

Állatorvostudományi Egyetem
Állatorvostudományi Doktori Iskola

**Egyes egzotikus emlősök megbetegedéseinek
vizsgálata és azok életkori sajátosságai**

PhD értekezés

Dr. Nógrádi Anna Linda

2020

Témavezetők:

.....

Prof. Dr. Németh Tibor PhD, dipECVS

Tanszékvezető egyetemi tanár

Állatorvostudományi Egyetem, Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika

témavezető

.....

Dr. Gál János PhD, dipECZM(herp)

Tanszékvezető egyetemi docens

Állatorvostudományi Egyetem, Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszék

témavezető

Készült 8 példányban. Ez a sz. példány.

.....

dr. Nógrádi Anna Linda

Tartalomjegyzék

1. Rövidítések jegyzéke	5
2. Összefoglalás	6
3. Bevezetés	9
4. Heveny gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás okainak és kialakulásának vizsgálata tengerimalacban (<i>Cavia porcellus</i>)	13
4.1. Célkitűzés.....	13
4.2. Irodalmi áttekintés	13
4.2.1. A gyomorcsavarodás általános jellemzői.....	13
4.2.2. Gyomorcsavarodás jellemzői tengerimalacban	14
4.2.3. A szakirodalomban közölt gyomorcsavarodásos esetek tengerimalacban .	15
4.3. Anyag és módszer.....	16
4.3.1. A vizsgálatba vont állatok.....	16
4.3.2. Diagnosztikai képalkotó eljárások	16
4.3.3. Premedikáció és műtéti előkészítés	16
4.3.4. Műtéti és posztoperatív kezelés	17
4.4. Eredmények	19
4.4.1. Diagnosztikai képalkotó eljárások eredményei	22
4.3.2. Kórbonctani vizsgálat.....	25
4.4.3. A műtött tengerimalacok eredményei	26
4.5. Megbeszélés	27
5. Az inhalációs gázkeverék melegítésének hatása nyulak (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) és tengerimalacok (<i>Cavia porcellus</i>) intraoperatív testhőmérsékletére	31
5.1. Célkitűzés.....	31
5.2. Irodalmi áttekintés	31
5.2.1. Az altatási kockázat különböző fajokban	31
5.2.2. Az altatási kockázat és a hipotermiát befolyásoló tényezők	32
5.2.3. A hőveszteség módjai.....	34
5.3. Anyag és módszer.....	36

5.4. Eredmények	38
5.5. Megbeszélés	40
6. Könnytermelés mérés vizsgálati módszerének és referenciaértékek kidolgozása módosított Schirmer könny tesztrel tengerimalacban (<i>Cavia porcellus</i>).....	43
6.1. Célkitűzés.....	43
6.2. Irodalmi áttekintés	43
6.2.1. A tengerimalac szemének anatómiai sajátosságai	43
6.2.2. A tengerimalacok C-vitamin igénye	45
6.2.3. A könny szerepe, alkotóelemei	45
6.2.4. Pislogás	45
6.2.5. Keratoconjunctivitis sicca (KCS)	46
6.2.6. A Schirmer könny teszt (STT) és a fenol vörös teszt (PRT).....	46
6.2.7. KCS kezelési lehetőségek	48
6.2.8. Schirmer könnyteszt mérési módszerek és eredmények tengerimalacokban	49
6.3. Anyag és módszer.....	54
6.4. Eredmények	59
6.5. Megbeszélés	61
7. Új tudományos eredmények	67
8. Irodalomjegyzék.....	69
9. A doktori kutatás eredményeinek közlései	73
10. Köszönetnyilvánítás	77

1. Rövidítések jegyzéke

CTT	corneal touch threshold, cornea érintési küszöbértéke
CsA	Cyclosporin A
db	darab
E. cuniculi	<i>Encephalitozoon cuniculi</i>
IOP	intraocular pressure, szemnyomás
KCS	keratoconjunctivitis sicca, száraz szem betegség
mSTT	módosított Schirmer könnyeszt
mm	milliméter
mp	másodperc
mtsai	munkatársai
OD	oculus dexter, jobb szem
OS	oculus sinister, bal szem
PFL	palpebral fissure length, szemrés hossz
PRT	phenol red test, fenol vörös teszt
PTF	precorneal tear film, precornealis könnyréteg
SD	standard deviation, átlagos eltérés
STT	Schirmer tear test, Schirmer könnyeszt

2. Összefoglalás

Az egzotikus társállatok tartása az elmúlt évtizedben robbanásszerű terjedést mutat. A nyulak, csincsillák, vagy akár patkányok és egerek a városban élő és társra vágyó emberek számára új lehetőségeket nyitottak, mivel viszonylag könnyen és kis helyen tarthatók.

Magyarországon a kedvtelésből tartott egzotikus állatfajok gyakoriságáról hiteles benyomást kaphatunk az Állatorvostudományi Egyetem Patológiai Tanszékén 1993 és 2016 között boncolt egzotikus állatok száma alapján, amelyek között a nyulak és a rágcsálók közül a tengerimalacok sokkal magasabb számban fordultak elő, mint az összes többi faj. Ennél a két fajnál a szervrendszerek szerinti elhullási okokat vizsgálva látható, hogy a két leggyakoribb halálok emésztőrendszeri és légzőszervi megbetegedésekre vezethető vissza.

Tudományos értekezésemben a két leggyakrabban tartott kedvtelésből tartott egzotikus állatfajjal, a nyúllal és a tengerimalaccal kapcsolatos három, a legjelentősebb kutatási eredményemet bemutató tanulmányt részletezem, melyeknek többek között emésztőszervi és légzőszervi vonatkozásai is vannak.

Az első kutatásom a heveny gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás okainak és kialakulásának vizsgálata tengerimalacban. Az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszékére klinikai ellátás céljából beérkezett tengerimalacoknál 8 esetben diagnosztizáltunk gyomormegterhelést és következményes gyomorcsavarodást. A gyomorcsavarodást exploratív laparotomia, illetve egy esetben patológiai vizsgálattal diagnosztizáltuk. További 4 esetben valószínűsíthető volt a gyomorcsavarodás fennállása a tünetek, radiológiai vizsgálat és a kezelésre való reakció alapján, de a tulajdonosok nem járultak hozzá az exploratív laparomiához, illetve a végleges elaltatás után a kórbonctani vizsgálathoz sem.

Megállapítottam, hogy a gyomormegterhelés és következményes -csavarodás tengerimalacokban a korábbi szakirodalmi adatokkal ellentétben nem a fiatal nőstény egyedeire jellemző megbetegedés, hanem a középkorú és idősebb állatokban fordul elő, nemtől függetlenül. Ez egy súlyos, akut lezajlású, legtöbbször fatális kimenetelű megbetegedés, melynek a háttérben egy biztos és konkrét ok nem nevezhető meg. A legtöbb esetben több tényező figyelhető meg egy-egy eset kialakulásának kapcsán. A megfigyeléseink és a szakirodalmi adatok szerint is az egyetlen megoldási lehetőség a

műteti repozíció, aminek eddigi tapasztalataink szerint alacsony a túlélési esélye. A túlélés vélhetően nagyban javítható a kórkép gyors felismerésével és azonnali műteti ellátásával.

A második kutatásom az inhalációs gázkeverék melegítésének hatását vizsgálta nyulak és tengerimalacok intraoperatív testhőmérsékletére. A kutatás során vizsgáltam, hogy milyen hőmérsékletkülönbség mérhető műtét közben nyulak és tengerimalacok testhőmérsékletében, ha az altatógép ún. „Y”-darabjának 80 cm-es szakaszát átvezetem egy 40°C-os vizes közegen, összehasonlítva a kontrollcsoporttal, ahol ez nem történik meg. Továbbá a kutatás részét képezte egy olyan költséghatékony és biztonságos technika kifejlesztése, amely használható altatómaszkkal anesztéziában részesített tengerimalacok és nyulak intraoperatív kihűlésének csökkentésére.

A vizsgálatok az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszékén történtek. A vizsgálatba 20 nyulat és 20 tengerimalacot vontam be. Ezek mindegyike tulajdonossal rendelkező, műteti beavatkozást igénylő páciens volt. A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatások során mind tengerimalacoknál, mind nyulaknál végig lényegesen nagyobb volt a hővesztés, mint a melegített gázkeverékkel végzett beavatkozás során. A 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás során a tengerimalacok hőmérséklet-csökkenése elérte a 2,2°C-ot, míg a melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak 1,2°C volt. A nyulak esetében is hasonló tendenciát lehet megfigyelni, náluk a 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatásnál a hőmérséklet-csökkenés 2,4°C volt. Melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak 1,1°C volt.

A harmadik kutatásomban a könnytermelés mérés vizsgálati módszerének és referenciaértékek kidolgozását végeztem módosított Schirmer könnyteszttel tengerimalacban. 81 tengerimalacot vizsgáltam az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszék klinikájára érkező betegek közül. Csak az egészséges szemű, vagy más állatoknál bizonyítottan a könnytermelést nem befolyásoló elváltozással rendelkező állatok vettek részt a vizsgálatban. A kereskedelmi forgalomban lévő tesztcsík szélességét két helyen megmértem és a közepét megjelöltem, majd két 2,5x35 mm darabba vágtam. Ennek segítségével mértem meg a kísérletben részt vevő állatok könnytermelését és az eredményeket 30 mp, illetve 60 mp elteltével feljegyeztem.

Megállapítottam, hogy a fiatal állatok könnytermelése alacsonyabb, mint az egyéves kor feletti tengerimalacoké. A módosított Schirmer könnyeszt csík jól használható tengerimalacoknál és segítségével a száraz szem betegség diagnosztizálható. A jobb és bal szem közötti könnytermelés összefügg, de érdemes mindkét oldali könnytermelést megmérni, ha lehetséges 60 mp-ig, de ha nincs erre lehetőség 30 mp is elég. Az általam megállapított referenciaértékeknél normális könnytermelésnek mondható a 8 mm feletti eredmény 30 mp-nél, és 10 mm feletti eredmény 60 mp-nél. Az 5-8 mm-es eredményt 30 mp-nél és 6-10 mm-es eredményt 60 mp-nél a klinikai tünetekkel együtt kell elbírálni. A referenciaértékek alapján KCS-t tudtam diagnosztizálni tengerimalacban.

3. Bevezetés

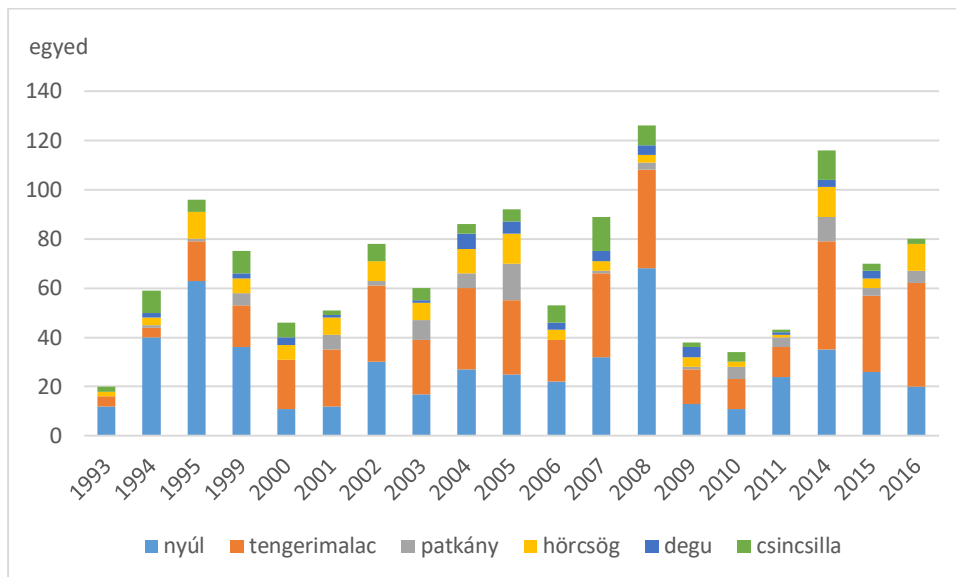
Az egzotikus társállatok tartása az elmúlt évtizedben robbanásszerű terjedést mutat. A régebben húsfogyasztásra, kis ketrecekben nevelt nyulak, szőrük miatt tartott csincsillák, vagy akár a kártevőnek számító patkányok és egerek a városban élő és társra vágyó emberek számára új lehetőségeket nyitottak. A rohanó világban, sokszor túlórázó és városi elszigeteltségben élő embereknek egyre nagyobb igényük van arra, hogy otthon valamilyen élőlény várja őket, amikor hazaérnek.

Az egzotikus kisemlősök viszonylag könnyen és kis helyen tarthatók. Megjelenésüket tekintve kicsik, szőrösek, szeretetre méltóak és általában kezesek, ezáltal megadják az embereknek azt, amire egy hosszú nap után vágnak. Egy másik ok, amiért az egzotikus emlősök elterjedtek, hogy nagyon gyakran gyerekek mellé veszik az emberek. Minden gyerek előbb-utóbb szeretne egy állatot. Ez felelősséggel jár, amit egy szülő például kutya esetében nem könnyen tud felvállalni. Ugyanakkor az egzotikus emlősök közül a legtöbb nem ideális választás kisgyerekek mellé. Ennek ellenére nyulat, hörcsögöt vagy tengerimalacot vásárol a legtöbb szülő. Bár ez elsődlegesen a városi családokra jellemző, egyre jobban terjed az egzotikus emlősök tartása vidéken is.

Nyugat-Európában a nyúl a harmadik leggyakrabban tartott társállat a kutya és a macska után. A többi egzotikus emlősállat csak ezután következik. Az egzotikus emlősök otthoni tartásának elterjedése magával hozta az igényes állatorvosi ellátásra való tulajdonosi igényt. A tulajdonosok szinte családtagnak tekintik ezeket az állatokat, és hajlandók az állat értékének a többszörösét állategészségügyi szolgáltatásra költeni. Cserébe magas szintű állatorvosi ellátást várnak el. A tulajdonosok ezen felül igénylik, hogy az állatuk minél tovább velük legyen. Ez számos kérdést felvet, különösen az idős kort megért állatok esetében. Az egzotikus állatok nagyfokú elterjedtsége ellenére a szakirodalomban alig találni fajokra és korra lebontott, betegségeket és az állatok hosszú, időskori jólétét biztosító diagnosztikáját és kezelését leíró forrásokat. Az egzotikus állatorvoslás a kisállatoknál már évtizedek alatt megszerzett elméleti tudáshoz és gyakorlati tapasztalathoz képest gyermekcipőben jár. Az egzotikus állatok orvoslása egy dinamikusan fejlődő ágazat nagyon sok, még nem kutatott területtel.

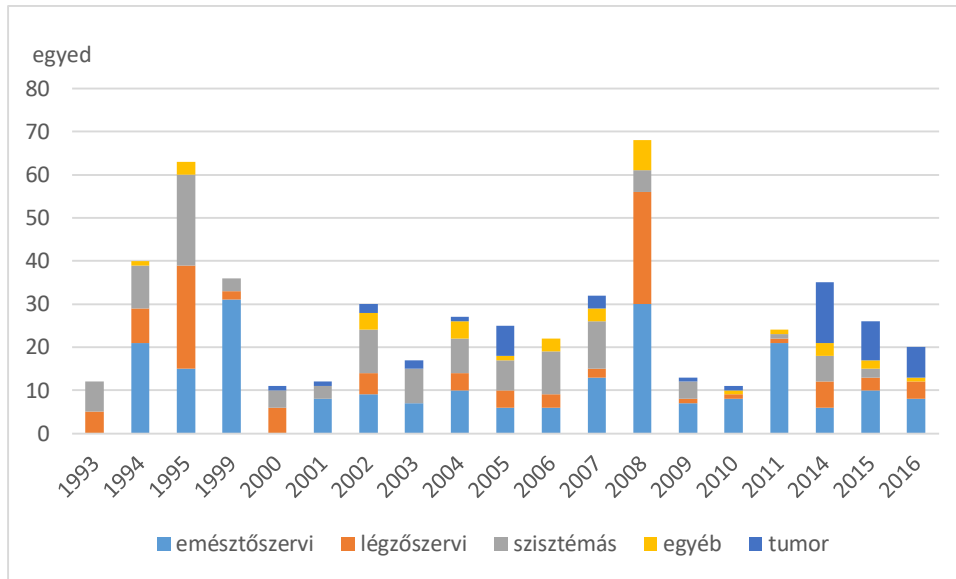
Magyarországon a kedvtelésből tartott egzotikus állatfajok gyakoriságáról hiteles benyomást kaphatunk az Állatorvostudományi Egyetem Patológiai Tanszékén 1993 és 2016 között boncolt kedvtelésből tartott egzotikus állatok száma alapján, amelyek között

a nyulak és a rágcsálók közül a tengerimalac sokkal magasabb számban fordultak elő, mint az összes többi faj (1. ábra).

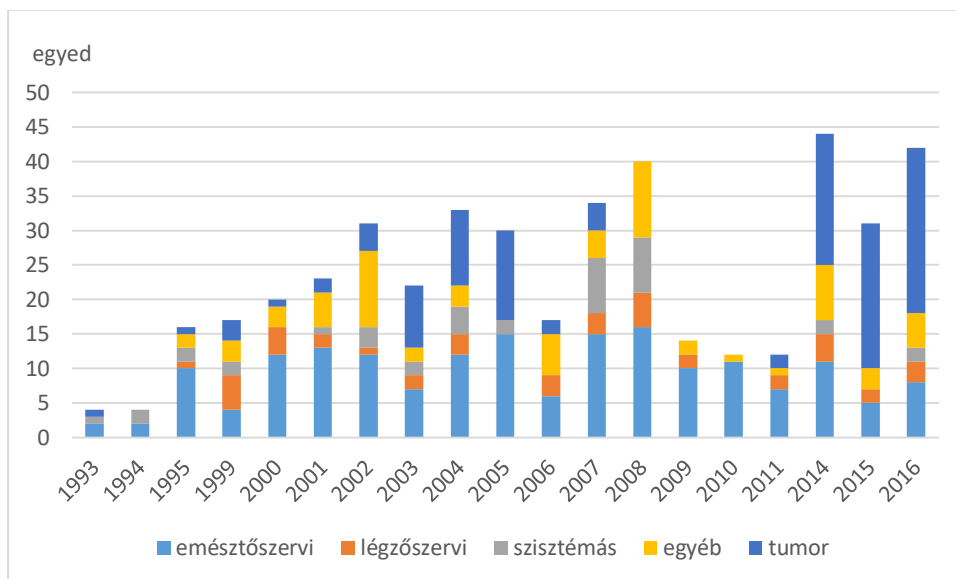


1. ábra: 1993 és 2016 között az Állatorvostudományi Egyetemen kórboncolt leggyakoribb kedvelésből tartott egzotikus állatok száma fajra lebontva (Forrás: saját szerkesztés).

Ha ennél a két fajnál megvizsgáljuk a szervrendszerek szerinti elhullási okokat látható, hogy mind nyúlban (2. ábra), mind tengerimalacban (3. ábra) a két leggyakoribb halálok emésztőrendszeri és légzőszervi megbetegedésekre vezethető vissza. A „szisztémás” csoportba azok az állatok kerültek, amelyek egyidőben több szervrendszert is érintően kialakult komplex okok kapcsán pusztultak el. Ebben a csoportban azonban vannak olyan állatok is, amelyeknek emésztőrendszeri, vagy légzőszervi kórtani elváltozásai is voltak. A daganatok okozta megbetegedések külön kategóriába kerültek. Minden további szervrendszeri halálok az egyéb kategóriába került.



2. ábra: Az 1993 és 2016 között az Állatorvostudományi Egyetemen boncolásra kerülő nyulak elhullási okai szervrendszerekre lebontva (Forrás: saját szerkesztés).



3. ábra: Az 1993 és 2016 között az Állatorvostudományi Egyetemen boncolásra kerülő tengerimalacok elhullási okai szervrendszerekre lebontva (Forrás: saját szerkesztés).

Tudományos értekezésemben a két leggyakrabban tartott kedvtelésből tartott egzotikus állatfajjal, a nyúllal és a tengerimalaccal kapcsolatos három, a legjelentősebb kutatási eredményemet bemutató tanulmányt részletezem, melyeknek többek között emésztőszervi és légzőszervi vonatkozásai is vannak.

Mivel a három kutatási téma között nincs az érintett fajokon túlmenően közvetlen összefüggés, így azokat külön egységként fogom kezelni az értekezésem során. Az egységeken belül fogom áttekinteni a témában fellelhető irodalmat, ismertetem a hipotéziseimet, mutatom be az anyag és módszert és az eredményeket és tárgyalom a megbeszélést.

4. Heveny gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás okainak és kialakulásának vizsgálata tengerimalacban (*Cavia porcellus*)

4.1. Célkitűzés

A tengerimalacok gyomormegterhelésével és következményes gyomorcsavarodásával kapcsolatos hipotéziseim a következők voltak:

- a. A gyomorcsavarodás nem a nőstény egyedek megbetegedése és nemtől függetlenül jelentkezik.
- b. A gyomorcsavarodás nem a fiatal egyedek megbetegedése, hanem a kor előrehaladtával az előfordulása nő.

A hipotézisek megválaszolása érdekében megvizsgáltam az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszéken gyomormegterheléssel és következményes gyomorcsavarodással diagnosztizált tengerimalac eseteket.

4.2. Irodalmi áttekintés

4.2.1. A gyomorcsavarodás általános jellemzői

Gyomormegterhelést és következményes gyomorcsavarodást eddig már több fajban megállapították (Richardson, 2000; Hedlung, 2007; Cornell, 2012). A gyomor helyzetváltozása, annak valamilyen fokú csavarodása már korábban tengerimalacban is leírásra került (Richardson, 2000; Hawkins, 2012).

A gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás kialakulásának pontos oka ismeretlen. Kutyákban összefüggésbe hozták a gyomorcsavarodás kialakulását az állat méretével, korával, a közvetlen rokonok közötti kórelőzményben előforduló gyomorcsavarodással, az etetés számának csökkenésével, a gyors evéssel, a takarmány méretének csökkenésével, az állat agresszív vagy félénk természetével, és közvetlenül az evés utáni mozgással vagy stresszel (Richardson, 2000; Hedlung, 2007).

A gyomorcsavarodás egy életveszélyes állapot, amely magas mortalitással és magas morbiditással jár. Abban az esetben, ha a gyomor a saját tengelye körül megcsavarodik, funkcionális obstrukció alakul ki. Folyadék és gáz reked a gyomor

üregében, bakteriális fermentáció által további gáztermelés történik, így a gyomor tovább tágul, ezáltal növelve a hasüreg nyomását. A vena cava caudalis és a vena portalis vénás áramlása a nyomás miatt csökken, és portális hipertenzió, szisztémás hipotenzió és vénás pangás alakul ki. A szív funkcionális rendellenességei is megfigyelhetők, amelyek kardiogén sokkhoz vezethetnek. A vénás pangás a gyomor nyálkahártyájának elhalását és bakteriális transzlokációt okozhat. A kitágult gyomor nyomást gyakorol a rekeszre, ezáltal légzési nehézségeket okoz (Hedlung, 2007; Cornell, 2012).

4.2.2. Gyomorcsavarodás jellemzői tengerimalacban

Tengerimalacoknál számos oka lehet az étvágytalanságnak és felfúvódásnak, többek közt bezoárok, rossz minőségű takarmány, bakteriális megbetegedések, különböző gyógyszerek, fájdalom és fogprobléma is. A belek hipomotilitása és a felfúvódása gyomorcsavarodáshoz vezethet (Michelle, 2009).

A gyomorcsavarodás klinikai jelei tengerimalacokban a felfúvódás és a hasüreg kitágulása, hasi fájdalom, bélhangok hiánya, rövid, gyors felszínes légzés, és kardiovaszkuláris tünetek. Az állatok nem esznek, tompák, gyengék, levertek és ki vannak száradva. A bélsárürítés mértéke csökken vagy meg is szűnik. Hirtelen halál előfordulhat (Richardson, 2000).

Kétirányú röntgenfelvételek készítése segíthet a differenciáldiagnózisban. A gázzal kitelt gyomor a hasüreg több mint 50%-át kitöltheti, és a röntgenfelvételen a jobb oldalon ábrázolódik (Dudley és Boivin, 2011; Decubellis és Graham, 2013). Egyértelmű körjelzés diagnosztikai laparotomia vagy post mortem vizsgálat útján lehetséges.

Irodalmi adatok szerint az extrém felfúvódott gyomor esetén gyomorszonda vagy trokár használata ajánlott a gáz leengedéséhez és a gyomorbeli nyomás csökkentése érdekében. Ugyanakkor tengerimalacoknál a hashártyagyulladás kialakulásának esélye trokár használata esetén nagyon magas. A prognózis kétes vagy rossz felfúvódás és hipomotilitás jelenlétekor (Michelle, 2009; Hawkins, 2012). Az akut hasi katasztrófa elhárításának kényszere miatt a preferált kezelési mód a műtét, de még ezzel együtt is a prognózis rossz (Hawkins 2012). A megjelent szakirodalomban a legtöbb állat elpusztult, elaltatásra került, és boncolás során lett a gyomorcsavarodás diagnosztizálva.

4.2.3. A szakirodalomban közölt gyomorcsavarodásos esetek tengerimalacban

Dudley és Boivin (2011) egy 36 tengerimalacot számláló tenyésztelepen 2 év leforgása alatt két gyomorcsavarodásos esetet írt le. Az elhullott két nőtényben az elváltozást patológiai vizsgálat során állapították meg. A közleményből kiderült, hogy mindkét nőtény fiatal már, és az egyik a gyomorcsavarodás kialakulásakor éppen vemhes volt.

Egy másik tanulmányban a szerzők (Lee és mtsai, 1977) egy átlagosan 253 állatot számláló kolóniában írtak le hat állatnál gyomor helyzetváltozást. Mindegyik egyed tenyészállat volt. Az esetek 18 hónap leforgása alatt történtek a tenyészetben. A szerzők által megfigyelt klinikai tünetek a gyomor felfúvódása, tachycardia, dyspnoe és cyanosis voltak.

Mitchell és mtsai (2010) munkájukban egy hároméves nőtény tengerimalacnál diagnosztikai képpalkotó eljárás segítségével állapították meg a gyomorcsavarodást. Az állatorvos azonnali műtétet javasolt, de a tulajdonos megtagadta az exploratív laparotomiát, és a végleges elaltatás mellett döntött. Boncolással csupán a gyomor helyzetváltozásának a tényét lehetett igazolni, de a konkrét kiváltó okot nem lehetett feltárni.

Kuntyr (1981) is csupán a gyomor- és méhcsavarodást állapította meg boncoláskor egy nőtény állatban, de annak hátterére nem derült fény.

Keith és mtsai (1992) egy, a vena jugularisba való vénakanül beültetéshez altatott, előzetesen nem koplaltatott nőtény tengerimalac esetén írtak le a gyomorcsavarodást, amely közvetlenül az akut posztoperatív fázisban jelentkezett. Az állatot ketaminnal és xylazinnal altatták. A szerzők szerint a xylazin gastrointestinalis traktusra gyakorolt motilitás-csökkentő hatása, a takarmánnyal teli, nem koplaltatott gyomor, és az állat helyzetének változásai a beavatkozás alatt együttesen járulhattak hozzá a gyomorcsavarodás kialakulásához.

Gialamas és mtsai (1985) 10 hímből és 19 nőtényből álló tengerimalac tenyészkolóniában egy év leforgása alatt egy gyomormegterheléses és négy gyomormegterheléses és következményes gyomorcsavarodásos esetet írtak le. Egy beteg kivételével az összes tengerimalac nőtény volt. Az összes állat igazoltan ún. komplement C4 hiányos volt, amivel kapcsolatban a szerzők nem tartják kizártnak ennek a halmozott előfordulásban játszott szerepét.

4.3. Anyag és módszer

4.3.1. A vizsgálatba vont állatok

Az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszékére 2012 és 2018 között klinikai ellátás céljából beérkezett tengerimalacoknál 8 esetben (1-8. eset) diagnosztizáltunk gyomormegterhelést és következményes gyomorcsavarodást. Az állatokon teljes körű fizikális vizsgálatot végeztünk. Az állatok kora és neme mellett a kórelőzmény és a tünetek is rögzítésre kerültek. A gyomorcsavarodást exploratív laparotomia, illetve egy esetben patológiai vizsgálattal diagnosztizáltuk.

4.3.2. Diagnosztikai képalkotó eljárások

A tengerimalacokról minden esetben radiológiai vizsgálatok készültek ortogonális projekcióval. A radiológiai vizsgálatokat Mediroll-2 Plusz típusú 1.8 kW-os, Medicor gyártmányú, felújított röntgen berendezéssel végeztük (gyári szám: R79/31, 1979). Eleinte analóg módszerrel Primax röntgen filmre (Primax Berlin GmbH, Berlin, Németország) exponáltunk, amelyeket Optimax röntgen filmelőhívó automatával (cikkszám:801 OPT, PROTEC GmbH & Co. KG, Oberstenfeld, Németország) hívtunk elő. 2018-tól digitális röntgenek készültek Fujifilm FCR Prima T2 (Fujifilm Coputed Radiography, model: CR-IR 392, Tokió, Japán) kompakt asztali olvasó egységgel. Részleges csavarodások esetén a radiológiai vizsgálatok alatt bárium-szulfát kontrasztanyagot (Barium sulfat G.R. Síran Barnaty p.a., Lach-ner s.r.o., Csehország) adtunk.

4.3.3. Premedikáció és műtéti előkészítés

Az állatok műtét előtt premedikáció gyanánt 3 mg/kg ketamint (CP-Ketamin 10% injekció A.U.V., Produlab Pharma B.V., Hollandia), 0,1 mg/kg dexmedetomidin-hidrokloridot (Dexdomitor 0,5 mg/ml, Orion Pharma, Finnország) és 0,3 mg/kg butorfanolt (Alvegesic vet. 10 mg/ml, Alvetra u. Werfft GmbH, Ausztria) kaptak intramuskulárisan [IM]. Ezután oxigenizáció következett. Amikor ez lehetséges volt, a véna cephalicába vénakanült ültettünk, amelyen keresztül 15 ml 0.9%-os nátrium-klorid oldatot adtunk. Egy aminosavakat, vitaminokat és elektrolitokat is tartalmazó

infúziósoldatból 5 ml-t szintén kaptak az állatok (Duphalyte oldatos injekció, Zoetis, Magyarország).

Az altatás fenntartásához maszkot használtunk. A vivőgáz tiszta oxigén volt, 1,5 l/perc áramlással. Az izoflurán (Vetflurane, Virbac, Franciaország) belélegzett koncentrációja az anesztézia kezdetén 5 v/v% volt, amit később 2,5 v/v%-ra csökkentettünk. Az endoszkóp mindig elő volt készítve azonnali endotracheális tubus behelyezése céljából.

A műtéti terület szőrtelenítése nyírógéppel történt, majd az állatok a melegített műtőasztalra kerültek hátfekvésben (**4. ábra**). A műtéti terület tisztítása Bradonett fertőtlenítő folyékony szappannal (Florin Zrt., Szeged), fertőtlenítése Bradoderm Soft műtéti kéz- és bőrfertőtlenítőszerrel (Florin Zrt., Szeged) történt. A műtéti területet steril műtéti fóliával izoláltuk.



4. ábra: Borotválást követően az állat hátfekvésben a műtőasztalon. A kitégült gyomor a hasfalán keresztül erőteljesen elődomborodik.

4.3.4. Műtéti és posztoperatív kezelés

Valamennyi beteg esetében az exploratív laparotomia mediális metszésen keresztül történt (**5. ábra**). A gyomor feltárása után egy vágást ejtettünk a nagy és a

kisgörbülete között a ventrális oldalon. A gastrotomia során a gyomortartalmat eltávolítottuk, a lument kimostuk, majd a sebet 2 rétegű invertáló szeromuszkuláris varratokkal, 4-0 USP (1.5 metric) PDS fonal alkalmazásával zártuk. A vékonybeleket a gyomor repozícióját követően anatómiai helyükre segítettük. A hasüregi lavage (0,9%-os nátrium-klorid) után a hasi sebet 3 rétegben futó varrattal Vicryl Plus 3-0 USP (2 metric) alkalmazásával zártuk. Néhány esetben sebzés közben medián gastropexia is történt. Azokban az esetekben, amelyek túléltek a gyomorcsavarodást, a gyomor sebészi rögzítése nem történt meg.



5. ábra: Intraoperatív kép a 2. esetről. A 180 fokban csavarodott, a hasüreg jobb oldalán elhelyezkedő gázzal és folyadékkal telt gyomor és lép látható.

A posztoperatív kezelés során a fájdalomcsillapítást 0,2 mg/kg meloxicam injekcióval végeztük (Melovem 5mg/ml inj, Dopharma, Hollandia) szubkután [SC]. Az betegek továbbá 1 mg/kg metoclopramidot (Cerucal inj, TEVA, Debrecen) SC és 10 mg/kg enrofloxacin (Baytril 2,5%-os inj. A.U.V., Bayer Animal Health GmbH, Németország) SC kaptak, valamint intravénás vagy SC folyadékterápiában részesültek. Az állatok melegítőpárnán maradtak, amíg a testhőmérsékletük nem normalizálódott és fel nem ébredtek az altatásból teljesen.

4.4 Eredmények

A gyomormegterheléssel és következményes gyomorcsavarodással diagnosztizált állatok (1-8. eset) kórelőzményi adatait, tüneteit, illetve a gyomorcsavarodás fokát az **1. táblázat** tartalmazza.

A vizsgálati időszakban további négy esetben (9-12. eset) valószínűsíthető volt a gyomorcsavarodás fennállása a tünetek, radiológiai vizsgálat és a kezelésre való reakció alapján, de a tulajdonosok nem járultak hozzá az exploratív laparotomiához, illetve a végleges elaltatás után a kórbonctani vizsgálatához sem. A 9-12. eset adatait a **2. táblázat** foglalja össze.

2. táblázat: A valószínűsíthetően gyomorcsavarodásban elpusztult állatok adatai.

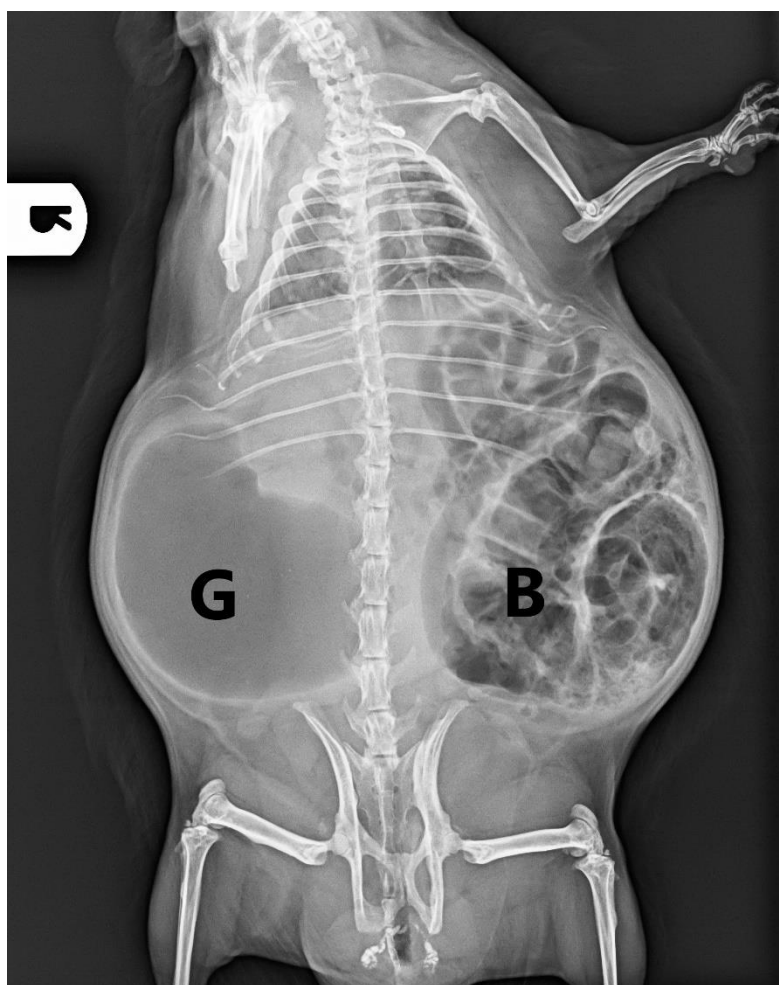
	9. eset	10. eset	11. eset	12. eset
Kor (év)	6,5	3	5	3
Nem	nőstény	nőstény	nőstény	hím
Malocclusio	igen	igen	nem	nem
Anamnesis	takarmányváltás, felfúvódás, fecskendőes etetés egy idő után nem lehetséges	petefészek ciszták, ivartalanításra érkezett	véres vizelet	4 napja sír, nem eszik, antibiotikumot kapott
Tünetek	anorexia, cachexia, gázosodás a gyomor-bél traktusban, emlőtumor	műtét utáni napon állapot romlás, nehéz nyelés, fájdalmas, feszes gyomor	rossz általános állapot, húgyhólyagban radiodenz képlet	elfekvő, hasüreg kitelt (6. ábra)
Gyomor-csavarodás gyanítható	fizikális és radiológiai vizsgálat alapján	fizikális és radiológiai vizsgálat alapján	fizikális és radiológiai vizsgálat alapján	fizikális és radiológiai vizsgálat alapján



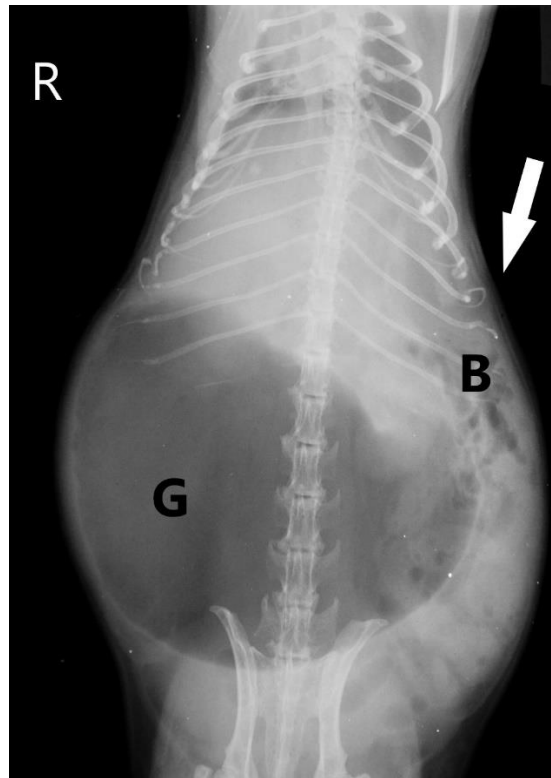
6. ábra: A 12. eset elfekvő állapotban került a klinikára. A hasüreg kiteltsége látható.

4.4.1. Diagnosztikai képalkotó eljárások eredményei

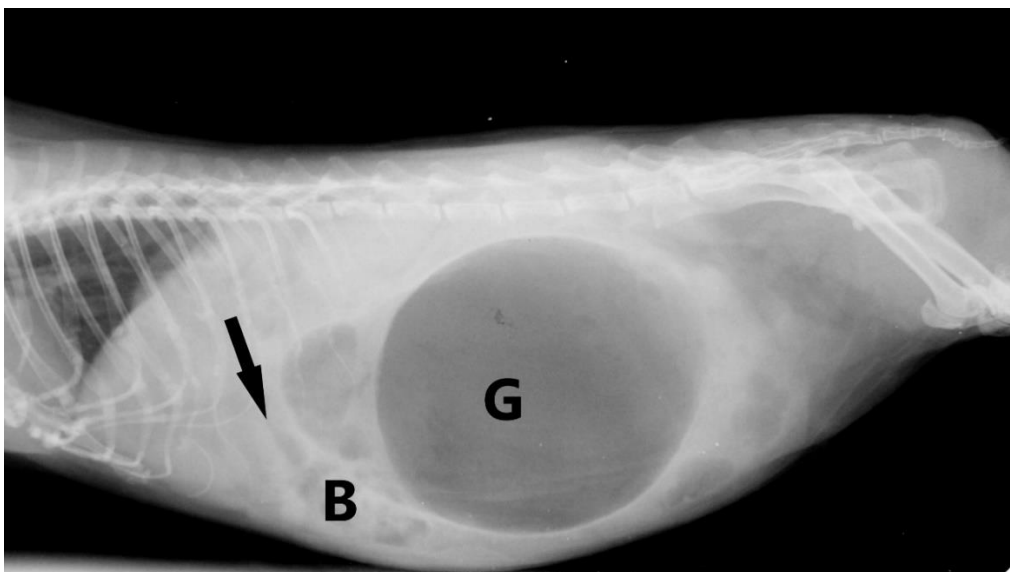
Radiológiai vizsgálatok minden esetben ortogonális projekcióval készültek. 180°-os gyomorcsavarodáskor a fundus a hasüreg jobb oldalán volt látható, így a helyzetváltozás azonnal sejthető volt (**7-9. ábra**). Részleges csavarodás eseteiben a radiológiai vizsgálatok értékelése gyakran nem volt egyértelmű a natív felvétel alapján (**10-11. ábra**). Ilyenkor bárium-szulfát adása segített. Gyomorcsavarodás fennállása ellenére minimális kontrasztanyag általában lejutott a gyomorba, így az a röntgenfelvételen kirajzolódott (**12. ábra**).



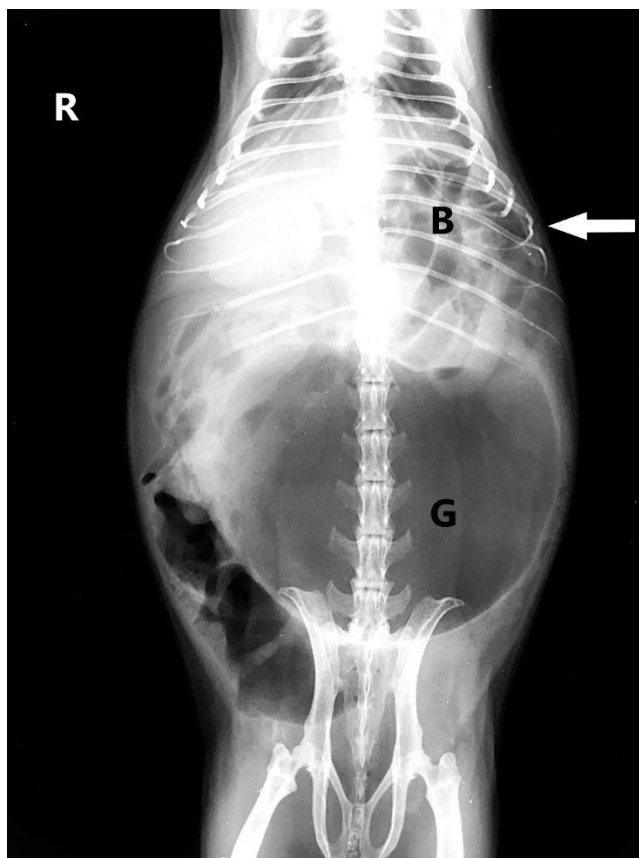
7. ábra: Dorso-ventralis röntgenfelvétel a 12. esetről. A jobb oldalon a gázzal telt gyomor (G), a bal oldalon a gázzal telt belek (B) láthatóak.



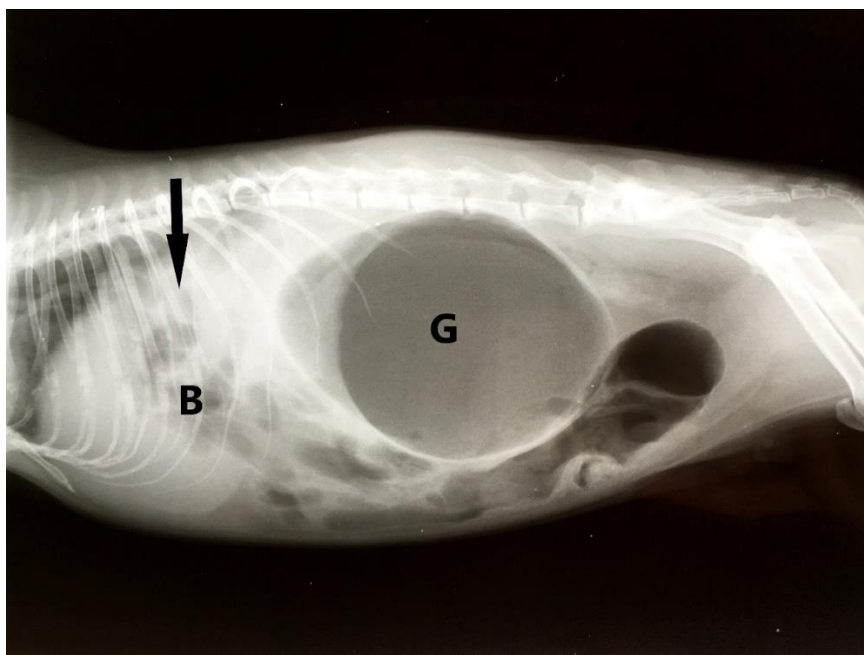
8. ábra: Ventro-dorsalis röntgenfelvétel a 2. esetről. A gyomor (G) kitágult, gázzal telt, a fundus a hasüreg jobb oldalán helyezkedik el a fiziológias bal oldal helyett. A vékonybelek (B), a vastagbél és a vakbél a hasüreg bal oldalára tolódtak, illetve a gyomor előtt helyeződnek (nyíl).



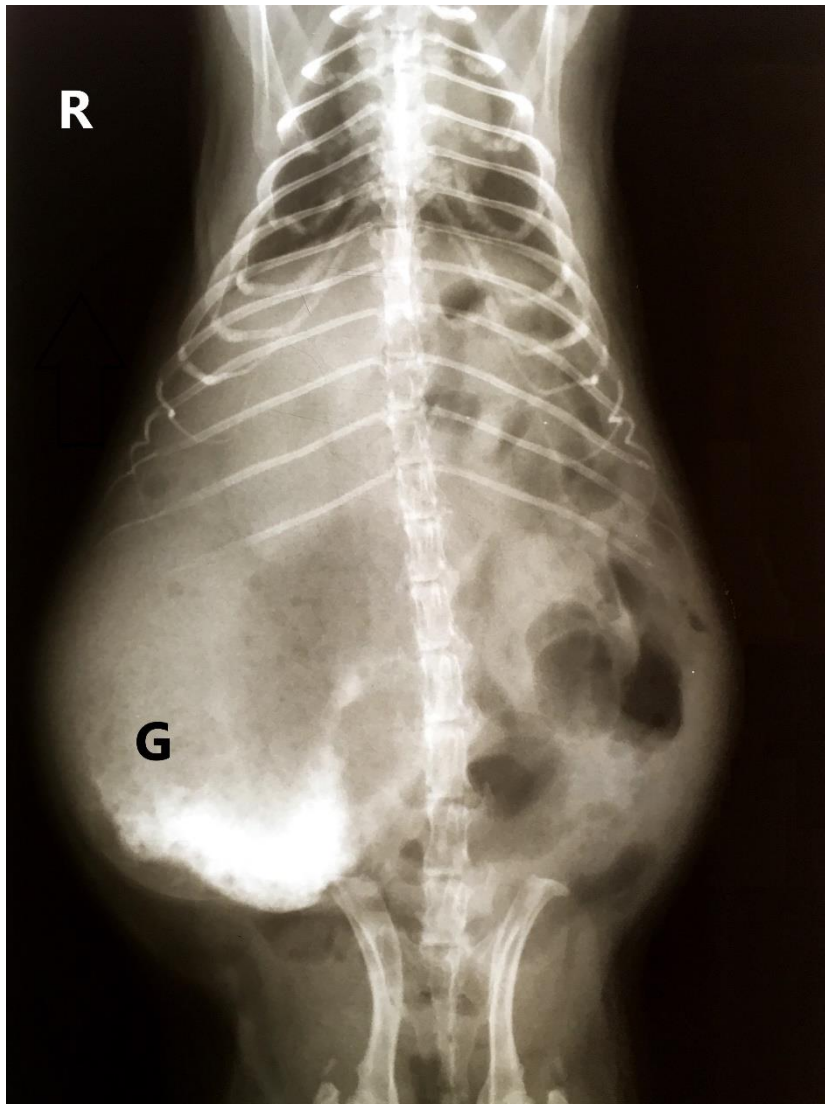
9. ábra: A 2. eset latero-lateralis hasi röntgenfelvétele. A gyomor (G) kitágult, gázzal telt, a vékonybelek (B) a gyomortól cranialisan helyeződnek (nyíl).



10. ábra: A 3. eset ventro-dorsalis röntgenfelvétele. A gázzal telt gyomor (G) caudalisan eltolódott. A vékonybelek (B) a gyomortól cranialisan helyezkednek el (nyíl).



11. ábra: A 3. eset latero-lateralis hasi röntgenfelvétele. A felvételen a gázzal telt gyomor (G) és attól cranialisan a vékonybelek (B) láthatóak (nyíl).

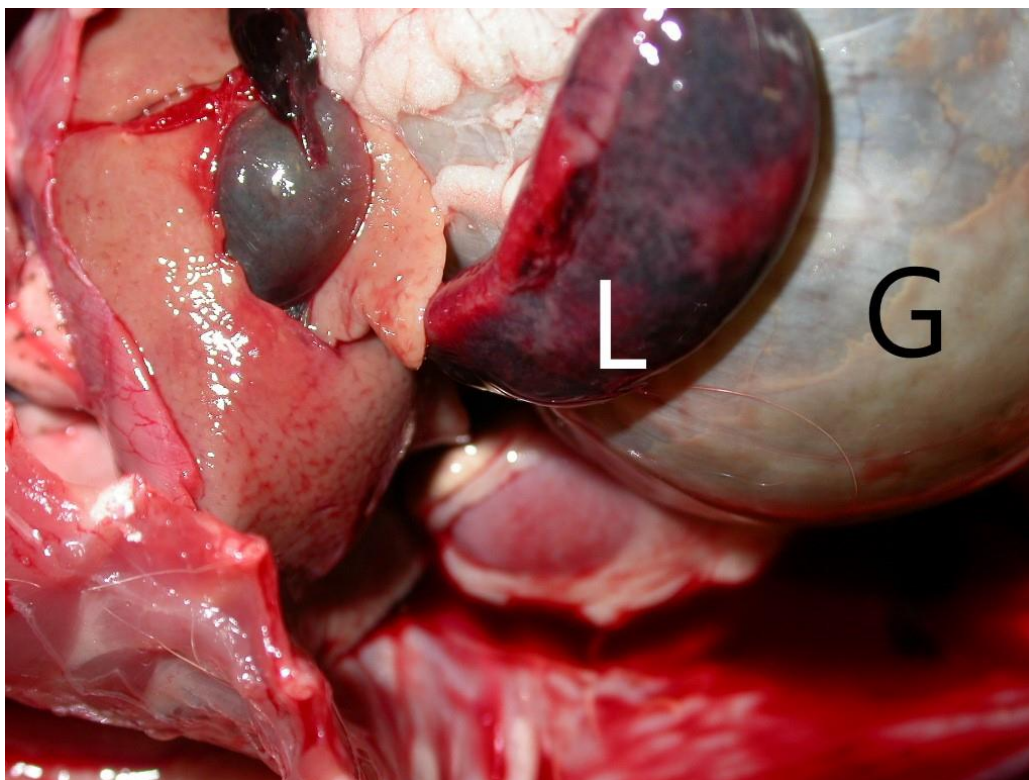


12. ábra: A 6. eset ventro-dorsalis röntgenfelvétele bárium-szulfát kontrasztanyag adása után. A radiodenz gyomor (G) a hasüreg jobb oldalán látható.

4.3.2. Kórbonctani vizsgálat

A 3. esetnél a tulajdonos a végleges elaltatást kérte. A gyomorcsavarodás diagnosztizálása kórbonctani vizsgálat segítségével történt. A hasüreg feszes tapintatú volt. A hasüreg felnyitása után a gázzal telt gyomor láthatóvá vált, amely az epigastriumot és mesogastriumot egyaránt kitöltötte (**13. ábra**). A hasüregi szervek vizsgálata során a lép megnagyobbodott, barnás-vörös színű volt, és a hasüreg jobb oldalára diszlokált. Az epevezeték átjárható volt, a máj normális formájú és színű, a

viscerális felszín halvány barnás-vörös volt. A kitágult és elmozdult gyomor felnyitásakor nagy mennyiségű gáz szabadult fel, és kb 8-10 ml vörhenyes, enyhén bűzös tartalom maradt a gyomorban. A gyomor serosáján suffusio volt látható. A nyálkahártya sötét, szürkésvörös volt és enyhén vastagabb a normálnál. A cardiánál és a pylorus nyílásánál szürkésfehér gyűrű volt látható. A vékony- és vastagbél tartalma normális volt. A többi szerven elváltozás nem volt látható.



13. ábra: A 3. eset kórbonctani képe. A gyomor (G) és a lép (L) a hasüreg jobb oldalán látható.

4.4.3. A műtött tengerimalacok eredményei

A 3. esetet kivéve a többi 7 esetben a radiológiai vizsgálat után exploratív laparotomiát hajtottunk végre. A 2, 4, 5, 6, illetve 7. eset műtét közben, vagy a műtétet követő 1 napon belül elpusztult.

Az 1. eset a műtétet követően 94 napig élt. A 8. eset több mint másfél évvel élte túl a műtétet. A többi eset 0-1 napot élt a diagnózis felállítása után.

Az 1. eset a műtétet követően 7 napig maradt kórházban. A kórházi ellátás alatt 0,3 mg/kg butorfanolt, 0,2 mg/kg meloxicamot, 1mg/kg metoclopramidot, 10 mg/kg

enrofloxacint, infúziót, 0,2 ml B-vitamint (NEOVIT B Complex inj. A.U.V., KELA, Belgium), és 0,2 ml butaphosphan/cyanocobalamint (Catosal inj. Bayer Animal Health GmbH, Németország) kapott naponta SC, és 2 mg/kg drotaverin-hidrokloridot (NO-SPA 40 mg oldatos inj. Sanofi-aventis, Franciaország) IM. A kórházi tartózkodás ideje alatt az enni nem akaró állatot alkalmanként 15 ml vízzel hígított tengerimalacoknak való állatorvosi táppal (TROVET Guinea Pig, TROVET, Hollandia) fecskendőből szájon át tápláltuk 3-4x naponta. A hetedik napon a műtött tengerimalacot kétes prognózissal hazaengedtük. Ekkor a bélsár normális volt és az állat már evett magától. Az otthoni kezelési javaslatban meloxicamot, enrofloxacint, metoclopramidot, továbbá 14 napig napi 2x20 mg szimetikont (Espumisan 40 mg/ml belsőleges emulziós cseppek, Berlin Chemie AG, Németország), probiotikumot (Bio Lapis for Rabbits, Protexin, UK, 1 zacskó naponta szájon át) és szájon át 5 napig 20 mg szilimarint (Hepa-Pet Plus, 250 mg tabl., Vitamed, Szeged) írtunk elő. Az állat szigorú diétára lett állítva, amely ad libitum szénából, kis mennyiségű tápból, és bizonyos időközönként kevés, kis darabokra vágott zöldségből állt. Kontroll vizsgálat a kórházból való hazatérés utáni 5. napon, továbbá 3 és 6 hét után történt. Minden alkalommal a vizsgálatkor a bélsár normális állapotú, formált, egészséges állatra jellemző volt. Bár a beteg magától vett fel szükséges mennyiségű táplálékot, a testtömeggyarapodás nem volt kielégítő mértékű. A gyomor az anatómiai helyén volt kitapintható, de meg volt nagyobbodva és tésztás tapintatú volt. Az állat a műtét utáni 94. napon hirtelen elpusztult. A tetem diagnosztikai boncolására nem volt lehetőség.

A 8. eset, a drotaverin-hidroklorid kivételével, a fent említett kórházi kezelést kapta. Az otthoni ellátás is a fenti protokoll szerint zajlott, ami 2,5 mg/kg tramadollal (Contramal 100 mg/ml belsőleges oldatos cseppek, TEVA, Debrecen) egészült ki szájon át, napi 2x. Az állat komplikációk nélkül felépült.

4.5. Megbeszélés

A gyomor eltérő fokú helyzetváltozását már több emlősfajban megállapították és leírták. Mind a morbiditás, mind a mortalitás magas gyomorcsavarodás esetén és a prognózis kétes vagy rossz ezekben az esetekben. A legtöbb szakirodalom kutyákban, sertésekben és emberekben fellelhető eseteket mutat be és elemez (Dudley és Boivin, 2011). A tengerimalacokban a kórkép ritkán kerül megállapításra és akkor is sokszor csak a diagnosztikai boncolás alkalmával igazolódik (Dudley és Boivin, 2011).

A gyomorcsavarodás kialakulásának okai még mindig nem teljesen egyértelműek. A korábban leírt post mortem vizsgálatok és az általam leírt vizsgálatok sem találtak egyértelmű magyarázatot a kialakulásra. A legtöbb tanulmány tenyészállományokban, nőtény tengerimalacokban írta le a gyomorcsavarodást. Ezek az állatok vagy vemhesek voltak, vagy már ellettek. Saját eseteinknél ezt a nemhez kötött predispozíciót nem tapasztaltuk. A tengerimalac gyomorcsavarodásos betegeink fele hím volt, a nőtények közül pedig egyik sem volt vemhes, illetve nem ellett a gyomorcsavarodás előtti időben. A tapasztalható különbségek a szakirodalmi adatok és az általunk vizsgált állatok között visszavezethetők a vizsgált populáció összetételére. Az általunk vizsgált kedvtelésből tartott tengerimalacok a tünetek jelentkezése után rövid időn belül eljutnak állatorvoshoz, így van lehetőség a gyomorcsavarodás műtéti ellátására. A tenyészállományokban, amelyek több, főleg fiatal és nőtény egyedből állnak, a klinikai tünetek észrevétlenül maradnak és elhulláshoz vezetnek.

A nemi összefüggést kapcsolatba lehet hozni azzal, hogy egy vemhes nőtény tengerimalac méhe 50%-a lehet az állat testsúlyának (Ganaway és Allen, 1971). A gyomor szalagjainak nyúlása a vemhesség hatására hajlamosíthat a gyomorcsavarodásra (Dudley és Boivin, 2011). A petefészekciszták is nagyon nagy térfoglaló képleteké válhatnak tengerimalacoknál, és akárcsak a vemhesség, átrendezhetik a hasüregi szervek elhelyezkedését, illetve a gyomor felfüggesztésének megnyúlásához vezethetnek. Az első eset vemhes volt, amikor a kisállatkereskedésben megvették évekkal a gyomorcsavarodás kialakulása előtt, amitől a gyomor szalagjai feltételezhetően megnyúlhattak.

Az 5. esetben az akut posztoperatív időszakban alakult ki gyomorcsavarodás ovariohysterectomia műtét után, a 8. esetben pedig a dorsalis pozicionálást követően. A szakirodalomban leírt nem koplaltatott nőténynél, amelyet vénakanül behelyezéshez altattak el ketaminnal és xylazinnal, szintén az akut posztoperatív időszakban alakult ki gyomorcsavarodás (Keith és mtsai, 1992). Az általunk vizsgált állatok altatási protokolljában is szerepelt alfa-2 agonista (dexmedetomidin), de xylazint nem használtunk a gyomor-bél traktusra ható extrém motilitás-csökkentő hatása miatt. A kórházi elhelyezéssel járó stressz és posztoperatív fájdalom is hozzájárulhattak a gyomorcsavarodás kialakulásához az 5. számú állat esetében, a NSAID-ek és opioidok használata ellenére.

Macskáknál a gyomorcsavarodást gyakran traumához köthető anatómiai eltérés okozza (Formaggini és mtsai, 2008). Emberekben a gyomorcsavarodást ugyancsak a

hasüreg anatómiai helyzetének megváltozása idézheti elő, amely a gyomorszalagok megnyúlása következtében vagy valamilyen örökölt, esetleg szerzett hasüregi probléma miatt lehetséges (Askew, 1978). Az általunk vizsgált tengerimalacokat nem érte traumás behatás a kórelőzményi adatok szerint, és nem találtunk a post mortem vizsgálatok során sem eltérést. A petefészekciszták tengerimalacok esetében akár tekinthetőek hajlamosító hatásnak, mivel a gyomorszalagok meghosszabbodását okozhatják.

Tengerimalacoknál nagyon gyakori a fogkopási rendellenesség. A bél sztázisa fogkopási rendellenesség esetén másodlagosan jelentkezhet, ami étvágytalansághoz vezethet (Dudley és Boivin, 2011). A gyomorcsavarodással diagnosztizált esetek közül három tengerimalacnál volt kimutatható fognövekedési vagy -kopási rendellenesség, amelyek folyamatos fogászati kontrollt és rendszeres fogkorrekciót igényeltek.

A stresszt, mint hajlamosító tényezőt kapcsolatba hozták a gyomorcsavarodás kialakulásával kutyában és sertésben. Utóbbi fajban a stresszt különböző faktorok okozhatják, például a szociális izoláció, a magas állatsűrűség, egy domináns állat általi elnyomás, és a takarmányért folytatott versengés. Az általunk megvizsgált tengerimalacok esetében nem tudtunk igazolni ilyen típusú hajlamosító tényezőt.

A gyerekek társasága is stressz-faktorként fogható fel a tengerimalacok számára, amiket gyakran akkor etetnek meg, miután a gyerekek hazaérnek az iskolából, majd evés után kézbe veszik őket és játszanak velük. A gyerekek forgathatják az állatokat játék közben és nem az anatómiai helyzetükben tartják őket. Ez is hozzájárulhat a gyomorcsavarodás kialakulásához. Az általunk prezentált esetek háztartásában vagy nem voltak gyerekek, vagy nem forgatták őket takarmányfelvétel után a tulajdonosok elmondása alapján.

A 2-4. eset egy hét leforgása alatt jött be a klinikára. Az időjárás nem az évszaknak megfelelő volt: a hőmérséklet gyors és hirtelen ingadozást mutatott a fagypont alatti hőmérsékletektől a +15°C-ig. A hirtelen időjárás-változás, illetve a frontok az érzékeny állatokra negatív hatással lehetnek, rossz közérzetet, és stresszt okozhatnak, és ezzel hozzájárulhatnak a gyomorcsavarodás kialakulásához.

A kevés étkezések száma, mozgás és stressz mind kockázati tényezők kutyákban, amelyek együttesen, de külön-külön is hozzájárulhatnak a gyomorcsavarodás kialakulásához (Hedlung, 2007; Cornell 2012). A hirtelen sok és száraz takarmány felvétele, utána nagy mennyiségű vízbevitel mint lehetséges ok említésre kerül Gialamas és mtsai (1985) munkájában tengerimalacok

gyomorcsavarodásának kialakulásában. A takarmányért való versengés gyors és hirtelen takarmányfelvételhez vezethet. Az összes vizsgált állat ad libitum szénát és vizet kapott. Pelletált takarmányt bizonyos időközönként juttattak nekik kis mennyiségben. Lehetséges, hogy a pelletált takarmány szűkös erőforrásnak számít, ami versengéshez vezethet egy kolónián belül. Ez a versengés stressz okozója is lehet. Az a tapasztalat, hogy a tengerimalacok nagy mennyiségű szárított pelletet esznek meg, majd utána nagy mennyiségű vizet isznak, valószínűleg a takarmány szárazsága miatt. A pelletált takarmány extrém módon megduzzad víz hatására, így hirtelen nagy térfogatnövekedést eredményezve a gyomorban.

Az elmúlt pár évben a kereskedelemben kapható tengerimalactápok állaga megváltozott. A régebbi magkeverékeket leváltották a préselt pelletek. A csökkent szemcseméret hatással lehet a gyomor-bél funkcióra, motilitásra és tranzit időre, ha összehasonlítjuk a szénával vagy más, hosszabb rostos takarmánnyal, amely ugyancsak elősegíti a gyomorban a takarmány és gázok felhalmozódását, és ezzel a gyomorcsavarodás kialakulását. A vizsgált tengerimalacok bizonyos időközönként kaptak pelletált takarmányt kis mennyiségben.

A gyomorcsavarodás csak radiológiai vizsgálattal nem diagnosztizálható betegség. A diagnózishoz kimondásához exploratív laparotomia vagy kórbonctani vizsgálat szükséges, annak ellenére, hogy a röntgenfelvételen a gyomor a kóros jobb oldalon rajzolódik ki. A 4 bemutatott esetben (9-12. eset) a gyomor a röntgenfelvételen a jobb oldalon ábrázolódott, de ennek ellenére csak a gyomorcsavarodás alapos gyanúja mondható ki. Ennek bizonytalansága a kutatás limitációjának tekinthető. Minden olyan esetben javasolt exploratív laparotomiát végezni a biztos diagnózis érdekében, amelynél a röntgenfelvételen a gyomor a hasüreg jobb oldalán helyeződik el.

Összefoglalóan megállapítható, hogy mindkét hipotézisünk igazolódott, miszerint a gyomormegterhelés és következményes -csavarodás tengerimalacokban nem a fiatal nőtény egyedekre jellemző megbetegedés, hanem a középkorú és idősebb állatokban fordul elő, nemtől függetlenül. Ez egy súlyos, akut lezajlású, legtöbbször fatális kimenetelű megbetegedés, melynek a hátterében egy biztos és konkrét ok nem nevezhető meg. A legtöbb esetben több tényező figyelhető meg egy-egy eset kialakulásának kapcsán. A megfigyeléseink és a szakirodalmi adatok szerint is az egyetlen megoldási lehetőség a műtéti repozíció, aminek eddigi tapasztalataink szerint alacsony a túlélési esélye. A túlélés vélhetően nagyban javítható a kórkép gyors felismerésével és azonnali műtéti ellátásával

5. Az inhalációs gázkeverék melegítésének hatása nyulak (*Oryctolagus cuniculus*) és tengerimalacok (*Cavia porcellus*) intraoperatív testhőmérsékletére

5.1. Célkitűzés

A hipotézisem az inhalációs gázkeverékek melegítésének hatásával kapcsolatban a következő:

- a. Altatás során nyulakban és tengerimalacokban az állatok kihűlése csökkenthető az légzőkör ún. „Y”-darabja 80 cm-ének 40°C-os vízfürdőben való átvezetésével.

A kutatás során vizsgáltam, hogy milyen hőmérsékletkülönbség mérhető műtét közben nyulaknál és tengerimalacoknál, ha az légzőkör „Y”-darabjának 80 cm-ét átvezetem egy 40°C-os vizes közegen, összehasonlítva a kontrollcsoporttal, ahol ez nem történik meg.

Céлом volt kifejleszteni egy olyan költséghatékony és biztonságos technikát az altatómaszkkal anesztéziában részesített tengerimalacok és nyulak intraoperatív kihűlésének csökkentésére, amely könnyen kivitelezhető és bármelyik állatorvosi rendelőben megvalósítható, ahol altatógéppel altatnak. A módszertől elvárható, hogy csökkentse a hipotermiát, és így az altatási kockázat és a szövődmények kialakulásának esélye is kisebb legyen.

5.2. Irodalmi áttekintés

5.2.1. Az altatási kockázat különböző fajokban

Az altatási kockázat különböző mértékben, de minden altatásnál jelen van. Az anesztézia alapvető feladata a kockázat minimalizálása a befolyásoló faktorok ismeretében. Brodbelt (2009) tanulmányaiban részletesen publikálta az elhullási arányokat különböző állatfajok altatása során. Vizsgálatai azt mutatták, hogy amíg kutyában 0,17% és macskában 0,24% az anesztéziához köthető mortalitás, addig az egzotikus kisemlősökben ez az arány sokkal magasabb: nyulaknál 1,39%, tengerimalacoknál pedig 3,8%. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy az altatás során, illetve a beavatkozást követő 48 órán belül minden 72. nyúl elhullott (Brodbelt, 2009):

6% az indukciónál, 30% a fenntartásnál, 64% pedig a posztoperatív fázisban. A posztoperatív elhullások több mint 60%-a a beavatkozást követő 3 órán belül történt (Brodbelt, 2009). Clarke és Hall (1990) statisztikai szerint 28 altatott nyúlból 1 pusztul el. Mindkét eredmény azt mutatja, hogy az altatási kockázat nyulaknál lényegesen magasabb, mint kutyák és macskák esetében, annak ellenére, hogy napjainkban a kutya és a macska után a nyúl a harmadik leggyakoribb kedvtelésből tartott állat (Brodbelt, 2009).

5.2.2. Az altatási kockázat és a hipotermiát befolyásoló tényezők

Az altatáshoz köthető elhulláshoz több tényező is hozzájárulhat, mint például az állat életkora, általános állapota, a műtét sürgőssége és ezáltal a preoperatív vizsgálatok korlátozottsága, a beavatkozás időtartama és jellege, az altatás típusa, és nem utolsósorban a hipotermia kialakulása (Brodbelt és mtsai, 2008). Nem minden paramétert tudunk befolyásolni, de a hipotermiát különböző módszerekkel megelőzhetjük, illetve mérsékelhetjük, ezáltal az altatási kockázat csökken.

Az emlősöknél a maghőmérséklet, vagyis a törzs és a fej hőmérséklete szabályozottan, szűk korlátok között változik, amit a termoregulációs központ irányít. Metabolikus funkcióromlásához vezet, ha az élettani érték bármelyik irányba eltolódik. Az általános anesztetikumok a központi hőszabályozást gátolják, így a testhőmérséklet könnyebben kiléphet az optimális tartományból (Caro és mtsai, 2013; Grint, 2013; Mosing, 2016). Az alacsonyabb súlyú páciensek testfelülete annak térfogatához viszonyítva nagyobb, ezért esetükben ez a hatás még intenzívebben jelentkezik (Hawkins és Pascoe, 2012; Caro és mtsai, 2013; Grint, 2013). A hipotermia a metabolizmust lassítja, így relatív gyógyszer-túladagolás is bekövetkezhet. Embereknél már 1-2°C-os intraoperatív testhőmérséklet-csökkenés is negatívan befolyásolja a véralvadást, és akár 20%-kal növelheti a vérvesztést. Ezen felül az altatás közbeni hipotermia lassíthatja a felépülést és a kórházban töltött időt is elnyújthatja (Mosing, 2016). Állatoknál leírták, hogy a hipotermia véralvadási zavart, elhúzódó gyógyulást és vazokonstriktiót okoz, ami csökkenti a műtött terület vér- és oxigénellátottságát (Hawkins és Pascoe 2012; Caro és mtsai, 2013; Grint, 2013; Mosing, 2016). A hipotermia kardiopulmonális funkcióromlást és aritmiát, továbbá a szívfrekvencia és a légzésfrekvencia csökkenését eredményezheti (Hawkins és Pascoe, 2012; Grint, 2013). A hipotermia az immunrendszert szuprimálja, ami erőteljesen növeli a posztoperatív fertőzések lehetőségét (Mosing, 2016). Hipotermia esetén a bőr alá adott injekciók

felszívódása elhúzódó és a felszívódott hatóanyagok metabolizmusa is lassabb a gyenge perifériás perfúzió miatt (Grint, 2013). Ilyenkor az intravénásan beadható gyógyszerek alkalmazása csökkentett dózisban ajánlott.

Az intraoperatív hipotermia kialakulása nyulaknál és tengerimalacoknál különösen gyakori. A mortalitás és morbiditás megnövekedett veszélye miatt a beavatkozás hosszától függetlenül a maghőmérséklet monitorozása, a lehűlés csökkentése, és kihűlés esetén az állat melegítése szükséges (Hawkins és Pascoe, 2012; Grint, 2013). Egyszerűbb és kockázatmentesebb a hipotermiát megelőzni, mint az általa előidézett problémákat kezelni, ezért minden esetben a prevencióra kell törekedni (Grint, 2013).

A szervezet hővesztesége hőáramlással, hővezetéssel, infravörös hőszugárzással, párolgással vagy ezek különböző kombinációival következik be. Gyakran már az altatás első szakaszában, a premedikáció alatt maghőmérséklet-esés figyelhető meg, amely a nyugtató- és altatószerek által előidézett perifériás vazodilatáció és izomrelaxáció miatt alakul ki (Grint, 2013; Mosing, 2016). A premedikáció után gyakran hűvösebb környezetben és hosszasan várakoznak a páciensek, ami intenzív hőmérsékleteséssel járhat (Redondo és mtsai 2012/1; Redondo és mtsai 2012/2). Ez a hőveszteség dinamikus, és egy meghatározott mintát követ.

Az első órában következik be a legnagyobb hőveszteség, mivel a kezdeti időszakban a legnagyobb a hőmérsékletkülönbség az altatott páciens maghőmérséklete és a környezeti hőmérséklet között. Az alacsony környezeti hőmérséklet az állat bőrén keresztül a test külső rétegeit hűti. A bőr alatti véráram hőt ad le a levegő molekuláinak, és így csökken a testhőmérséklet. Az altatás miatt a termoregulációs központ kikapcsol és az altatószerek vasodilatációt okoznak, emiatt a hő a centrális régióból a periféria felé áramlik. Az idősebb páciensek a csökkent kompenzációs készség miatt fokozottabban ki vannak téve a hipotermia kialakulásának (Stone és mtsai, 1981).

Az altatást követő 2-3. órában a maghőmérséklet lassú lineáris csökkenése következik be. Ebben az úgynevezett második fázisban a hőveszteség nagyobb, mint a hőtermelés, a metabolizmus csökkenése és az izmok okozta hőtermelés kiesése miatt, ezért a hőmérséklet tovább csökken. 3-4 óra után a hőtermelés és a hővesztés kiegyenlíti egymást és az altatott állat testhőmérséklete elér egy platót (Stone és mtsai, 1981).

5.2.3. A hőveszteség módjai

Az altatás közben fellépő hőveszteség során négy módon adódik át a hő az állattól a környezet irányába. Altatott paciensben a legnagyobb hőveszteségért a sugárzás felelős, amely során infravörös hullámok távoznak az állatból. A második legfontosabb oka a hőveszteségnek a konvekció (hőáramlás), aminek során a hőátadás úgy valósul meg, hogy a bőr alatti vérerek felmelegítik a bőrfelszín feletti levegőben lévő molekulákat, amik tovaáramolnak. A műtéti előkészítés során a borotválás növeli levegővel érintkező bőrterületeket, de a sebészi izoláció megakadályozza a levegő mozgását a paciens körül. A kondukció során - vagy más néven hővezetés - hő adódik át két szomszédos felület között, amik között hőmérsékletkülönbség van (pl. paciens és műtőasztal). A kondukció megakadályozható törülközők, vagy egyéb szigetelők használatával műtét során. A negyedik ok a párolgás, amely a hőveszteség egy kis részéért felelős. Ez főleg a légzőszervekből történik. Műtét közben viszont a nyitott testüregekből a párolgó hővesztés nagyban hozzájárulhatnak a hővesztéshez (Mosing, 2016).

A műtéti előkészítés során a műtéti területről el kell távolítani a szőrt. A cél a legkisebb terület előkészítése a műtéti feltárás és a sterilitás biztonságának figyelembevételével. A bőrfelületek tisztításakor és fertőtlenítésekor kerüljük a környező területek benedvesítését, hogy minimalizáljuk a párolgási hővesztést (Grint, 2013; Mosing, 2016).

Az inhalációs anesztézia fenntartása közben a pacienshez az altatógép légzőrendszerén keresztül a vivőgázban szállítódik az altatószer (Grint, 2013). Óriás nyulakat kivéve nyulaknál és tengerimalacoknál félig nyílt, ingalégző rendszer használata javasolt a kis rendszerellenállás, és a kis holtter miatt. Ez a légzőrendszer súlyosbíthatja a hipotermiát a magas vivőgázáramlás miatt. A legtöbb légzőrendszerbe beépíthető melegítő- és párasítórendszer. Ez ugyan segít a hipotermia csökkentésében, viszont elhelyezkedésétől függően növelheti a holtteret (Hawkins és Pascoe, 2012; Grint, 2013).

A hideg műtőasztallal való érintkezésből adódó jelentős hőveszteség a paciens és a műtőasztal közé helyezett hőszigetelő réteggel, továbbá aktív melegítéssel csökkenthető (Mosing, 2016). A műtétben nem érintett területeket és végtagokat takarókkal, kendőkkel és hőtükörökkel lehet szigetelni (Grint, 2013; Mosing, 2016). Kisebb, nem intubált állatoknál azonban a letakarás nehezíti az altatás közbeni monitorozást, mert ilyenkor folyamatosan figyelni kell a mellkasmozgást (Hawkins és

Pascoe, 2012). Ez a probléma kiküszöbölhető sebészi izolálókendő helyett átlátszó polietilén fólia használatával. Aktív felszíni melegítésre melegítőlámpák, melegítőtakarók és melegítőpárnák használhatók. A meleg vízzel töltött palackok vagy vizsgálókesztyűk nem kontrollált magas hőmérséklete égési sérüléseket okozhatnak, lehűlésük után pedig súlyosbíthatják a hipotermiát (Hawkins és Pascoe, 2012; Grint, 2013; Mosing, 2016).

Alacsony hőmérsékletű intravénás infúzió is hozzájárulhat a hipotermiához, ezért a folyadék melegítése javasolt (Tausk és mtsai, 1976; Grint, 2013). A melegített intravénás folyadék hőmérséklete azonban ne legyen magasabb, mint a páciens testhőmérséklete. Mosing (2016) javaslata szerint a testüregek atmoszárához ugyancsak testmeleg folyadék ajánlott, hogy minél kevesebb legyen a bekövetkezett hőveszteség.

A műtéti idő minimalizálásával és a testüregek gyors zárásával a hipotermia kialakulásának mértéke is csökkenthető. A nyitott testüreg a hidegebb környezeti levegővel érintkezve igen gyors lehűlést eredményez (Tausk és mtsai, 1976; Hawkins és Pascoe, 2012; Mosing, 2016).

A légkondicionált műtőhelyiség alacsony hőmérséklete is elősegíti a hipotermia kialakulását (Stone és mtsai, 1981). Egy kutatás alapján 21°C alatt gyakrabban alakul ki embereknél hipotermia műtétek során (Morris, 1971). Macskáknál 26°C alatt alakult ki könnyebben hipotermia (Steinbacher és mtsai, 2010). A műtőben a léghőmérséklet emelése csökkenti a páciens és a környezet közötti hőmérséklet-különbséget, és így lassítja az altatott beteg lehűlését (Grint, 2013).

Kutyáknál megfigyelték, hogy a légzőszervekből történő párolgás kisebb, míg a műtéti területekről történő párolgás nagyobb mértékben járul hozzá a hőveszteséghez (Mosing, 2016). Stone és mtsai (1981) 21 ±0,4°C-os környezeti hőmérsékleten monitorozták az altatott pácienseket, és megállapították, hogy a párásított és 37°C-ra melegített levegő belégzése hatékony a hipotermia megelőzésében. A hipoterm páciensekkel belélegeztetett meleg és párás levegő hatására lineáris testhőmérséklet-emelkedést figyeltek meg. Az ilyen módon melegített pácienseknél még a hűvösebb műtőben is megelőzhető volt a hipotermia kialakulása (Stone és mtsai, 1981). A párásított gázkeverék hőmérséklete azonban nem emelhető tetszőlegesen, mert 43,3°C fölött a légutak hőkárosodását okozhatja (Klein és Graves, 1974).

5.3. Anyag és módszer

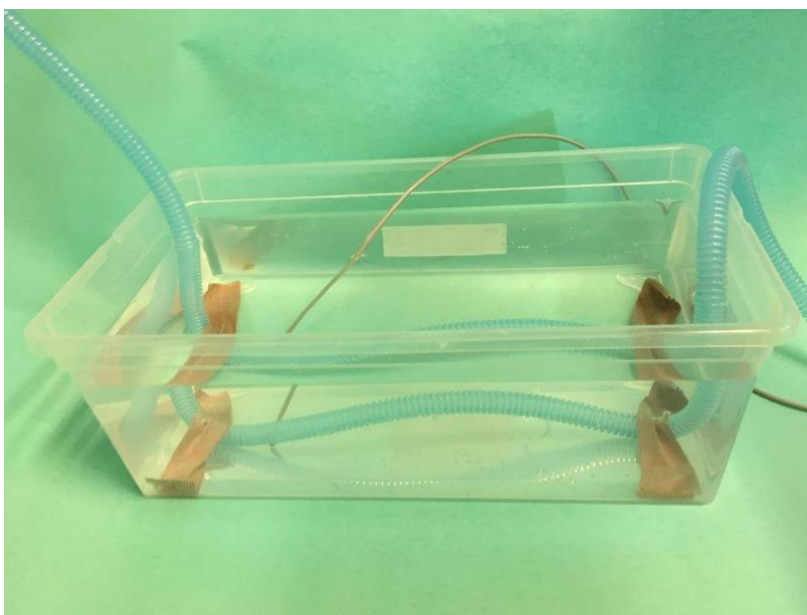
A vizsgálatok az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat- és Vadegészségügyi Tanszékén történtek. A vizsgálatba 20 nyulat és 20 tengerimalacot vontam be. Ezek mindegyike tulajdonossal rendelkező, műtéti beavatkozást igénylő páciens volt. A kitűzött esetszám eléréséig az összes klinikus állatorvos által végzett műtétet elemeztem.

Az állatok korát, ivarát és testtömegét minden beavatkozás előtt feljegyeztem. A páciensek premedikációra, indukcióra, illetve fájdalomcsillapítás céljából dexmedetomidin-hidrokloridot (Dexdomitor 0,5 mg/ml, Orion Pharma, Finnország), midazolamot (Dormicum 5 mg/ml oldatos injekció, EGIS, Magyarország), ketamint (CP-Ketamin 10% injekció A.U.V., Produlab Pharma B.V., Hollandia), illetve butorfanolt (Alvegesic vet. 10 mg/ml, Alvetra u. Werfft GmbH, Ausztria) vagy buprenorfint (Bupaq 0,3 mg/ml, Richter Pharma AG., Ausztria) kaptak IM. Mivel klinikai beteganyagon dolgoztam, a fenti hatóanyagok szükséges és biztonságos adagját minden esetben az operáló orvos határozta meg a páciens általános állapota és a műtéttípus függvényében. Emiatt a dózisokban kisebb eltérések mutatkoztak. Az altatás fenntartásához maszkot használtunk, a vivőgáz tiszta oxigén volt, 1,5 l/perc áramlással. Az izoflurán belégzett koncentrációja az anesztézia kezdetén 5 v/v% volt, amit később 2,5 v/v%-ra csökkentettünk. A páciensek melegített műtőasztalon, papírkendőn feküdtek. A műtőhelyiség léghőmérséklete $20 \pm 1^\circ\text{C}$ volt. A nyúl és tengerimalac pácienseket is véletlenszerűen két-két egyenlő létszámú csoportba osztottam. A kontroll csoport szobahőmérsékletű, a vizsgált csoport pedig melegített gázkeveréket lélegzett be a beavatkozások során. A belélegzett gázkeverék melegítését $40 \pm 1^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletű vízfürdő segítségével végeztem, melybe az altatógép légzőrendszerének belégző bordástömlőjét 80 cm hosszan belemerítettem (**14. ábra**). A vízfürdő hőmérsékletét folyamatosan kontrolláltam. Ha a víz hőmérséklete csökkenni kezdett, kis mennyiségű forró vizet adagoltam a vízfürdőbe. A víz megkeverése után a többlet vizet eltávolítottam a vízfürdőből, ezzel biztosítva, hogy a bordástömlő megjelölt 80 cm-e érintkezzen csak a vízzel.

A páciensek rektális hőmérsékletét az altatás kezdetekor, majd minden 10-ik percben rögzítettem. A hőmérséklet változásait a műtét kezdetekor mért értékhez viszonyítottam. A méréshez komplex műtéti monitort (MINDRAY iMEC-8 Vet Portable Multi-Parameter Veterinary Monitor, Mindray Medical International Ltd. Shenzhen, China) és hozzá csatlakoztatott, kalibrált csecsemő/koraszülött hőmérő szondákat

használtam (15. ábra). Az esetek túlnyomó többségében a műtétek hossza 40 perc volt, azonban néhány műtét már 30 perc után befejeződött.

Az adatok feldolgozását IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL USA), a grafikus ábrázolásokat pedig Microsoft Excel programok segítségével végeztem.



14. ábra: A melegített gázkeverékes beavatkozások során a légzőrendszer belégzőszárának 80 cm-es szakaszát $40 \pm 1^\circ\text{C}$ -os vízfürdőbe merítettem.



15. ábra: Tengerimalac műtét után. Az állat fején maszk látható, belső testhőmérsékletének mérése rektális hőmérővel történt.

5.4. Eredmények

A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatások során mind tengerimalacoknál (**3. táblázat**), mind nyulaknál (**4. táblázat**) végig lényegesen nagyobb volt a hőveszteség, mint a melegített gázkeverékkel végzett beavatkozás során. A 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás során a tengerimalacok hőmérséklet-csökkenése elérte a 2,2°C-ot, míg a melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak 1,2°C volt. A nyulak esetében is hasonló tendenciát lehet megfigyelni, náluk a 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatásnál a hőmérséklet-csökkenés 2,4°C volt. Melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak 1,1°C volt.

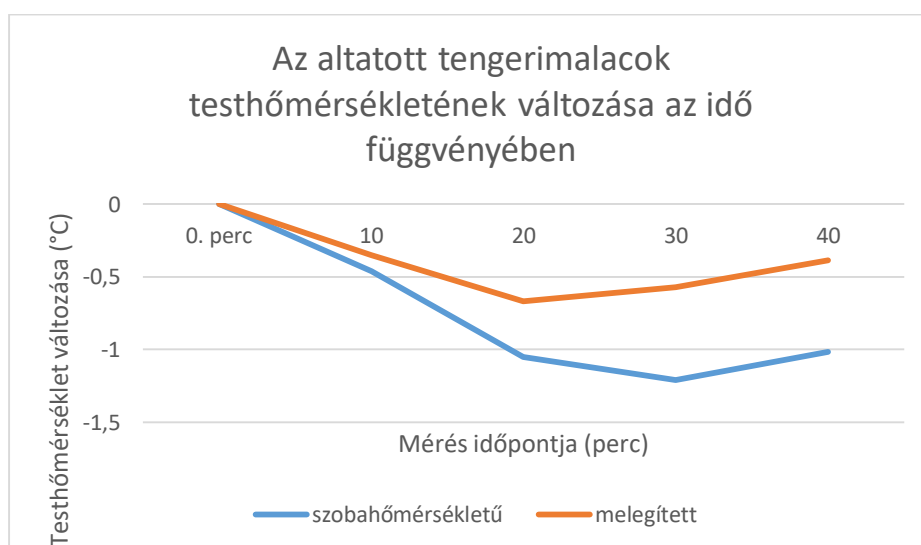
3. táblázat. Tengerimalacok rektális testhőmérsékletének változása a 0. perces értékhez képest a szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során.

Tengerimalac hőmérséklet (°C)	szobahőmérsékletű gázkeverék 10. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 20. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 30. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 40. perc
N	10	10	10	7
Átlag	-0,4600	-1,0500	-1,2100	-1,0143
Medián	-0,4000	-1,1000	-1,3500	-1,1000
Minimum	-1,60	-1,80	-1,90	-2,20
Maximum	0,20	-0,30	-0,30	-0,20
Tengerimalac hőmérséklet (°C)	melegített gázkeverék 10. perc	melegített gázkeverék 20. perc	melegített gázkeverék 30. perc	melegített gázkeverék 40. perc
N	10	10	10	7
Átlag	-0,3500	-0,6700	-0,5700	-0,3857
Medián	-0,3500	-0,6500	-0,8000	-0,9000
Minimum	-0,70	-1,10	-1,30	-1,20
Maximum	0,30	-0,20	1,70	2,00

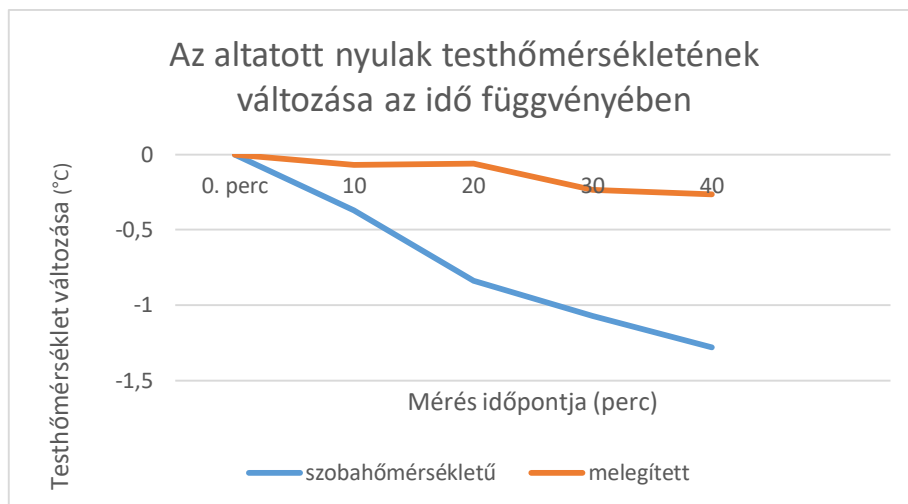
4. táblázat. Nyulak rektális hőmérsékletének változása a 0. perces értékhez képest a szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

Nyúl hőmérséklet (°C)	szobahőmérsékletű gázkeverék 10. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 20. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 30. perc	szobahőmérsékletű gázkeverék 40. perc
N	10	10	10	10
Átlag	-0,3700	-0,8400	-1,0700	-1,2800
Medián	-0,4000	-0,9500	-1,2000	-1,4000
Minimum	-1,00	-2,00	-2,00	-2,40
Maximum	0,20	0,00	0,00	0,10
Nyúl hőmérséklet (°C)	melegített gázkeverék 10. perc	melegített gázkeverék 20. perc	melegített gázkeverék 30. perc	melegített gázkeverék 40. perc
N	10	10	9	9
Átlag	-0,0700	-0,0600	-0,2333	-0,2667
Medián	-0,1000	0,0000	-0,2000	-0,3000
Minimum	-0,60	-0,60	-1,00	-1,10
Maximum	0,70	0,50	0,40	0,40

A táblázatokban látható, a szobahőmérsékletű és a melegített gázkeverék használata mellett mért értékek eltéréseit a **16. és 17. ábra** szemlélteti. A 30. és 40. perc között esetszám-csökkenés látható, mivel néhány műtét már 30 perc után befejeződött.



16. ábra: Az altatott tengerimalacok átlagos testhőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során



17. ábra: Az altatott nyulak átlagos testhőmérsékletének változása szobahőmérsékletű és melegített gázkeverékkel végzett altatás során

5.5. Megbeszélés

Kutyáknál még hideg és száraz levegő belélegzése esetén is csupán a hővesztés kevesebb mint 10%-a történik a légutakon keresztül, ami Mosing (2016) szerint valószínűleg az endotrachealis intubálással és a nagyobb testtömeggel magyarázható. Nyulaknál a kis méret és a jellegzetes anatómiai viszonyok miatt a légcsőtubus behelyezése sokkal nehezebb, mint kutyáknál, ezért a gyakorlatban gyakran elmarad. Tengerimalacoknál is lehetséges légcsőtubus behelyezése, de a nehézségek miatt ezt a legtöbb esetben mellőzik. Ha az állatban nincs endotrachealis tubus, maszk segítségével történik az inhalációs anesztézia. A maszk a páciens fejét teljesen magába foglalhatja, így az állat nagy felületen ki van téve az altatógép légzőrendszeréből érkező szobahőmérsékletű gázkeverék hűtő hatásának, ahogy erről több szerző is megemlíkezik (Hawkins és Pascoe, 2012; Grint, 2013).

Grint (2013) tapasztalatai szerint az intubált nyulaknál intermittáló pozitív nyomású lélegeztetés esetén gyorsabban alakul ki a hipotermia, mint spontán légzéskor. Az eredményeimből következően valószínűsíthető, hogy a belégtett gázkeverék melegítése ilyen esetekben is hatékony lehet az altatott állat testének a hővesztésének a mérséklésében.

Az altatáshoz kapcsolódó morbiditás és mortalitás csökkentése érdekében a nyulak és tengerimalacok maghőmérsékletének fenntartása minden esetben szükséges,

függetlenül a beavatkozás időtartamától (Hawkins és Pascoe, 2012). Mind a nyúl, mind a tengerimalac obligát orrlégző, a gégefedő és a lágyszájpad pozíciója miatt nem aspirálnak. A maghőmérséklet mérése történhet a nyelőcsőben vagy rektálisan. A nyelőcsőhőmérő, illetve a légcsőtubus behelyezésével ez az állapot megváltozik, maszk használatakor azonban változatlan marad. Emiatt nem a nyelőcsőben, hanem rektumban mértem a belső hőmérsékletet.

Többféle melegítő- és párasítórendszer is elérhető az orvostechikai piacon. A párasítás ugyan csökkenti a páciens hőveszteségét, de az állatorvosi praxisokban a félig nyílt, ingalégző rendszerek újrahazsználata miatt ideális környezetet teremt különböző baktériumtörzsek elszaporodásához. További ellenérv lehet a párasítással szemben, hogy a nem megfelelően melegített és párasított levegő 43,3°C felett hőkárosodást okozhat a légutakban (Klein és Graves, 1974). Ha a levegő páras, akkor sokkal melegebbnek érzékeljük. Erre megfelelő példa a finn szauna és a gőzkabin. A finn szauna hőmérséklete általában 80-100°C, viszont a relatív páratartalom alacsony, 10-20%. Amikor víz kerül a meleg kályhára – annak ellenére, hogy pár fokkal hűvösebb lesz a szaunában – sokkal égetőbb a meleg, mivel a páratartalom emelkedik. A gőzkabinokban a hőmérséklet ennél sokkal alacsonyabb, 40-50°C körüli, mégis nagyon melegnek érezzük a magas, 90-100%-os relatív páratartalom miatt. A légutak hőkárosodásának megelőzése miatt a gőzkabinok maximális hőmérséklete 55°C-ban van meghatározva (Hannuksela és Ellahham, 2001; Shoenfeld és mtsai, 1976). A légzőrendszer megbízható melegítése párasítással bonyolultabb és költségesebb rendszert igényelt volna, egyszerűbb rendszerekkel viszont a belélegzett levegő hőmérséklete, páratartalma és a légutakra gyakorolt hatása nehezebben lett volna kontrollálható. Az alkalmazott 40°C-os gázkeverék nem károsítja a páciensek bőrét és légutait, viszont alkalmas a hőveszteség csökkentésére.

A légzőrendszer „Y”-darabjához beépíthető melegítő és párasítórendszerek a holtteret is növelik, ami kis testtömegű páciensek altatásánál további problémaforrás lehet. Az állatok légzéstérfogata a holt térhez viszonyítva alacsony, ami a visszalélegzett CO₂-szint folyamatos emelkedését eredményezheti. A gyermekgyógyászatban kapható rendszerek alkalmasak nyulak altatására is (Grint, 2013), de ezeknek a berendezéseknek a beszerzése rendkívül költséges. A kutatásomban használt módszer alacsony költségű és nem növeli a holtteret.

A kutatás során a kitűzött esetszám eléréséig az összes klinikus állatorvos által végzett műtétet elemeztem. A premedikáció adagját a műtéti beavatkozást végző orvos

határozza meg, emiatt a dózisokban kisebb eltérések mutatkoztak. A műtétek típusa sem volt egységes, mivel az összes műtéti beavatkozásnál végeztem méréseket. A dózisok közti eltérések minimálisak voltak, illetve a műtét típusok a csoportok között eloszlottak. Ennek ellenére ezek a tények tekinthetők a kutatás limitációjának.

Az altatás során a hipotermia kialakulásának megakadályozása az elsődleges cél, nem pedig annak a kezelése (Grint, 2013). Ha mégis jelentősebb változás áll be a maghőmérsékletben, akkor ennek és a köpenyhőmérsékletnek a különbségét kell mérésélni. Ahogy azt Stone és mtsai (1981) írja munkájában, az altatás alatt legtöbbször perifériás vazodilatáció alakul ki, ami miatt hatékonyabb lehet a páciens melegítése és ezzel a maghőmérséklet növelése. Idős állatoknál a hipotermia veszélye fokozottabb, mert esetükben a keringési idő meghosszabbodott, a kompenzációs készség pedig csökkent.

Az anesztéziát végző állatorvos feladata nem ér véget az altatás fenntartásának végeztével, amikor az állatot leválasztja az altatógép légzőrendszeréről. Az ébredés fázisában is folytatni kell a maghőmérséklet mérését és fiziológias értékének fenntartását (Grint, 2013).

Összefoglalóan a felállított hipotézis, miszerint altatás során nyulakban és tengerimalacokban az állatok kihűlése csökkenthető az altatógép „Y”-darabja 80 cm-ének 40°C-os vizes közegen való átvezetésével, igazolást nyert.

6. Könnytermelés mérés vizsgálati módszerének és referenciaértékek kidolgozása módosított Schirmer könny tesztel tengerimalacban (*Cavia porcellus*)

6.1. Célkitűzés

A tengerimalacok könnytermelésével kapcsolatban a hipotéziseim a következők voltak:

A módosított Schirmer könny teszt (mSTT) csík megbízhatóan használható tengerimalacoknál, és referenciaértékek felállítása után segítségével a szárazszem betegség (KCS) diagnosztizálható ezekben az állatokban.

- a. A tengerimalacok jobb és bal szemének könnytermelése egymással összefügg, azonban mérésük során nem lehet elhagyni egyik, vagy másik szem vizsgálatát.
- b. A tengerimalacok könnytermelésének mérésére elegendő, ha szemenként 60 mp helyett 30 mp-ig mérjük a könnytermelést STT csíkkal.
- c. A tengerimalacok könnytermelése függ az életkortól, az egyéves kor alatti egyedek könnytermelése alacsonyabb.

Vizsgáltam, hogy a keskenyebb STT csíkkal jobb, következetesebb és hasznosabb eredményt kapunk-e, ha egy nagyobb létszámú heterogén tengerimalac populációt vizsgálunk meg, mivel az állatorvosi praxisban az fordul elő. A betegségeket, szembetegségeket, kort, nemet és súlyt is figyelembe vettem vizsgálataim folyamán.

Megvizsgáltam az mSTT eredményeket 81 egészséges tengerimalac szemén, referenciaértékeket kívántam felállítani, és megtudni, hogy a módosított tesztcsík alkalmas-e KCS diagnózisára tengerimalacban.

6.2. Irodalmi áttekintés

6.2.1. A tengerimalac szemének anatómiai sajátosságai

A tengerimalac megszületésétől kezdve dominánsan vizuális ingerek alapján tájékozódó faj. Az újszülöttek nyitott szemmel jönnek a világra (Williams, 2012). A

tengerimalac szemének, bár hasonló a többi hasonló méretű rágcsáló szeméhez, van néhány morfológiai sajátossága. A harmadik szemhéja atrofizált, a könnymirigy intraorbitálisan található és jól fejlett, akárcsak a retrobulbáris zygomatikus nyálmirigy. Az orbita nyitott, de a húsevőkkel ellentétben nem laterálisan, hanem ventrálisan. Az os frontalis vastag és az orbita tetejét képezi. Az os lacrimalis is nagy, és rostrálisan helyeződik el. A tengerimalac szemei laterálisan helyeződnek el és látóterük körülbelül 340 fokos, ami ennek a természetes táplálékláncban a prédaállat szerepét betöltő fajnál a veszély érzékelésében létfontosságú. Viszont a széles monokuláris mező megakadályozza a finom sztereopsis lehetőségét, és csak egy 20-40 fokos mezőben van binokuláris látása, ahol átfedés van a két mező között. A retinán a pálcikák a dominánsak és tapetum mentesek. A retina a fundus vizsgálata során vérerektől szinte mentesnek, anangiotikusnak tűnik, avaskulárisnak mondható, de szövettanilag látható, hogy kevés eret tartalmaz, ezért ez alapján paurangiotikusnak mondják (Williams, 2012; Holmberg, 2013). Ez nincs hatással a tengerimalacok éleslátására, de a retina oxigenizációját befolyásolja. Ezt az anatómiai normalitást a kevésbé rutinos, kisállatszemeszethez szokott állatorvos tévesen atrofias degenerációnak gondolhatja a vizsgálatok során (Williams, 2012).

A rágcsálók szemmérete miatt a szemészeti vizsgálatok elvégzése nem egyszerű. Réslámpa segítségével vizsgálható a külső szemrész, illetve az anterior szegmens, de a szemfenék vizsgálata nehéz lehet, mivel nem könnyű a tengerimalacokban mydriasis elérni. Kevés melanin pigment van, ami meg tudná kötni az atropint, amit ennek elérésére szoktak használni a kisállatszemeszetben. Williams (2012) szerint erre a célra a 0,5 %-os tropicamid alkalmasabb tengerimalacokban.

A tengerimalacok ritkán, 20 percenként 2-5x pislognak, amely nagyon stabil könnyrétegre utal. Hat mirigy járul hozzá a könnytermeléshez: a Meibom-mirigy, az intraorbitális mirigy, az extraorbitális mirigy, a Harder-mirigy és két faggyúmirigy. Ezek közül a Harder, a faggyú és a Meibom-mirigyek járulnak hozzá a vastag lipid réteghez, ami miatt a könny párolgása minimális, és ami lehetővé teszi ezt a ritka pislogást. A tengerimalacoknak 2 könnypontjuk van, egy felső és egy alsó, amelyeken keresztül a könny egy kacsaringós könnycsatornába távozik (Holmberg, 2013).

A cornea nagy és 85-90%-át tölti ki az interpalpebrális résznek. Sok más emlőssel ellentétben egy vékony kollagén réteget tartalmaz a cornea epitheliuma alatt, a Bowman-hártyát. Ez védi a stromát, mivel a cornea vékony (0.23 mm) és az érzékenysége is

nagyon alacsony. A corneát az atrofizált harmadik szemhéj sem védi tengerimalacoknál (Holmberg, 2013).

6.2.2. A tengerimalacok C-vitamin igénye

A tengerimalacok az emberhez hasonlóan, de sok más állattal ellentétben nem képesek szintetizálni a C-vitamint. Ezzel a legtöbb tulajdonos most már tisztában van és C-vitaminnal egészíti ki a takarmányt. Williams (2012) 1000 tengerimalac szemészeti vizsgálatát magába foglaló kutatásában összefüggésbe hozta a C-vitamint és az általa tapasztalt nagyszámú szemészeti elváltozást. Eredményei azt mutatják, hogy C-vitamin kiegészítést kapó tengerimalacokban is tapasztalható C-vitamin hiány, melynek egyik első jele a conjunctivitis (Williams, 2012).

6.2.3. A könny szerepe, alkotóelemei

A precorneális könnyréteg (PTF) szerepe, hogy sima szemfelszínt biztosítson és síkosítsa azt, megfelelő tápanyagokat, növekedési faktorokat és elektrolitokat juttasson oda, megvédje az antimikrobiális proteinjeivel, oxigénnel lássa el az avasculáris szaruhártyát, síkosítóként segítse a szemhéjak és a szemfelszín elmozdulását egymáson és eltávolítsa a szemrésbe került szennyeződések, illetve a lehámlott sejteket. A PTF három fázisból áll: lipid, vizes és mucin, melyek keveredve fordulnak elő. A három alkotó elem aránya fajoként változik. A könnysekreáció kémiai mediátorai a cholinerg agonisták, illetve a noradrenalin (Guiliano és mtsai, 2008; Turner, 2008; Miller, 2013).

6.2.4. Pislogás

A lipid, vizes és mucin fázisból álló könny a szemhéj szélén végigfutva szétoszlik a szemfelszínen, amikor a szem zárt állapotból kinyílik. A lipid komponens stabilizálja a könnyréteget, de a párolgás során a vizes réteg és a könnyfilm egyre vékonyabb lesz. Amikor ez egy kritikus szintet elér és a corneális epithel sejteken már nincs elégséges PTF az idegvégződések a cornea epitheliumában érzékelik a szárazságot. Ez reflexszerű könnyezést és pislogást eredményez, ami újra szétterjeszt egy könnyréteget

a szemfelszínen miközben megtisztítja a felületet a rákerült szennyeződésektől (Holmberg, 2013).

6.2.5. Keratoconjunctivitis sicca (KCS)

Bármelyik három, az előbbi fejezetben említett alkotóelem nem megfelelő mennyiségű jelenléte befolyásolhatja a PTF funkcióját. A szárazszem betegség (KCS) akkor alakul ki, ha elégtelen a vizes fázis szekréciója. Ezt tekintik kvantitatív könnytermelési rendellenességnek. A másik két komponens hiánya kvalitatív rendellenességnek számít.

A KCS kutyákban gyakori szemészeti probléma, Észak-Amerikában 1%-os a populáció érintettsége. A KCS klinikai tünetei a KCS szintjétől és a szemszárazságtól függenek. Kutyákban a KCS tünetei lehetnek a kiszáradt és gyulladt kötőhártya és szaruhártya, fakó felszínű szaruhártya, a rétegek közti súrlódás miatt kialakuló irritáció, a szaruhártya epitheliumának és subepithelialis stromájának hypoxiája, elszaporodott mikroorganizmusok, a stroma vascularizációja és pigmentációja, erosiók és fekélyek a szaruhártyán, mucoid vagy gennyes szemváladék, blepharospasmus a fájdalom miatt és súlyos esetben látásvesztés (Guiliano és mtsai, 2008; Turner, 2008; Miller, 2013).

A KCS egy progresszív szaruhártya betegség. Kialakulásának több oka szerepelhet együttesen, egymást erősítve. Kutyákban többek között a könnymirigy immunmediált betegsége (leggyakoribb), congenitális könnymirigy rendellenesség, gyógyszerhatás (pl. atropin), gyógyszertoxicitás (pl. szulfa-származékok), növényi mérgezés, A-vitamin hiány, trauma, beidegzési probléma, a harmadik szemhéj eltávolítása vagy szisztémás megbetegedés (pl. hypothyroidismus, diabetes mellitus) okozhatja, de lehet fertőző betegség egyik tünete is. Ezekon túlmenően előfordul időskori könnymirigy atrófia és idiopatikus KCS is (Turner 2008; Giuliano és Moore, 2008). KCS gyanú esetén igazolásához a könnyterelés mérése szükséges, amelynek bevált módja a Schirmer féle könnyteszt.

6.2.6. A Schirmer könnyteszt (STT) és a fenol vörös teszt (PRT)

A STT a legegyszerűbb és leggyakrabban használt semikvantitatív könnytermelési vizsgálati módszer, amit egy rutin szemészeti vizsgálatnál használnak az állatorvosi praxisban. Otto Schirmer német szemész fejlesztette ki a nedvszívó papír

használatát emberek könnytermelésének méréséhez (Schirmer, 1903). Eleinte többféle nedvszívó papírt is kipróbáltak a vizsgálat fejlesztése során, a cigarettapapírtól kezdve a különböző itatóspapírokig. Végül 1961-ben a Black Ribbon No. 589 típusú papírt kezdték el használni, amely nagyon hasonló volt a ma használatos szűrőpapírhoz. Ma a standard tesztsík 5 mm széles, és 40 mm hosszú, lekerekített végű steril standardizált nedvszívó Whatman® No. 41 szűrőpapír. Néhány gyártó a lekerekített végtől 5 mm-re rovátkát rak ezzel jelezve, hogy hol kell a tesztsíkot behajtani és a szembe helyezni. Más gyártók bevágás nélkül jelzik a behajtás helyét. Több gyártó skálázást is rak a tesztsíkra így jelölve a 0-35 mm-t, ezzel is egyszerűbbé téve a könnytermelési érték leolvasását. Ma már gyakran a STT csíkok egyenként vannak csomagolva és dobozban lehet venni őket, amely dobozban általában 100 db külön csomagolt steril tesztsík található.

A tesztsík a PTF vizes részét méri, amit normális körülmények közt, stimuláció nélkül választ ki a szem. Maggs (2013) ajánlása szerint a KCS klinikai jeleinél vagy gyanújánál minden alkalommal elvégzendő ez a vizsgálat. Mindig a szembe adandó bármilyen folyadék adása előtt (pl. könnycsatorna-átmosás, szemcsepp), illetve a szem manipulációja előtt (pl. mikrobiológiai vagy citológiai mintavétel) mérendő, mert ezek növelhetik az STT értékét. Az erős fény is befolyásolhatja a kapott értéket, ezért az egyik legelső vizsgálatként érdemes elvégezni az STT mérést a szemészeti vizsgálat során. A mennyiséget milliméter/percben mérik.

A behajtást az STT csíkon a megjelölt helyen, a behelyezést megelőzően el kell végezni még a csomagolásban. Fontos, hogy ne érnünk a csíkhöz és ne szennyezzük be a tesztsíkot a kezünkkel, mivel a zsíros bőrünk potenciálisan befolyásolhatja a tesztsík nedvesség felvételének a mértékét és ezzel a mérési eredményeket. A behajtott STT csíkot a szaruhártya felszíne és az alsó szemhéj középső és laterális harmada közé a conjunctivális fornixba kell behelyezni 60 mp-re. A szemhéjak lehetnek nyitott vagy zárt pozícióban a mérés alatt. A szem nyomása kerülendő, mivel ez többletkönnyezéshez és így hamis eredményekhez vezethet. A mérés 60 mp-e alatt a nedvesség a tesztsíkon felfelé halad, ezzel elszínezve azt. Az idő lejártával a tesztsíkot el kell távolítani a szemből és azonnal megmérni milliméterben a könnytermelés mennyiségét a jelöléstől az elszíneződés végéig. Ezt a másik szemben is meg kell ismételni egy új tesztsíkkal. A könny nem érheti el a mérési csík végét, nem nedvesítheti be az egész STT csíkot. Ezzel az STT₁ eredményét kapjuk meg, vagyis az alapvető és reflex könnyezés mértékét, amihez hozzájárul a könny tesztsík irritációja

is. Az STT_I vizsgálatot helyi érzéstelenítés adása nélkül kell végezni. Az STT_{II} mérésekhez a szaruhártya érzékenységét kiiktatjuk helyi érzéstelenítők segítségével. Ezáltal általában alacsonyabb értékeket kapunk, hiszen az STT_I-nél még a hozzáadódó reflex-könnyezés ilyenkor elmarad. Az STT_{II} mérés nem terjedt el a mindennapi klinikai szemészeti rutin vizsgálatok között (Maggs, 2013). Kutyaánál az STT_{II} érték kb. 50%-kal kevesebb, mint az STT_I (Giuliano és Moore, 2008).

A PRT egy másik könnytermelés mérési mód, amely során egy rövid pamutszálat helyeznek a ventrális conjunctivális fornixba, amely fenol vörössel van impregnálva és az alkalikus könnyek hatására sárgából vörösre vált. A mérési idő 15 mp, vagyis rövidebb, mint az STT mérés, a szál kisebb és jobban tolerált, mint az STT csík (Maggs, 2013).

6.2.7. KCS kezelési lehetőségek

A KCS kutyában gyakori szemészeti betegség, és kezelésére számos protokoll létezik.

A lacrimostimulánsok olyan szerek, amelyek a könny elválasztásának növelésére hivatottak. Lehetnek cholinerg anyagok vagy immunmodulátorok. A cholinergek, mint pl.: a pilocarpin, a könnymirigy paraszimpatikus beidegzésére hatnak és adhatók szájon át vagy helyileg is. Az immunmodulátorok közé tartozik a cyclosporin A (CsA), illetve a tacrolimus, mindketten T-sejt aktiváló inhibitorok, és mindkettőt graft kilökődésének elkerülésére alakították ki szisztémás használatra. Immunmediált KCS-ben a CsA a leggyakoribb kezelési mód több mint 10 éve kutyában. Az ára magas, de naponta csak 2x ajánlott adagolni egy rizsszemnyi mennyiséget. Ennél nagyobb mennyiség egy időben való használata nem is ajánlott, mivel a szemhéjon megállva túlérzékenységi reakciót, és ezzel blepharistist válthat ki (Turner, 2008). A tacrolimustami in vitro sokkal hatásosabbnak bizonyult, mint a CsA- is egyre gyakrabban használt kutyák KCS-e esetében (Giuliano és Moore, 2008).

A lacrimomimetikumok, vagy könnypótlók a könny három fő komponensének valamelyikét hivatottak helyettesíteni. A műkönnyeket legalább napi 4-6x kell az érintett szembe csepegtetni és más kezeléssel kombinálni. Ennél gyakoribb cseppentés még ideálisabb lenne, de általában a tulajdonos számára nem megoldható. A könnyhiány miatt másodlagos bakteriális fertőződés figyelhető meg gyakran a szemfelszínen, amire széles spektrumú antibiotikum adható helyileg, ami előtt azonban

érzékenységvizsgálatra mikrobiológiai mintavétel ajánlott. A szemkörnyék tisztántartása váladékozás esetén is nagyon fontos. Mivel a KCS fájdalmas lehet, a fájdalomra gyulladáscsökkentők adása ajánlott.

Szteroid adása helyileg csökkenti a klinikai tüneteket, a fájdalmat, a conjunctivitist, és a krónikus keratitis okozta szaruhártyahomályt. Fekély esetén a szteroidok adása kontraindikált (Giuliano és Moore, 2008). A helyileg adott szteroidok előidézhetik magasabb patogenitású baktériumok elszaporodását is, de az előnyök elnyomják a hátrányokat (Turner, 2008).

Topikális CsA használata KCS-es tengerimalacoknál javulást eredményez. Ez arra enged következtetni, hogy ugyanazok az immun mediált patológiás folyamatok okozzák a könnytermelés csökkenését, mint kutyákban. Ez jelenleg a legjobb kezelési mód KCS-ben szenvedő tengerimalacok számára. Alternatív kezelésként felmerülhet a carbomer-alapú gélek vagy hidroximetil-cellulóz alapú műkönyvek használata is (Williams, 2012).

6.2.8. Schirmer könnyteszt mérési módszerek és eredmények tengerimalacokban

Egy Williams és Sullivan (2010) által 1000 tengerimalacon lefolytatott vizsgálatból kiderült, hogy az állatok 45%-a valamilyen szemészeti elváltozásban szenvedett. De a diagnózis felállítása és a kezelés tengerimalacokban továbbra is nehézkes, mivel nincsenek meg a megfelelő szemészeti vizsgálati módszerek hozzá. A rágcsálószem vizsgálata nehéz, mivel kicsi a szemrész és a szem mérete. Ez a könnytermelésre is vonatkozik, mivel nagyon kis mennyiségű könny van a szemfelszínen (Williams, 2007). Annak ellenére, hogy széles körben használt kísérleti, és gyakori kedvtelésből tartott állat, nagyon kevés publikáció található a tengerimalacok könnytermeléséről.

Amíg a STT csík könnyen és kényelmesen használható emberben és kutyában, addig kisebb szemű állatokra ez nem igaz. Az STT csík szélessége a szemréssel összehasonlítva túl nagy ahhoz, hogy rendesen beférjen a tengerimalacok szemébe. A PRT alkalmasabb ilyen kisméretű állatok könnytermelés mérésére, mivel kisebb és rövidebb időt igényel a teszt végrehajtása is (Rajaei és mtsai, 2013). A vizsgálat 15 mp-et vesz igénybe és nagyon kis mennyiségű könny szükséges, hogy benedvesítse a tesztcsíkot, viszont a PRT drágább, mint az STT, és a mindennapi állatorvosi rendelőkben nincs kéznél (Williams, 2012).

Trost és mtsai (2007) 36 Duncan-Hartley fajtájú tengerimalac vizsgálatát folytatták le, és mérték meg a könnytermelésüket. Az állatok átlag életkora 2,5 év volt és a tengerimalacok vegyes ivarúak voltak. Szemészeti vizsgálatok során 6 állat esetében nukleáris cataractát találtak, de egyéb elváltozás nem volt kimutatható a szemekben. Standard kereskedelemben is kapható 5 mm széles Vetoquinol STT csíkokat használtak a vizsgálatokhoz, és mindkét szemnél mérték könnytermelést véletlen sorrendben. Az STT_I mérés után oxibuprokain szemcseppet alkalmaztak helyi érzéstelenítésként, amit egy percig hagytak hatni. Az érzéstelenítő csepp okozta folyadéktöbbletet felitatták egy pamut végű pálcával a STT_{II} mérés előtt. Ha a nedvesség nem érte el a bemetszés helyét, ahol be kellett hajtani a STT csíkot a kis mennyiségű könny miatt, akkor a behajtástól a nedves részig mérték a távolságot, amit negatív számként jegyeztek fel. Trost és mtsai (2007) szerint, ha ezeket az értékeket 0 mm-nek vették volna, akkor az hamis átlagos STT_I és STT_{II} értékeket eredményezett volna, mivel akkor az eredmények magasabbak lettek volna, mint valójában. A kapott STT_I referencia tartomány -1,78-tól 5 mm/percig terjedt és a számított átlagérték $0,36 \pm 1,09$ mm/perc volt. A mért STT_{II} referencia tartomány -2,1-től 2,96 mm/percig terjedt és a számított átlagérték $0,43 \pm 1,29$ mm/perc volt. Az STT_I és STT_{II} közötti különbség nem volt szignifikáns ($P=0,79$), ami azt sejteti, hogy tengerimalacoknál nincs reflex könnyezés. Az átlag STT ezekben az esetekben $0,6 \pm 1,82$ mm/perc volt a referencia tartomány pedig -2,98-tól 4,18 mm/percig terjedt. A szerzők nem találtak szignifikáns különbségeket a két szem között.

Trost és mtsai (2007) 18 állatnál 5 perccel az STT_I mérés előtt PRT-t is mérték. A 75 mm-es fenol vörös pH érzékeny indikátorcsík utolsó 3 mm-ét helyezték a szemhéj alá 15 mp-ig. Az átlag PRT teszt eredmény $16 \pm 4,7$ mm/15 mp, a referenciatartomány 6,8 mm és 25,2 mm között volt.

A szaruhártya érzékenységét is vizsgálták 23 tengerimalacnál, amelyeket már használtak az STT vizsgálatokhoz korábban. A méréseket egy Cochet-Bonnet esthesiometerrel végezték. A cornea érintési receptorait stimulálva, pislogást próbáltak elérni és ezzel CTT-t meghatározni. Azt találták, hogy a szaruhártya szignifikánsan érzékenyebb a centrális régióban, mint a 4 limbális régióban. 5 tengerimalacban viszont 3 régióban a műszerrel mérhető legerősebb nyomás sem volt elég a pislogás kiváltásához (Trost és mtsai, 2007).

Pislogási frekvenciát is mérték 10 db 1 éves állatnál a szerzők mindkét nemből, megszokott környezetben. 17 malacnál a PRT és STT vizsgálat előtt 10 perccel mérték pislogási frekvenciát, de az nem a saját megszokott környezetben történt. A megszokott

környezetben 2-5 pislogás volt mérhető szemenként 20 perc leforgása alatt. A 17 tengerimalacot számláló másik csapatban 10 perc alatt 0-17 pislogást mértek. Pislogással terjed szét a könny a szaruhártyán és marad megfelelő vastagságban a könnyréteg. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy mivel ilyen alacsony az STT eredmény és ilyen ritkán pislog a tengerimalac valószínűsíthető, hogy ezeknek a rágcslóknak a könnyében található mucin réteg és lipid mennyisége más, mint gyakrabban pislogó állatokban, de ez további kutatásokat igényel (Trost és mtsai, 2007).

Coster és mtsai (2008) is standard, kereskedelemben is kapható 5 mm széles Schering-Plough könnyeszt-csíkokat használtak STT_I méréshez mindkét szemben 16 hím és 15 nőstény tengerimalacban. A kort, ivart, testsúlyt és a fajtát feljegyezték, illetve fizikai és szemészeti vizsgálatnak vetették alá az állatokat, és csak az egészségesnek ítélték vettek részt a vizsgálatban. PRT-t és STT-t is mértek. A két vizsgálat között 10 perc telt el, hogy a könnyréteg újra stabil legyen. Mind a mérési módszert, mind a kezdő oldalt véletlenszerűen jelölték ki. Az állatok medián kora 12 hónap volt. Az STT eredményeknél negatív értékeket nem használtak. Ha a nedvesség nem érte el az STT behajtásra szánt részét, akkor azt az értéket 0 mm/percnek vették. Ha pont a behajtásnál állt meg a nedvesség, akkor az értéket 1 mm/percként jegyezték fel. A medián STT_I érték 3 mm/perc volt. A kapott értékek 0-11 mm/perc között voltak a jobb szemben, és 0-12 mm/perc között a bal szemben. Aerob bakteriális tenyésztéshez mikrobiológiai mintavétel történt egy nedves mikrobiológiai mintavevő segítségével, majd utána propakain hidrokloridos helyi érzéstelenítést végeztek. Ezt követően kb. 20 mp-cel a szemet pamut végű pálcával kiszárították és a kötőhártyából citológiai mintát vettek, illetve szemnyomást (IOP) mértek. Ezt követően megismételték a PRT és STT méréseket. A medián STT_{II} 3 mm/perc volt a jobb szemben és 4 mm/perc volt a bal szemben. PRT mérésnél az alsó 3 mm-t a kötőhártya fornixába helyezték, majd 15 mp eltelte után eltávolították és az elszíneződés mértékét leolvasták. CTT meghatározás is történt esthesiometerrel és ha 5 próbálkozásból 3-nál sikerült pislogást eredményezni, azt feljegyezték. Nem találtak szignifikáns korrelációt PRT és STT értékek között a helyi érzéstelenítés előtt és után egyik szemben sem. A hímeknek szignifikánsan alacsonyabb PRT eredményei voltak, mint a nőstényeknek, és a PRT eredmények szignifikánsan alacsonyabbak voltak a propakain adása előtt, mint azután. A PRT-t nem befolyásolta szignifikánsan a szem, a kor, a súly vagy az állat faja (Coster és mtsai, 2008).

Williams és Sullivan (2010) 1000 tengerimalac szemészeti betegségeit vizsgálta. A csoportban voltak kísérleti (pl. Duncan-Hartley fajtájú), kiállítási, és kedvtelésből tartott állatok is. A laboratóriumi állatok szignifikánsan fiatalabbak voltak, mint a bemutatós állatok. A mentett és repatriált állatok kora viszont nem volt mindig ismert. Az állatok átlagos kora $2,9 \pm 1,7$ év volt. Összesen 532 nőtényt, és 468 hímét vizsgáltak. Mindegyik állatnak szabad hozzáférése volt a takarmányhoz, és mindegyik egyed kapott C-vitamin kiegészítést. Az összes állat teljes körű szemészeti vizsgálaton esett át. 446 állatnál találtak valamilyen szemészeti elváltozást a vizsgálatok során. A legtöbb szemészeti megbetegedés a lencsével volt kapcsolatos, 178 állatnál szürkehályogot és 286 állatnál egyéb lencsét érintő elváltozást, mint például nukleáris sclerosist állapítottak meg. A könnytermelést a szemfelszíni eltérésekkel rendelkező állatoknál minden esetben, továbbá 50 random módon kiválasztott állatban is megmérték a normális értékek megállapításához. A szerzők standard, kereskedelemben is kapható 5 mm széles Schering-Plough STT csíkot használtak. Mind a két szemet mérték, de csak a két szem átlageredményét jegyezték fel állatonként, mivel nem találtak szignifikáns különbséget a két oldali STT között. Az átlagos $STT_1 3,8 \pm 1,3$ mm/perc volt. Williams és Sullivan (2010) az eddigi vizsgálatokhoz képest kapott különbséget a Trost és mtsai (2007) által végzett vizsgálatban használt különleges tengerimalac fajtának tudta be. Tetracain hidroklorid helyi érzéstelenítés adása után IOP mérést is végeztek.

Wieser és mtsai (2013) cornea érzékenységet, illetve reflex-könnyezést vizsgáltak különböző fajokban. Vizsgálataikat Trost és Coster vizsgálatai ihlették, mivel azokban látható volt, hogy a tengerimalacoknál nagyon alacsony mindkettő. Tengerimalacon kívül szarvasmarhát, lovat, juhót, kecskét, kutyát, macskát és nyulat is vizsgáltak. Minden állat szemészeti vizsgálaton esett át. A kis és egzotikus állatok mérései vizsgálati szobában történtek a tulajdonos jelenlétében. A szemeket random sorrendben vizsgálta ugyanaz a személy, amely során PFL-t, CCT-t, STT_1 -t és STT_{II} -t mérték. Minden állatnál csak egy szemet vizsgáltak, mivel az eddigi tanulmányok azt mutatták, hogy nincs szignifikáns különbség a két szem között PFL, STT vagy CTT-t mérés során. A könnytermelés méréshez módosított Intervet STT csíkokat használtak nyúlban és tengerimalacban, míg a nagyobb szemréssel rendelkező állatoknál kézzel készített Whatman® No. 41 szűrőpapírt. Egy matematikai képlet segítségével számították ki az optimális könnyeszt-csík szélességét 8 különböző állatban, többek közt tengerimalacban is. Tolómérővel mérték a szemrés hosszát (PFL) a különböző fajokban. A kereskedelmi forgalomban kapható standard STT csík szélességét ($X^{st} = 5$ mm) hasonlították a kutya PFL-hez (PLF^{canine} átlag = 21 mm) és ennek segítségével

számolták ki a különböző állatfajok ideális STT szélességét a különböző PFL-eknél az alábbi képlet segítségével:

$$[X^{st} \text{ (mm)} \div \text{PLF}^{\text{canine}} \text{ (mm)}] \times \text{PLF} \text{ (mm)} = X \text{ (mm)}$$
$$[5 \div 21] \times \text{PLF} \text{ (mm)} = X \text{ (mm)}$$

amelyben X az STT csík szélessége mm-ben az új fajban és a PFL az átlag PFL-je ugyanennek a fajnak mm-ben (Wieser és mtsai, 2013).

Az ideális STT csík szélesség tengerimalacban a próbavizsgálat során 2,6 mm, a tanulmány során 2,7 mm volt. Wieser és mtsai (2013) 3 mm széles STT csíkokat használtak a 20 tengerimalacon végzett vizsgálatukban. A teljes elszíneződött hosszát mérték, beleértve a lekerekített részt a behajtást jelölő rész alatt. STT_{II} mérés előtt helyi érzéstelenítésként oxybupocaint adagoltak, majd megmérték a reflex-könnyezés mennyiségét, amit százalékban adtak meg. Trost és mtsai a helyi érzéstelenítés okozta extra folyadékmennyiséget nem törölték ki STT_{II} mérés előtt, de vártak, hogy legyen ideje a cseppnek eloszlani, hogy ne befolyásolja a mérési eredményeket. Az átlagos STT_I 9,65 ±3,48 mm/perc volt. Az átlagos STT_{II} 10,45 ±3,27 mm/perc volt. Enyhe könnytermelés-növekedést figyeltek meg, amikor a két STT eredményt összehasonlították (Wieser és mtsai, 2013).

Korreláció volt a CTT (corneal touch threshold) és a reflex-könnyezés (STT_I és STT_{II}) között. A CTT méréseket Cochet-Bonnet esthesiometerrel hajtották végre, és ha 3x pislogott 5 alkalomból az eredményt feljegyezték. A tengerimalacoknak szignifikánsan magasabb CTT-jük volt, mint szarvasmarháknak, lovaknak, kecskéknek, kutyáknak és macskáknak (Wieser és mtsai, 2013). A CTT a szaruhártya érzékenységének reciproka és g/mm²-ben mérik. Ez a szaruhártya különböző részein más és más, de a szaruhártya közepe a legérzékenyebb rész (Trost és mtsai, 2007). A tengerimalacok szaruhártya-érzékenysége alacsony más állatokhoz képest, és csak relatív nagyobb nyomásnál váltható csak ki pislogási reflex (Trost és mtsai, 2007; Coster és mtsai, 2008). A tengerimalacok 2-5 alkalommal pislognak 20 perc alatt, de ez a mennyiség nő, amikor az állatok izgatottá válnak (Trost és mtsai, 2007). A szerzők szerint a reflex-könnyezés tengerimalacoknál nem valószínű. Az alacsony szaruhártya érzékenység és a helyi érzéstelenítés hatásának hiánya a könnytermelésre összefüggésben lehetnek egymással (Trost és mtsai, 2007). Wieser és mtsai (2013) arra

a következtetésre jutottak, hogyha az STT lekerekített végének 5 mm-ét levonják az eredményeikből, akkor hasonló eredményekhez jutnak, mint az előző vizsgálatok.

Patricia Parr szakdolgozatában in vitro vizsgálta és hasonlította össze 5 db 5mm széles, és 5 db 2.5 mm széles STT csík nedvszívó képességét fél és 1 perc alatt. Megfigyelte 1, 5, 10 és 15 μ l mennyiségű és ad libitum desztillált víz mellett az STT csíkok eredményeit. Azt találta, hogy ad libitum nedvesség esetén a két STT csík hasonló eredményeket mutatott, de ha a nedvesség korlátozva volt, akkor a módosított STT csík magasabb nedvesedési értéket mutatott, eredményei jobban olvashatóak és pontosabbak voltak. A 30 mp-es és 60 mp-es eredmények azt mutatták, hogy a vizsgálat elején intenzív vízfelvétel látható, majd ez az idő előrehaladtával csökken (Parr, 2014). A szerző 10 felnőtt nőtény, és 10 fiatal hím tengerimalacon végzett méréseket a Fővárosi Állat-és Növénykert tengerimalac állományában. A nőtények kora 11 hónaptól 5 évig terjedt, a hímek 2-6 hónaposak voltak. A nőtényeknél a STT átlaga 3,45 mm \pm 2,3 mm míg az mSTT átlaga 8,95 mm \pm 3,94 mm volt. A hímeknél a STT átlaga 1,5 mm \pm 0,89 mm míg az mSTT átlaga 1,95 mm \pm 0,95 mm volt. Arra a következtetésre jutott, hogy a hímek kora okozhatta ezt a különbséget a mérési eredményekben (Parr, 2014).

6.3. Anyag és módszer

Az Állatorvostudományi Egyetem Egzotikusállat-és Vadegészségügyi Tanszék klinikájára érkező betegek közül 81 tengerimalacot vizsgáltam. Ebből 68 állat idősebb, még 13 állat fiatalabb volt 1 évnél. 38 állat hím volt, 43 nőtény. Az összes állat fizikális és szemészeti vizsgálaton esett át. Csak az egészséges szemű, vagy más állatoknál bizonyítottan a könnytermelést nem befolyásoló elváltozással rendelkező állatok vettek részt a vizsgálatban (**18-19. ábra**).

A 81 egyedből 57 állat általános vizsgálatra vagy kontrollra érkezett, vagy a társát kísérte. 8 állat atheroma/trichofolliculoma műtétre, 13 állat ivartalanításra, 3 állat emlőtumor műtéti eltávolítására érkezett. Az állatok testsúlyát és nemét feljegyeztem. Az összes könnytermelés méréshez használt Eickemeyer (Tuttlingen, Németország) tesztcsík egy gyártási sorból (Art No. 173589) származott. A kereskedelmi forgalomban lévő tesztcsíkok külön egyenként vannak becsomagolva. A csomagolás egyik oldala papír, a másik oldala műanyag (**20. ábra**). A tesztcsík szélességét két helyen megmértem és a közepét megjelöltem vonalzó és ceruza segítségével a

csomagolópapíron (**21. ábra**). Egy hosszú, egyenes, tiszta, száraz olló segítségével az 5x35 mm-es tesztcsíkot két 2,5x35 mm darabba vágtam (**22. ábra**). A két 2,5 mm-es darab az elvágott csomagolásban maradt használatig, amikor eltávolítottam őket a csomagolásból a méréshez.



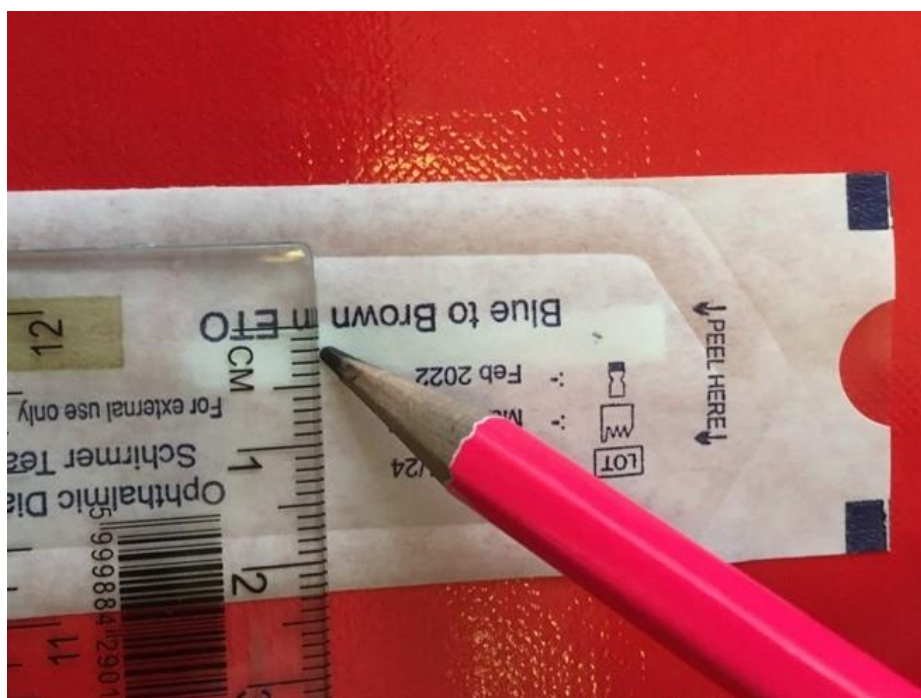
18. ábra: A vizsgálatban részt vevő egyik tengerimalac. Az állat szemén heterotróp csontosodás látható, amely a könnytermelés mértékét nem befolyásolja.



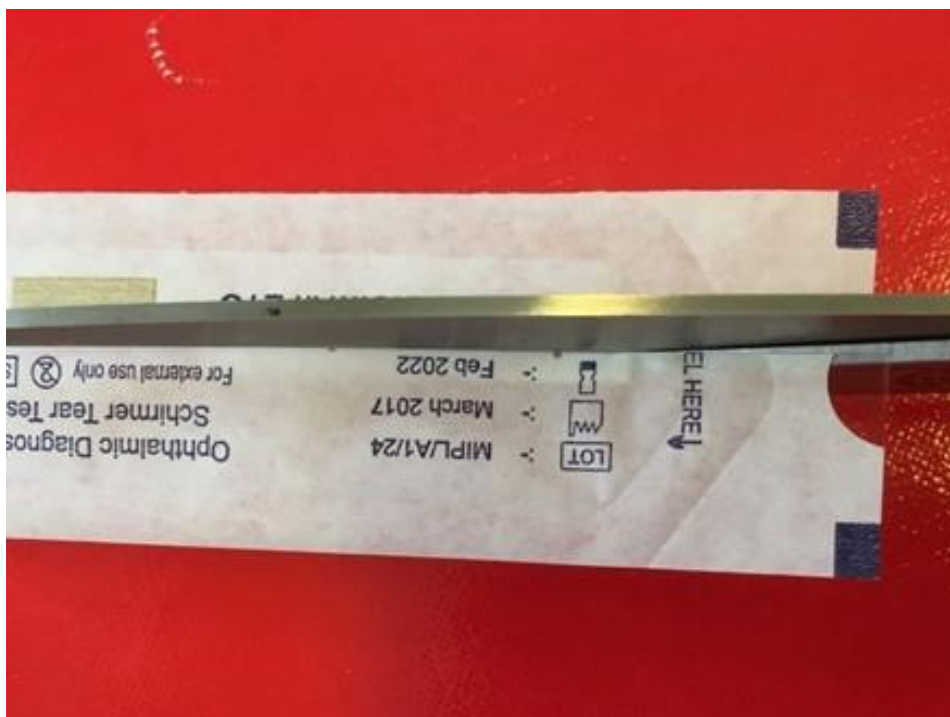
19. ábra: A vizsgálatból kizárt egyik állat. A tengerimalac szeme matt és a szem körül váladék látható.



20. ábra: A tesztcsík csomagolásának egyik oldala papír, ami átlátszik, a másik oldala műanyag.



21. ábra: A tesztcsík szélességét két helyen megmértem és a közepét megjelöltem vonalzó és ceruza segítségével a csomagolópapíron.



22. ábra: Egy hosszú, egyenes, tiszta, száraz olló segítségével a 5x35 mm-es tesztcsíkot két 2.5x35 mm darabba vágtam.

Az állatokat a mérés során az állatorvosi asszisztens tartotta és akadályozta mozgásában gyengéden. Ha a tengerimalac vokalizálni kezdett a vizsgálat alatt a vizsgálatot félbehagytam, amíg az állat meg nem nyugodott. Minden vizsgálatot szobahőmérsékleten hajtottam végre (körülbelül 17 °C).

Az STT₁ méréseket módosított csíkokkal hajtottam végre mindkét szemben véletlen sorrendben. A vizsgálathoz minden alkalommal tiszta, száraz, eldobható latex vizsgálókesztyűt viseltem. A könny méréshez szükséges csíkokat a kötőhártya és a szemhéj közé helyeztem mediálisan és finoman ott tartottam 60 mp-ig, ha erre szükség volt (**23. ábra**). A módosított STT csíkot a jelölésnél, a 0 mm-es jelnél hajtottam be a behelyezés előtt. A STT csíkon a nedvesség mértéke, vagyis a mérési eredmények fel lettek jegyezve 30 mp-nél és közvetlenül eltávolítás után 60 mp-nél (**24. ábra**). A méréshez elektromos stopperórát használtam. Úgy, mint a nem módosított STT-nél más állatoknál, a könnytermelést a 0 mm-es jeltől mértem, ahol a 0 mm 0 mm-nek is számított.

A jobb, ill. a bal szemek 30, ill. 60 mp-es könnytermelésének a tengerimalacok vizsgált jellemzőivel mutatott összefüggéseit lineáris regressziós modellekkel

elemeztem. A függő változó az adott szemhez és időtartamhoz tartozó STT mérés mm-ben kifejezett eredménye volt, míg a magyarázó változók az ivar (hím/nőstény), életkor (<1 év/>= 1 év) és a testtömeg (kg) voltak. A statisztikai elemzést az R 3.6.1-es verziójában végeztem (R Core Team, 2019). A két szem könnytermelésének összehasonlítására egy adott időtartam esetén párosított t-próbát alkalmaztam.



23. ábra: A könnyméréshez szükséges csíkokat a kötőhártya és a szemhéj közé helyeztük mediálisan 60 mp-ig.



24. ábra: A STT csíkon a nedvesség mértéke, vagyis a mérési eredmények fel lettek jegyezve 30 mp-nél és közvetlenül eltávolítás után 60 mp-nél.

6.4. Eredmények

Az állatok átlagos kora $3,37 \pm 2,12$ év, az átlagos súlyuk $0,85 \pm 0,19$ kg. Az átlag \pm SD (standard deviation) STT eredmények a jobb szemén $7,69 \pm 3,10$ mm 30 mp-nél és $10,46 \pm 3,84$ mm 60 mp-nél, a bal szemén pedig $7,85 \pm 3,25$ mm 30 mp-nél és $10,65 \pm 4,05$ mm 60 mp-nél. Mindkét szem átlag \pm SD STT értéke $7,77 \pm 3,16$ mm volt 30 mp-nél és $10,56 \pm 3,93$ mm volt 60 mp-nél. A medián 8 mm volt 30 mp-nél és 10 mm volt 60 mp-nél mindkét szemén. A kapott eredményeket az **5. táblázat** foglalja össze.

5. táblázat: Az eredmények összefoglalása.

	Testsúly (kg)	Életkor (év)	OD mSTT 30 mp (mm)	OD mSTT 60 mp (mm)	OS mSTT 30 mp (mm)	OS mSTT 60 mp (mm)	Mindkét szem OD 30 mp (mm)	Mindkét szem OS 60 mp (mm)
Esetszám (N)	81	81	81	81	81	81	162	162
Átlag	0,8477	3,3681	7,6914	10,4568	7,8519	10,6543	7,7716	10,5556
Medián	0,8700	3,0000	8,0000	10,0000	8,0000	10,0000	8,0000	10,0000
Standard átlagos hiba	0,01527	0,16639	0,34410	0,42711	0,36094	0,44968	0,24865	0,30923
Minimum	0,23	0,08	3,00	4,00	1,00	3,00	1,00	3,00
Maximum	1,24	7,50	15,00	20,00	15,00	20,00	15,00	20,00
Standard deviáció	0,19200	2,11774	3,09694	3,84399	3,24850	4,04710	3,16478	3,93582

Az ivar és a kor szignifikánsan összefügg a jobb szem 30 mp-es könnytermelésével, a testtömeg viszont nem. A hímeknek átlagosan 1,4 mm-rel kisebb a könnytermelésük, mint a nőstényeknek ($p=0,0255$). A legalább 1 éves tengerimalacok 2,87 mm-rel nagyobb könnytermeléssel rendelkeznek az 1 évnél fiatalabbakhoz képest ($p=0,0094$).

A bal szem 30 mp-es könnytermelését vizsgálva ugyanezeket az összefüggéseket tapasztaltam. A hímek könnytermelése ezen a szemén átlagosan 1,39 mm-rel kisebb a nőstényekénél és a legalább 1 éves tengerimalacok 2,41 mm-rel nagyobb könnytermeléssel rendelkeznek.

A jobb szemet vizsgálva 60 mp-nél ugyancsak ezeket az összefüggéseket tapasztaltam, de nagyobbak lettek a kapott különbségek, mint a 30 mp-es méréseknél. A hímek könnytermelése átlagosan 1,91 mm-rel kisebb a nőstényekéhez hasonlítva, és a legalább 1 éves állatoknak 3,81 mm-rel nagyobb a könnytermelésük.

A bal szemet vizsgálva 60 mp-nél hasonlóak az eredmények, de vannak kisebb különbségek az eddigi eredményekhez képest. A hímek 1,49 mm-rel kisebb könnytermeléssel rendelkeznek, mint a nőstények ($p=0,0797$), amely tendenciózan kisebb könnytermelést jelent. A legalább 1 éves tengerimalacoknál 3,19 mm-rel nagyobb könnytermelés figyelhető meg a fiatalabbakhoz képest ($p=0,0331$).

A 30 mp-es méréseknél a jobb szem könnytermelése átlagosan 0,16 mm-rel kisebb a bal szemhez képest, de ez a különbség nem szignifikáns ($p=0,6008$).

A 60 mp-es méréseknél a jobb szem könnytermelése átlagosan 0,20 mm-rel kisebb a bal szemhez képest, de ez a különbség nem szignifikáns ($p=0,5928$).

Az általam megállapított referenciaértékeknél normális könnytermelésnek mondható a 8 mm feletti eredmény 30 mp-nél, és 10 mm feletti eredmény 60 mp-nél. A 5-8 mm-es eredményt 30 mp-nél és 6-10 mm-es eredményt 60 mp-nél a klinikai tünetekkel együtt kell elbírálni. A referenciaértékek alapján KCS-t tudtam diagnosztizálni tengerimalacban. **(25. ábra)**.



25. ábra: A tengerimalac jobb szemének környéke váladékkal szennyezett és mSTT eredménye 6 mm 60 mp-nél. A referenciaértékeim segítségével KCS igazolható ennél az állatnál.

6.5. Megbeszélés

Jelenleg a mindennapi állatorvosi praxisban használt standard, kereskedelmi forgalomban lévő 5 mm-es STT csíkok nem csak túl szélesek a kisebb szemű állatokhoz, így a rágcsálók szeméhez, de nem is adnak használható klinikailag releváns eredményeket a nagyon alacsony könnytermelés miatt. Ennek oka az, hogy ezeknél az állatoknál nagyon vékony a könnyréteg a szemfelszínen. Trost és mtsai (2007) is azt találták, hogy az STT eredményükkel nehéz a KCS jelenlétét megerősíteni vagy cáfolni. Ezek a könnytermelés mérésére szánt csíkok tengerimalacok könnytermelés mérésére sem megfelelőek.

A 3 mm-es módosított STT csíkok, amiket Wieser és mtsai (2013) használtak, jobb és pontosabb eredményeket biztosítottak, mivel könnyebb volt leolvasni őket. Az eredményeik segítségével gyártottam le az általam felhasznált mSTT csíkokat. A 2,5 mm-es szélességet alkalmaztam a mérésekhez a tanulmányban használt 3 mm helyett, mivel ez közelebb van az általuk meghatározott 2,6 mm-hez és 2,7 mm-hez.

Külön csomagolt könnytesztcsíkot használtam és az 5 mm-es STT csíkot félbe vágni gyors, és könnyű művelet. Emellett mind a két rész felhasználható, ami azt jelenti, hogy egy állat mindkét szeme megmérhető egy STT csík használatával.

Az mSTT pontatlan eredményt adhat, ha nincs pontosan elvágva. Én hosszú, egyenes, tiszta, száraz ollót használtam, miután a csík közepét bejelöltem két helyen a csomagoláson. Mivel a kereskedelmi forgalomban kapható STT csíkok egyenként vannak becsomagolva kis lezárt tasakokba, amelyek egyik oldala papír, ami átlátszik, a mérés, jelölés és vágás is könnyű volt. Ez nem jelenthet problémát egy, a napi klinikai munkában dolgozó szakembernek sem egy kis gyakorlás után. A másik probléma, hogy a félbe vágott STT csíkok nem összehasonlíthatók a más fajokban mért könnytermeléssel. Az 5 mm-es STT csíkok túl nagyok tengerimalacok illetve más rágcsálók könnytermelésének méréséhez, így nem megfelelő eredményeket kapunk. Ahogy Wieser és mtsai (2013) is javasolják, azt gondolom, hogy mSTT csíkokat kellene használni más rágcsálókban is, az általuk végzett kutatásban megadott képletet használva, hogy a STT csík szélességét kiszámoljuk. Ezeknek az eredményeknek az összehasonlítása pontosabb lenne, mint az 5 mm-es STT csíkok eredményei, de a referencia értékeket előbb meg kell határozni más rágcsálókban is.

A módosított STT csík ötletét több szerző is leírja. Trost és mtsai (2007) megemlíti, hogy pontosabb mérések lehetségesek 2 mm-es STT csíkokkal, amit madarakban már használtak, de kiemeli a referenciaértékek hiányát, továbbá a helytelen vágással a pontatlan méretet. Williams (2012) is a módosított STT csík lehetőségét javasolja, hogy félbe kellene vágni a standard könnycsíkot, de megemlíti, hogy nincsenek könnytermelési referenciaértékek leírva. Az volt a célom, hogy könnytermelési referenciaértékeket írjak le, amik használhatóbbak a jelenlegi standard STT értékeknél. A módosított STT csíkok mm-ben kifejezett számértéke magasabb könnytermelési eredményeket adnak, így ezeket könnyebb értelmezni, ha vannak referenciaértékek.

Mivel a tengerimalac szem kicsi és alacsony a könnytermelése ezekben az állatokban, a könnytermelés csökkenés kimutatása nehéz a standard 5 mm-es STT csíkokkal. Az alacsony értékeket nehéz értelmezni, és nehéz következtetéseket levonni belőlük. Azoknál a szemészeti betegségeknél, mint a KCS, ahol a betegséget a könny mennyiségével diagnosztizálják, standard 5 mm-es STT csíkokkal nem lehet megállapítani, hogy alacsony-e a könnytermelés.

Az mSTT méréseknél a nedvesség értéke magasabb, az eredmények jobban megoszlanak és így egyszerűbb a következtetések levonása a könnytermeléssel kapcsolatban. A tengerimalacok nem mindig maradnak nyugodtan egy percig. A 30 mp-es STT mérések is megfelelő eredményeket adnak, amikor a 60 mp-es mérések nem lehetségesek. Mind a 30, mind a 60 mp-es eredményeket megvizsgáltam és referenciaértékeket állítottam fel, de továbbra is a 60 mp-es mérést javaslom, mert úgy a könnytermelés eloszlása jobban megfigyelhető és könnyebb a diagnózis.

Williams és Sullivan (2010) kutatása azt mutatta, hogy a vizsgált tengerimalacok 45%-ának volt valamilyen szemészeti elváltozása. Coster és mtsai (2008) kevesebb szemproblémát láttak a saját eseteiknél, de ők ki is zárták a vizsgálataikból azokat a tengerimalacokat, amelyeknek bilaterális szürkehályogjuk, vagy eozinofil kötőhártyagyulladásuk volt. Én az összes olyan állatot kizártam a vizsgálatból, amelyeknek a szemészeti elváltozása a méréseket befolyásolhatta, így a szemészeti elváltozással rendelkező állatok száma vizsgálataimban sokkal alacsonyabb volt, mint 45%. Viszont nem zártam ki a könnytermelést nem befolyásoló elváltozásokkal rendelkező egyedeket. Az érett szürkehályog, ha luxálódik, okozhat egyéb elváltozásokat a szemben, ami adott esetben a szem károsodását idézheti elő, ezáltal a szem szárazságát is okozhatja más fajokban, (Guiliano és mtsai, 2008; Turner, 2008;

Miller, 2013) de mivel egyik állatnál sem tapasztaltam luxált lencsét, ezért a szürkehályogos tengerimalacokat nem zártam ki a vizsgálataimból.

Az elváltozások, amiket láttam a vizsgálatok során, de mértem STT-t a tengerimalacokban az ún. fatty eye, amikor a szemhéj alól zsír türemkedik ki (4 tengerimalac), szürkehályog (4 tengerimalac), sclerosis (1 tengerimalac), heterotóp csontosodás (3 tengerimalac) és lipid lerakódás a szaruhártyán (1 tengerimalac). Az érett szürkehályoggal rendelkező állat vak, és bár a tengerimalacok erősen támaszkodnak a vizualitásukra, a kedvtelésből tartott tengerimalac leggyakrabban a már ismert területeken mozog, ismert társakkal, illetve a bajszok és tapintószőrök, valamint a szaglás nagyban segíti a takarmány megtalálásában. A vakság, és az ezzel járó megnövekedett lehetőség a szaruhártya irritációjára vagy sérülésére nem volt tapasztalható az érintett állatoknál.

Williams és Sullivan (2010) vizsgálataik során három keratitises állatot vizsgáltak az 1000 példányból, amely három esetnek az alacsony könnytermelés volt az oka. Ezeknél a tengerimalacoknál az ő eredményei alapján az STT 0 mm volt. A vizsgált állatok egyike sem azért esett át teljes szemészeti vizsgálaton, mert szembetegsége gyanakodtak, hanem a normális tengerimalac populációt képviselték. Én a keratitises, szem körüli rászáradt váladékkal rendelkező állatokat kizártam a kutatásból, de az eredményeim alapján diagnosztizálni tudtam a KCS-t.

Williams és Sullivan (2010) említik, hogy a tengerimalacok nem megfelelő C-vitamin ellátottsága lehet magyarázata a magas számban tapasztalt szemészeti elváltozásra, bár azt is említi, hogy a vizsgált tengerimalacok kaptak C-vitamin kiegészítést. Coster és mtsai (2008) is megemlíti a C-vitamint, mint lehetséges okot a Williams és Sullivan (2010) által tapasztalt magas esetszámra. Az ő vizsgálati alanyaik is kaptak C-vitamin kiegészítést és sokkal alacsonyabb mértékben tapasztaltak szemészeti elváltozásokat. Az általam vizsgált tengerimalacok is mind kaptak C-vitamin kiegészítést. Az anamnézis során tengerimalacoknál a protokoll részét képezi az ezzel kapcsolatos kérdés, amely során a tulajdonostól megkérdezzük, hogy az állat kap-e C-vitamin kiegészítést, és ha igen, milyen formában és mennyiségben.

Az eddigi vizsgálatok eredményeiben észlelt különbségek lehetnek egyrészt a különböző gyártók által gyártott STT csíkok használata miatt, másrészt a túl széles STT csík, illetve az eredmények különböző értelmezése is lehet az oka, főleg amikor a nedvesség nem érte el behajtási helyet. Trost és mtsai (2007) negatív számokat

használtak, amikor a csíkon az elszíneződés nem érte el a 0-s jelet, miközben Coster és mtsai (2008) ugyanebben a helyzetben egyszerűen nullának vette az ilyen eredményeket. Wieser és mtsainak (2013) nem voltak a negatív eredményekkel problémái, amikor a módosított STT csíkokat használták, viszont az egész elszíneződött szakaszt mérték. Én sem talákoztam negatív eredményekkel a módosított 2,5 mm-es STT csíkoknál, mivel az elszíneződés, ezáltal a nedvesség értéke sosem állt meg a 0 mm-es csík alatt, viszont a behajtástól mértem az értéket, mint ahogy a standard csíknál is szokás. Az első 50 tengerimalac 100 szemén mért eredményt publikáltam. Ezt követően a vizsgálataimat tovább folytattam és további 31 állattal egészítettem ki a kutatásom. Az eredmények nagyon hasonlóak lettek A publikált eredményeimet illetve az értekezés eredményeit a szakirodalmi adatokkal az **6. táblázat** foglalja össze.

6. táblázat: A meglévő szakirodalom adatainak összehasonlítása

Szerzők	STT _i mm/min	vizsgált állatok száma	Szemek száma	Megjegyzések
Trost és mtsai (2007)	0,36 ±1,09 (átlag)	36	72	5 mm-es STT, a behajtás alatti rész negatív
Coster és mtsai (2008)	3 (median)	31	62	5 mm-es STT, a behajtás alatti részt 0 mm
Williams és Sullivan (2010)	3,8 ±1,3 (átlag)	50	100	5 mm-es STT, a jelölés alatti részt 0 mm állatonként átlagolták a két szemet
Wieser és mtsai (2013)	9,65 ±3,48 (átlag)	20	20	módosított 3 mm-es STT, behajtás alatti rész is beleszámított
Nógrádi és mtsai (2019)	10,42 ±3,92 (átlag)	50	100	módosított 2,5 mm-es STT, jelölés alatti rész 0
Nógrádi értekezés	10,56 ±3,93 (átlag)	81	162	módosított 2,5 mm-es STT, jelölés alatti rész 0

A természetes biológiai variációk és a populációk közötti különbségek is magyarázhatják az eltérő eredményeket (Coster és mtsai, 2008). A hasonló korú, homogén Duncan-Hartley fajtájú tengerimalac populáció, amit Trost és mtsai (2007) vizsgáltak, alacsonyabb STT értékeket mutattak, mint a Coster és mtsai (2008) által vizsgált különböző korú heterogén populáció, különböző tengerimalac fajtákból. Más fajoknál is feljegyeztek már fajták közötti különbségeket. Holland törpe nyulak STT értékei magasabbak más nyúlfajtákhoz képest (Williams, 2007). Fontosnak találtam,

hogy heterogén populációt használjak a mérésekhez, hogy kiküszöböljem a természetes biológiai variációkat vagy bizonyos populációk jellemzőit és realisabb referenciaértékeket kapjak az átlagos tengerimalac-populációról. A nemnek kis szerepe van a vizsgált tengerimalacok könnytermelésében. A nőstényeknek magasabb könnytermelési értékei voltak, mint a hímeknek. Ennek a magyarázata további kutatásokat igényel. A tengerimalacok súlya nem befolyásolta a könnytermelés mértékét. Az általam vizsgált állatoknál az 1 év alatti állatok STT értékei alacsonyabbak voltak, mint az 1 év feletti állatoknál. Minden korcsoportnál végeztem méréseket, hogy egy heterogén populáció könnytermeléséből tudjak következtetéseket levonni, ezáltal eredményeket megállapítani.

Weiser és mtsai (2013) csak egy szemet vizsgáltak meg állatonként, mert a korábban publikált és itt is említett vizsgálatok azt mutatták, hogy egy egyén két szeme közt nincs szignifikáns különbség a PFL, STT és CTT méréseknél. Mindkét szemem végeztem méréseket és feljegyeztem az eredményeket 30 mp-nél és 60 mp-nél is. Bár a jobb és bal szem közötti könnytermelésben mért különbség nem szignifikáns, mégis azt javaslom, hogy a könnytermelést érdemes mindkét szemben megmérni, ha lehetséges, mivel előfordulhat olyan betegség, ahol az egyik szemem alacsonyabb a könnytermelés, mint a másik szemem, és ha egy szemem mérjük csak, akkor adott esetben a beteg szem elkerülheti a figyelmünket.

A szaruhártya érzékenységét már a múltban megállapították, és a CTT-t meghatározták. Ezek a vizsgálatok azt mutatták, hogy az érzékenység magasabb volt a szaruhártya közepénél, mint a négy limbális régióban. Coster és mtsai (2008) arra a következtetésre jutottak, hogy a tengerimalacoknak relatív alacsony a szaruhártya érzékenysége, ami magyarázhatja azt, hogy a helyi érzéstelenítők használata miért nem hatott a könnytermelés mérésre. Reflex könnyezés nem volt, vagy csak nagyon korlátozott mértékben tengerimalacokban, ezért nem volt szignifikáns különbség az STT_I és STT_{II} között (Coster és mtsai, 2008). Az STT bizonyítottan jobban irritálja a szemet mint a PRT, de ennek ellenére nem vált ki reflex-könnyezést a tengerimalacoknál (Trost és mtsai, 2007). Emiatt én csak STT_I mérést végeztem. Az is látható a korábbi kutatásokból, hogy a PRT sokkal magasabb eredményeket ad, mint az STT, ami Trost és mtsai (2007) szerint a vizes fázis miatt van, ami a PRT-t könnyebben benedvesíti, mint az STT-t. Coster és mtsai (2008) nem találtak korrelációt a PRT és STT eredmények között, amit azzal magyaráztak, hogy a tesztek más-más összetevőt mérnek a könnyrétegből. A PRT viszont nem elérhető a legtöbb kisállat rendelésben, az STT

viszont, mint a rutin szemészeti vizsgálat része, szinte minden praxisban jelen van. Emiatt úgy gondoltam, hogy az mSTT referencia értékek felállítása tengerimalacokra sokkal hasznosabb a klinikus állatorvos számára a mindennapi praxisban.

A könny pislogással terjed szét a szaruhártya felszínén, így biztosítva a fiziológiai vastagságot a preokuláris felszínen. A pislogási frekvencia tengerimalacoknál nagyon alacsony, 2-5 pislogás/20 perc a megszokott környezetben, de a kezelés és izgatottság növeli a pislogási frekvenciát (Trost és mtsai, 2007). Emiatt a mérési időt próbáltam a legrövidebb időre csökkenteni, hogy ne befolyásolja az eredményeket. De valószínűsíthető, hogy a klinikára való utazás otthonról izgatottságot és stresszt okozhatott a tengerimalacokban és ez növelhette a pislogási frekvenciát. Az utazás után és az STT mérések előtt érdemes egy kis időt hagyni az állatoknak, hogy lenyugodjanak, ha ez lehetséges. Ez általában elérhető, ha a tengerimalacot az őt kísérő társával együtt egy csendes ragadozómentes szobába helyezzük.

A kutatásom és eredményeim alapján normális könnytermelésnek mondható a 8 mm feletti eredmény 30 mp-nél, és 10 mm feletti eredmény 60 mp-nél.. A 5-8 mm-es eredményt 30 mp-nél és 6-10 mm-es eredményt 60 mp-nél a klinikai tünetekkel együtt kell elbírálni, mivel ez alacsony lehet egyes állatoknál, míg másoknál ez normális értéknek számíthat és nem okoz KCS-re utaló klinikai tünetet.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a tengerimalacok könnytermelésével kapcsolatban felállított hipotéziseim igazolást nyertek. A fiatal állatok könnytermelése alacsonyabb, mint az egyéves kor feletti tengerimalacoké. Továbbá igazolást nyert, hogy az mSTT csík jól használható tengerimalacoknál és segítségével a KCS diagnosztizálható, a jobb és bal szem közötti könnytermelés összefügg, de érdemes mindkét oldali könnytermelést megmérni, ha lehetséges 60 mp-ig, de ha nincs erre lehetőség a 30 mp is elég a KCS diagnosztizálásához a referenciaértékeim segítségével.

7. Új tudományos eredmények

7.1. Első kutatásomban megállapítottam, hogy a gyomorcsavarodás kialakulása tengerimalacban valószínűleg multifaktoriális. A napi ritkább etetések, a gyors takarmányfelvétel, a takarmány szemcsemérete, a testmozgás, a stressz a takarmányfelvétel után, a verseny a takarmányért, a kor és az agresszív vagy félnék természet mind nagy valószínűséggel kockázatot jelentenek a tengerimalacok gyomorcsavarodásának kialakulásában, akár csak kutyánál. A nem, vemhesség, fogprobléma, anatómiai abnormalitások és fájdalom is lehetséges tényezők. A gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás nem a fiatal nőstény tengerimalacok betegsége. A kórkép mindkét nemben előfordul, amely inkább a középkorú vagy idősebb állatoknál jelentkezik, mint a korábban feltételezett fiatal állatoknál.

7.2. Második kutatásom eredményeként igazoltam, hogy a légzőkör 80 cm-es szakaszának 40 ± 1 °C-os vizes közegen való átvezetése befolyásolja nyulaknál és tengerimalacoknál a műtét során őket ért hőveszteséget, és csökkenthető ezzel a módszerrel a műtét közbeni hipotermia. A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatások során végig lényegesen nagyobb volt a hőveszteség, mint a melegített gázkeverékkel végzett beavatkozás során. A 40. percben a szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás alatt a tengerimalacok hőmérséklet-csökkenése elérte a 2,2°C -ot, míg a melegített gázkeverékkel történő altatás során ez a csökkenés csak 1,2°C volt. A nyulak esetében is hasonló tendencia volt megfigyelhető. A szobahőmérsékletű gázkeverékkel végzett altatás során 2,4°C, a melegített gázkeverék használatakor pedig csak 1,1°C volt a hőmérséklet-csökkenés. Vagyis a vizsgált nyulak a 40. percben átlagosan 1,01 °C-kal, míg a vizsgált tengerimalacok átlagosan 0,6 °C-kal kevésbé hűltek ki, amikor melegített altatógázt lélegeztek be. Ez az új módszer nem csak költségghatékony, de egyszerű módja is a hipotermia kialakulásának csökkentésére. Ezzel a módszerrel akár meg is előzhetőek a káros és esetenként letális következmények. Idős állatoknál a hipotermia veszélye fokozottabb, mert esetükben a keringési idő meghosszabbodott, a kompenzációs készség pedig csökkent, ezért náluk még fontosabb a hipotermia kialakulásának lehetőségének megakadályozása, ami ezzel a módszerrel csökkenthető.

7.3. Harmadik kutatásomban a tengerimalacok könnytermelés mérését vizsgáltam és egy új módszert dolgoztam ki egy ilyen kevés könnyet termelő állat könnytermelés méréséhez. Referenciaértékeket állítottam fel, hogy a kevés könnytermeléssel járó

betegségek, például a KCS is diagnosztizálhatók legyenek. Kimutattam, hogy a tengerimalacok jobb és bal szemének könnytermelése a nemmel összefügg, de a súllyal nem. Továbbá azt tapasztaltam, hogy a két szem könnytermelése egymással összefügg, azonban mérésük során nem érdemes elhagyni egyik, vagy másik szem vizsgálatát, ha betegségre gyanakszunk. Kimutattam, hogy tengerimalacok könnytermelés mérésénél elegendő, ha szemenként 60 mp helyett 30 mp-re helyezzük be az mSTT csíkot, de mivel a 60 mp-es mérésnél jobban eloszlik a nedvesség, betegség esetén a súlyossága a csíkon jobban leolvasható, ezért ha lehetséges ajánlott 60 mp-ig mérni a könnytermelést. Igazoltam, hogy a kor is befolyásolja az mSTT eredményeket. A fiatal, 1 év alatti tengerimalacok könnytermelése alacsonyabb, mint az öregebb, felnőtt állatoké. A kutatásom és eredményeim alapján felállítottam az élettani referenciaértékeket, ami egy heterogén tengerimalac populációt vett alapul. Normális könnytermelésnek mondható a 8 mm feletti eredmény 30 mp-nél, és 10 mm feletti eredmény 60 mp-nél. A 5-8 mm-es eredményt 30 mp-nél és 6-10 mm-es eredményt 60 mp-nél a klinikai tünetekkel együtt kell elbírálni, mivel ez alacsony lehet egyes állatoknál, míg másoknál ez normális értéknek számít és nem utal KCS-re.

8. Irodalomjegyzék

Askew A.R.: **Treatment of acute and chronic gastric volvulus**, Ann. R. Coll. Surg. Engl., 60. 326–328, 1978.

Brodbelt D.C.: **Perioperative mortality in small animal anaesthesia**, Vet. J., 182. 152–161, 2009.

Brodbelt D.C., Pfeiffer D.U., Young L.E., Wood J.L.N: **Results of the Confidential Enquiry into Perioperative Small Animal Fatalities regarding risk factors for anesthetic-related death in dogs**. J. Am. Vet. Med. Assoc., 233. 1096–1104, 2008.

Caro A.C., Hankenson F.C., Marx J.O.: **Comparison of Thermoregulatory Devices Used during Anesthesia of C57BL/6 Mice and Correlations between Body Temperature and Physiologic Parameters**. J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci., 52. 557–583, 2013.

Clark K.W., Hall L.W.: **A survey of aesthesia in small animal practice**. Vet. Anaesth. Analg., 17. 4–10, 1990.

Coster M.E., Stiles J., Krohne Sh.G., Raskin R.E.: **Results of diagnostic ophthalmic testing in healthy guinea pigs**. J. Am. Vet. Med. Assoc., 232. 1825-1833. 2008

Cornell K.: **Stomach**. In: Tobias K.M., Johnston S.A. (eds.): Veterinary Surgery: Small Animal. Saunders, Elsevier. St. Louis, 1484–1512. 2012.

DeCubellis J., Graham J.: **Gastrointestinal disease in guinea pigs and rabbits**. Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract., 16. 421–435. 2013.

Dudley E.S., Boivin G.P.: **Gastric volvulus in guinea pigs: comparison with other species**. J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci., 50. 526–530. 2011.

Formaggini L., Schmidt K., De Lorenzi D.: **Gastric dilatation-volvulus associated with diaphragmatic hernia in 3 cats: clinical presentation, surgical treatment, and presumptive aetiology**. J. Feline Med. Surg., 10. 198–201. 2008.

Ganaway J.R., Allen A.M.: **Obesity predisposes to pregnancy toxemia (ketosis) of guinea pigs**. Lab. Anim. Sci., 21. 40–44. 1971.

Gialamas J., Höger H., Adamiker, D.: **Akute Magendilatation und Magendrehung beim Meerschweinchen**. Zentralbl. Veterinarmed. Reihe A., 32. 772–777. 1985.

Giuliano E.A, Moore C.P.: **Diseases and Surgery of the Canine Tear and Nasolacrimal Systems, Section 1. Diseases and Surgery of the Lacrimal Secretory System.** In: Gelatt K.N. (ed.): *Essentials of Veterinary Ophthalmology* 2nd ed. Wiley Blackwell. Ames, USA. 79-89. 2008.

Grint N.: **Anaesthesia.** In: Harcourt-Brown F., Chitty J. (eds.): *BSAVA Manual of Rabbit Surgery, Dentistry and Imaging.* BSAVA. Gloucester, UK. 1–38. 2013.

Hannuksela M.L., Ellahham S.: **Benefits and Risks of Sauna Bathing.** *Am. J. Med.*, 110. 118–126. 2001.

Hawkins M.G., Pascoe P.J.: **Anesthesia, Analgesia, and Sedation of Small Mammals** In: Quesenberry K.E., Carpenter J.W. (eds.): *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery*, 3rd ed. Elsevier Saunders. St. Louis, USA. 429–451. 2012.

Hawkins M.G.: **Disease problems of Guinea Pigs.** In: Quesenberry K.E., Carpenter J.W. (eds.): *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery.* Elsevier, Saunders. St. Louis, USA. 295–310. 2012.

Hedlund Ch.S., Fossum T.W.: **Surgery of the Stomach.** In: T.W. Fossum (ed.) *Small Animal Surgery* 3rd ed., Elsevier, Saunders. St. Louis, USA. 409–442. 2007.

Holmberg B.J.: **Ophthalmology of Exotic Pets.** In: Maggs D.J., Miller P.E., Ofri R.: *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* 5th ed. Elsevier Saunders. St. Louis, USA. 445-461. 2013.

Keith J.C., Rowles T.K., Warwick K.E., Yau E.T.: **Acute gastric distention in guinea pigs.** *Lab. Anim. Sci.*, 4. 331–332. 1992.

Klein E.F.Jr., Graves S.E.: **Hot pot tracheitis.** *Chest*, 65. 225–226. 1974.

Kunstyr I.: **Torsion of the uterus and the stomach in guinea pigs.** *Z Versuchstierkd.*, 23. 67–69. 1981.

Lee K.J., Johnson W.D., Lang C.M.: **Acute gastric dilatation associated with gastric volvulus in the guinea pig.** *Lab. Anim. Sci.*, 27. 685–686. 1977.

Maggs D.J.: **Diagnostic Techniques.** In: Maggs D.J., Miller P.E, Ofri R. (eds.): *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* 5th ed. Elsevier, Saunders. St Louis, USA. 79-109. 2013.

- Mitchell E.B., Hawkins M.G., Gaffney P.M., MacLeod A.G.: **Gastric dilatation-volvulus in a guinea pig (*Cavia porcellus*)**. J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 46. 174–180. 2010.
- Michelle L.W.: **Rodents: Digestive System Disorders**. In: Keeble E., Meredith A. (eds.): BSAVA Manual of Rodents and Ferrets. BSAVA. Gloucester. UK. 123–141. 2009.
- Mosing M.: **General principles of perioperative care**. In: Duke-Novakovski T., de Vries M., Seymour Ch. (eds.): BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia, 3rd ed. BSAVA. Gloucester, UK. 13–23. 2016.
- Morris R.H.: **Operating room temperature and the anesthetized paralyzed patient**. Arch. Surg., 102. 95–97. 1971.
- Miller P.E.: **Lacrimal System**. In: Maggs D.J., Miller P.E, Ofri R. (eds): Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology 5th ed. Elsevier, Saunders. St Louis, USA. 165-183. 2013.
- Parr P.: **A review of the Schirmer tear test in guinea pigs**. Szent István University Faculty of Veterinary Science Department of and Clinic of Surgery and Ophthalmology. Thesis. 2014.
- Rajaei S.M., Sadjadi R., Sabzevari A., Ghaffari M.S.: **Results of phenol red thread test in clinically normal Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*)**. Vet. Ophth., 6. 436-439. 2013.
- Redondo J.I., Suesta P., Gil L., Soler G., Serra I., Soler C.: **Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in cats**. Vet. Rec.,. 170. 206. 2012
- Redondo J.I., Suesta P., Serra I, Soler C., Soler G., Gil L., Gómez-Villamandos R.J.: **Retrospective study of the prevalence of postanaesthetic hypothermia in dogs**. Vet. Rec.,. 171. 374. 2012.
- Richardson V.C.G.: **The digestive system**. In: Richardson V.C.G.: Disease of Domestic Guinea Pigs, 2nd ed. Blackwell Publishing. 50–61. 2000.
- Schirmer O.: **Studien zur Physiologie und Pathologie der Tränenabsonderung und Tränenabfuhr**. Graef. Arhiv Ophth., 56. 197-291. 1903.
- Shoenfeld Y.,Sohar E, Ohry A., Shapiro Y.: **Heat stress: comparison of short exposure to severe dry and wet heat in saunas**. Arch. Phys. Med. Rehabil., 57. 126–129. 1976.

Steinbacher R., Mosing M., Eberspächer E., Moens Y.: **Der Einsatz von Infusinswärmepumpen, vermindert perioperative Hypothermie bei Katzen.** *Terärztl. Prax. Ausg. K.*, 38. 15–22. 2010.

Stone R.D., Downs J.B., Paul W.L., Perkins H.M.: **Adult Body Temperature and Heated Humidification of Anesthetic Gases during General Anesthesia.** *Anesth. Analg.*, 60. 736–741. 1981.

Tausk H.C., Miller R., Roberts R.B.: **Maintenance of body temperature by heated humidification.** *Anesth. Analg.*, 55. 719–723. 1976

Trost K., Skalicky M., Nell B.: **Schirmer tear test, phenol red thread tear test, eye blink frequency and corneal sensitivity in the guinea pig.** *Vet. Ophth.*, 10. 143-146. 2007.

Turner S.M.: **Complicated keratoconjunctivitis sicca.** In: Turner S.M.: *Saunders Solutions in Veterinary Practice, Small Animal Ophthalmology.* Elsevier, Saunders. St Louis, USA. 93-101. 2008.

Wieser B., Tichy A., Nell B.: **Correlation between corneal sensitivity and quantity of reflex tearing in cows, horses, goats, sheep, dogs, cats, rabbits, and guinea pigs.** *Vet. Ophth.*, 16. 251-262. 2013.

Williams D., Sullivan A.: **Ocular disease in the guinea pig (*Cavia porcellus*): a survey of 1000 animals.** *Vet. Ophth.*, 13. 54-62. 2010.

Williams D.: **Rabbit and rodent ophthalmology.** *EJCAP.*, 17. 242-252. 2007.

Williams D.L.: **The guinea pig eye,** In: Williams D.L.: *Ophthalmology of Exotic Pets.* Wiley-Blackwell. Ames, UK. 56-72. 2012.

9. A doktori kutatás eredményeinek közlései

Lektorált, impakt faktorral bíró tudományos folyóiratban megjelent publikációk

Nógrádi A.L., Szentgáli Zs., Battay M., Cope I., Gál J., Németh T.: **Measurement of tear production and establishment of reference values in guinea pigs (*Cavia porcellus*) using a modified Schirmer tear test.** Veterinary Record, 186. 321. 2020.

Nógrádi A.L., Battay M., Cope I., Gál J., Dunay M.P.: **Az inhalációs gázkeverék melegítésének hatása nyulak (*Oryctolagus cuniculus*) és tengerimalacok (*Cavia porcellus*) intraoperatív testhőmérsékletére.** Magyar Állatorvosok Lapja, 141. 93-100. 2019.

Nógrádi A.L., Cope I., Balogh M., Gál J.: **Review of gastric torsion in eight guinea pigs (*Cavia porcellus*).** Acta Veterinaria Hungarica. 65. 487-499. 2017.

Nógrádi A.L., Csikó Gy., Gál J.: **Gyomormegterhelés és helyzetváltozás tengerimalacban (*Cavia porcellus*). Esetismertetés.** Magyar Állatorvosok Lapja. 137. 159-165. 2015.

Lektorált, impakt faktorral nem bíró tudományos folyóiratban megjelent publikációk

Nógrádi A.L., Battay M., Cope I., Németh T.: **The effect on the anaesthetised rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) by warming 60 or 80 centimetres of the anaesthetic circuit with a 40°C surrounding liquid.** UK Vet Companion Animal: elfogadva 2020.05.18.

Konferencia prezentációk a kutatás témájához kapcsolódóan

Előadások

Nógrádi A.L., Szentgáli Zs., Battay M., Cope I., Gál J.: **Using the modified 2.5 mm Schirmer tear test strips in Guinea Pigs in exotic practice: Personal experience of**

the technique. International Conference on Avian Herpetological and Exotic Mammal Medicine 28.04.-02.05.2019, London, Egyesült Királyság

Nógrádi A.L., Battay M., Cope I., Gál J.: **The effect on the anaesthetised rabbit patient of warming 60 centimetres of the anesthetic circuit during inhalation anesthesia with a 40°C surrounding liquid.** International Conference on Avian Herpetological and Exotic Mammal Medicine 28.04.-02.05.2019, London, Egyesült Királyság

Nógrádi A.L., Balogh M., Gál J.: **Heveny gyomormegterhelés és következményes gyomorcsavarodás okainak és kialakulásának vizsgálata tengerimalacban (*Cavia porcellus*).** Akadémiai beszámoló 25-28.01. 2016, Budapest, Magyarország

Poszterek

Nógrádi A.L., Marosán M., Zsizs Á., Gál J.: **Tengerimalacok (*Cavia porcellus*) időskori elhullási okainak retrospektív vizsgálata 1993-2001 között.** Magyar Laborállat-tudományi Egyesület CEELA-III Konferencia, 28.11.2015, Budapest, Magyarország.

Nógrádi A.L., Marosán M., Vad Á., Gál J.: **Időskorú csincsillák (*Chinchilla lanigera*) elhullási okainak retrospektív vizsgálata 1993-2001 között.** Magyar Laborállat-tudományi Egyesület CEELA-III Konferencia, 28.11.2015, Budapest, Magyarország.

Nógrádi A.L., Marosán M., Gál J.: **Időskorú aranyhőrcsögök (*Mesocricetus auratus*) elhullási okainak retrospektív vizsgálata 1993-2001 között.** Magyar Laborállat-tudományi Egyesület CEELA-III Konferencia, 28.11.2015, Budapest, Magyarország.

A doktori kutatás témájához nem kapcsolódó tudományos közlemények

Nógrádi A.L., Szentgáli Zs., Cope I.: **Unilateral Enucleation in a Panther Chameleon (*Furcifer pardalis*).** Journal of Herpetological Medicine and Surgery. 28. 72-75. 2018.

Nógrádi A.L., Balogh M.: **Establishment of methodology for non-invasive electrocardiographic measurements in turtles and tortoises.** Acta Veterinaria Hungarica. 66. 365-375. 2018.

Nógrádi A.L., Csikó Gy., Gál J.: **Tollciszta diagnosztikája és műtéti megoldása kanáriban (Serinus canaria). Esetismertetés.** Magyar Állatorvosok Lapja. 137. 487-492. 2015.

A kutatás témához nem kapcsolódó konferencia prezentációk

Előadások

Szentgáli Zs, Nógrádi A.L.: **Improving post-operative cosmesis after enucleation in dogs and cats by using the third eyelid bridge-flap (TEBF) technique.** European College of Veterinary Ophthalmologists 2019 Annual Scientific Meeting 23-26.05.2019, Antwerpen, Belgium

Nógrádi A.L., Balogh M., Hoitsy M., Sós-Koroknai V., Sos E.: **Teknősök EKG vizsgálata.** A Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társasága, valamint a Fővárosi Állat- és Növénykert közös konferenciája. 22-24.03.2019, Budapest, Magyarország

Nógrádi A.L., Balogh M.: **Teknősök a kardiológusnál- EKG? Lehetetlen?** Vet Webinar Egzotikus Konferencia. 28.10.2017. Budapest, Magyarország

Nógrádi A.L., Balogh M., Koroknai V., Sos E.: **Establishing Methodology for non-invasive electrocardiographic measurements in turtles and tortoises.** International Conference on Avian Herpetological and Exotic Mammal Medicine. 25-29.03.2017, Velence, Olaszország

Poszterek

Nógrádi A.L., Gál J.: **Teknősvédelem a Maldív-szigeteken.** A Magyar Vad- és Állatkerti Állatorvosok Társasága, valamint a Fővárosi Állat- és Növénykert közös konferenciája.
1-3.04.2016, Budapest, Magyarország

10. Köszönetnyilvánítás

Szeretném megköszönni a segítséget a két témavezetőmnek dr. Gál Jánosnak és dr. Németh Tibornak. Dr. Németh Tibor és az egész sebészet tanszék másodéves koromban befogadott, és kitanítottak, amely mély, pontos és szakszerű sebészi, szemészeti és aneszteziológiai tudás az egzotikus állatokról szerzett ismereteimmel kombinálva megalapozták ezt a tudományos értekezést, miközben mentoraimmá és barátaimmá váltak. Köszönöm, hogy a legjobbaktól tanulhattam, és megmutatták, hogy mindig a legmagasabb szakmai színvonalra kell törekedni, és abból nem szabad engedni.

Köszönettel tartozom dr. Battay Mártonnak és dr. Fodor Istvánnak, amiért idejüket nem kímélve segítettek az értekezésemben megtalálható, és a hozzá kapcsolódó cikkekben látható statisztikai számításokban.

Köszönöm dr. Beregi Attilának, aki első éves hallgatóként beengedett a klinikára. Fantasztikus klinikus egzotikus állatorvos volt és sosem fogom elfelejteni, amit tőle tanultam és értem tett. Másodéves koromban, amikor fel akartam adni, nem hagyta. Azt mondta nekem itt a helyem. Most itt vagyok. Köszönöm neki, hogy hitt bennem. Remélem büszke lenne most rám.

Meg szeretném köszönni dr. Stephen Diversnek, amiért mentorommá és barátommá vált. Mindig számíthattam a segítségére és minden sikeremnek örül. Megtanított harcolni azért, ami fontos, és amiben hiszek és sosem hagyta, hogy feladjam. Köszönöm, hogy mindig biztosít arról, hogy van helyem az egzotikus állatorvosok között nemzetközi szinten is.

Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni a szüleimnek, akik mindig támogattak, és mindig örültek a sikereimnek.