunka azonosságáról

Alulírott SOMLAI JÚLIA nyilatkozom, hogy diplomamunkám,
melynek címe A hidráltásági állapot megikléseve alkalmazott különböző
módszerek klinikai összehasonlítása kutyákban
tartalmi és formai szempontból teljes mértékben megegyezik az azonos című, a 2020...
évi TDK konferencián szerepelt dolgozatommal.

Budapest, 2020. 11. 17......

SOMLAI JÚLIA
Somlai Júlia

a hallgató neve és aláírása

Témavezetői nyilatkozat

Alulírott ...dr. Manczur Ferenc, mint témavezető nyilatkozom, hogy ...Somlai Júlia.. állatorvostan-hallgató **„A hidráltsági állapot megítélésére alkalmazott különböző módszerek klinikai összehasonlítása kutyákban”** c. dolgozata részt vehet az Állatorvostudományi Egyetem 2020. évi Tudományos Diákköri Konferenciáján.

Budapest, 2020.10.23.



.....
témavezető