

# ÁLLATORVOSTUDOMÁNYI EGYETEM



## A légcsőtubus optimális méretének meghatározása kutyákban

Készítette:

Steiner Flóra

Témavezető:

Dr. Dunay Miklós Pál

egyetemi docens

Sebészeti és Szemészeti Tanszék és Klinika

**Budapest**

**2019**

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1 Bevezetés és célkitűzések</b> .....	4
<b>2 Irodalmi áttekintés</b> .....	4
2.1 A légcső anatómiája.....	5
2.2 Patológias trachea-alakulások.....	6
2.2.1 <i>Trachea collapsus</i> .....	6
2.2.2 <i>Trachea hypoplasia</i> .....	7
2.3 Az endotrachealis tubusok .....	8
2.4 Az endotrachealis intubálás .....	11
2.4.1 <i>Lehetséges szövődmények</i> .....	13
<b>3 Anyag és módszer</b> .....	15
3.1 Fajták kiválasztása .....	15
3.1.1 <i>Fajtasztenderdek</i> .....	15
3.2 Adatgyűjtés és feldolgozás .....	16
3.2.1 <i>Légcsőátmérők mérése</i> .....	17
3.2.2 <i>TD/TI index meghatározása</i> .....	17
3.3 Nagyítás meghatározása .....	18
3.4 Mandzsettaméret meghatározása .....	18
3.5 OD és ID méret összefüggése .....	18
3.6 Klinikai értékelés .....	19
<b>4 Eredmények</b> .....	19
4.1 A légcső legszűkebb szakasza .....	19
4.2 Csoportok TD/TI indexei.....	20
4.3 A nagyítás korrekciója.....	21
4.4 ID méret számítása.....	22
4.5 Statisztikai eredmények csoportok szerint.....	23
4.6 Javasolt tubusméret.....	30
4.7 Klinikai értékelés .....	33
<b>5 Megbeszélés</b> .....	33
<b>6 Összefoglalás</b> .....	37
<b>7 Summary</b> .....	38
<b>8 Irodalomjegyzék</b> .....	40

## RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

ÁTE	Állatorvostudományi Egyetem
BAOS	Brachycephalic Airway Obstruction Syndrome Brachycephal légúti obstrukciós szindróma
CT	Computed Tomography Komputertomográfia
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine Digitális képkezelés és kommunikáció az orvostudományban
ET	Endotracheal Tube Légcsőtubus
GLM	Gége-légcső-mellkas
HVLP	High-Volume Low-Pressure Nagy térfogatú, alacsony nyomású
ID	Internal Diameter Belső átmérő
M	Mellkas
MR	Magnetic Resonance Mágneses magrezonancia
OD	Outside Diameter Külső átmérő
PVC	Polivinil-klorid
RTG	Röntgen
TD	Tracheal Diameter Légcső belső átmérője
TI	Thoracic Inlet Mellkasbejárat átmérője
UH	Ultrahang

# 1 BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

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

Munkánk első részében a Magyarországon gyakori, illetve egyéb, légcsőproblémákkal terhelt kutyaajták légcsőparamétereit vizsgáltuk az Állatorvostudományi Egyetem röntgenarchívumában. Retrospektív vizsgálatunk a teljes digitális adatbázisra (2013-2019.) kiterjedt. Célunk volt a legszűkebb légcsőszakasz ajták szerinti, esetenként összevont ajták szerinti lokalizálása, és az átmérők megállapítása. Célunk volt a vizsgált csoportok TD/TI arányszámának (a légcső belső átmérője a mellkasbejáratban / mellkasbejárat átmérője) meghatározása, amely a légcső fiziológiás vagy szűkült átmérőjének leggyakrabban használt markere.<sup>16,22</sup>

Az állatorvosi aneszteziológia szakkönyvek ajánlása szerint a páciens endotrachealis intubálásához azt a – lehető legnagyobb átmérőjű – tubust kell választani, ami akadálymentesen levezethető a légcsőbe, azonban a leírásokban objektív szám adatok nem szerepelnek.<sup>7,10</sup> Az optimálisnál kisebb vagy nagyobb átmérőjű tubus is veszélyforrást jelenthet. Emiatt célunk volt egy olyan módszer kidolgozása, amellyel – az egyednél mért, limitáló légcsőátmérő ismeretében, vagy ennek hiányában a fajtára, fajtacsoportra jellemző, limitáló légcsőátmérő ismeretében – meghatározható az egyed számára optimális tubusméret. Az eredményeinkkel támpontot szeretnénk adni az aneszteziológusnak, a humángyógyászati ajánlásokhoz hasonlóan. Munkánk végső, prospektív szakaszának célja pedig a következtetéseink klinikai tesztelése és értékelése.

## 2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Ebben a fejezetben bemutatjuk a légcső anatómiai felépítését, a fiziológiás és leggyakoribb patológiás légcső-alakulásokat, az endotrachealis tubusok típusait, majd az intubálás szerepét, szabályos kivitelezését, illetve a szabálytalan intubálás potenciális következményeit. A dolgozat korlátozott terjedelme miatt a felsorolt témaköröknek csak azon részeit érintjük, amelyek az eredményeink könnyebb megértéséhez és értékeléséhez feltétlenül szükségesek.

## 2.1 A légcső anatómiája

A légcső (trachea) porcos gyűrűkből (cartilagineae tracheales) álló, kemény falú, rugalmas, harántvonalas alakú cső. A gége közvetlen folytatásában a tüdő gyökeréhez tér, ahol két főhörgőre (bronchus principalis dexter et sinister) ágazódik el. Nyaki szakasza (pars cervicalis) a nyelőcső alatt, majd a 3-6. nyakcsigolyától jobbra halad, egészen a mellkas bejáratáig, ahol újból a nyelőcső alá kerül. Mellkasi szakasza (pars thoracica) a m. longus colli és a nyelőcső alatt, valamint a truncus brachiocephalicus és a v. cava cranialis fölött halad, egészen a tüdő gyökeréig. A két főhörgő nyílása között taraj (carina tracheae) emelkedik a gégecső üregébe.

A trachea nyitott, hyalinporcból álló gyűrűit kívülről adventitia, belülről nyálkahártya (tunica mucosa tracheae) borítja, számuk kutyákban 42 és 46 közötti. A porcgyűrűk ventralisan keskenyebbek és vastagabbak, dorsalisan szélesebbek és vékonyabbak. Felületüket porchártya borítja, mely a szomszédos porcgyűrűkhöz, mint lig. anulare tér. Szabad végüket kötőszövetes, izmos lemez, paries membranaceus fűzi egymáshoz. A porcgyűrűn kívül simaizomsejtekből álló, m. trachealis képez rugalmas kapcsolatot a porcgyűrűk végei között.<sup>9</sup>

Kutyáknál a trachea – keresztmetszeti képe alapján – négy típusba sorolható: circularis, patkó alakú, holdsarló alakú, továbbá fokálisan invaginált (**1. ábra**). Jellemzően az első két formával találkozunk, intrathoracalisan a circularis forma a leggyakoribb. Ebben az esetben a trachea szélességének és magasságának aránya megközelítőleg 1:1, azonban ez a légzési ciklustól, garat-gége-mellkas alakulástól, továbbá a be- és kilégzéshez szükséges erő kifejtéstől is függ. A trachea magassága jellemzően a mellkas bejáratnál csökken, majd ettől caudalisan, fokozatosan újra növekszik. Szélessége caudalisan csökken, majd a carina tracheae előtt újra növekedni kezd, de nem éri el a cranialis rész szélességét. Ezen méretbeli változások circularis-ovalis alakot kölcsönöznek a légcsőnek.<sup>17</sup>



**1 ábra.** Kutyáknál négy típusú trachea-keresztmetszet különíthető el. Az ábrán balról jobbra haladva: circularis, patkó alakú, holdsarló alakú és fokálisan invaginált (Lim, 2018)

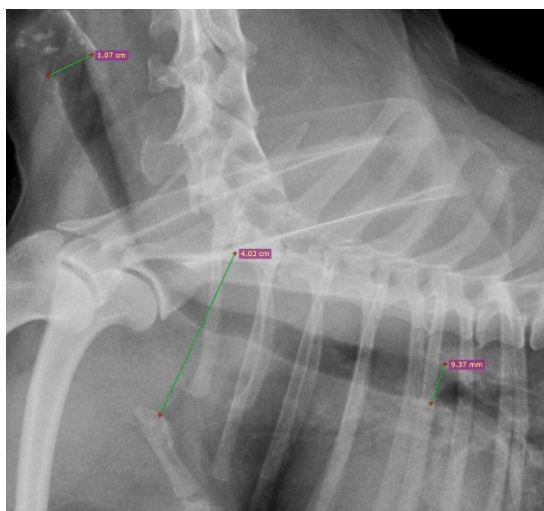
## 2.2 Patológiás trachea-alakulások

A két leggyakoribb patológiás trachea-alakulás a trachea collapsus és a trachea hypoplasia.

### 2.2.1 Trachea collapsus

A trachea collapsus a légcső cervicalis és/vagy intrathoracalis szakaszára kiterjedő dinamikus elváltozás, mely főként kistestű, közép-, és idősebb korú kutyáknál fordul elő (2. *ábra*). Kórfejlődése nem teljesen tisztázott, háttérben, mint primer ok, állhat a porcgyűrűk – akár veleszületett betegségből eredő – lágyulása, külső kompressziója, krónikus gyulladása, továbbá az elasztikus rostok módosult működése. A klinikai tünetek (izgatottság hatására kezdetben száraz, majd a mucociliáris apparátus működésének zavara miatt produktív köhögés és tachypnoe) megjelenéséhez általában egy társuló, másodlagos faktor is szükséges. Ez lehet légúti irritáció, krónikus bronchitis, gégebénulás, légúti fertőzések, elhízás vagy akár az endotrachealis intubáció is.<sup>14,26</sup>

A betegség fennállásának igazolására több módszer is rendelkezésre áll. A RTG vizsgálat ugyan felveti a gyanút, de a pontos diagnózishoz tracheoscopia szükséges. Segítségével vizualizálható a collapsus pontos helye, kiterjedése és stádiuma. A fluoroszkópia szintén megbízható módszer, azonban gyakran produkál álnegatív eredményt vagy alábecsüli a collapsus mértékét. A légzési ciklusban fellépő nyomásingadozás hatására a collabált trachea cervicalis része belégzéskor, míg intrathoracalis része kilégzéskor esik össze.<sup>14</sup> CT vizsgálattal igazolható, hogy egészséges kutyáknál, kényszerített inspirációval akár 24%-kal is változhat a trachea cervicalis és 19%-kal a thoracalis szakaszának harántmetszeti felülete. Az előbbieknél magasabb értékek kórosnak tekinthetők.<sup>27</sup>

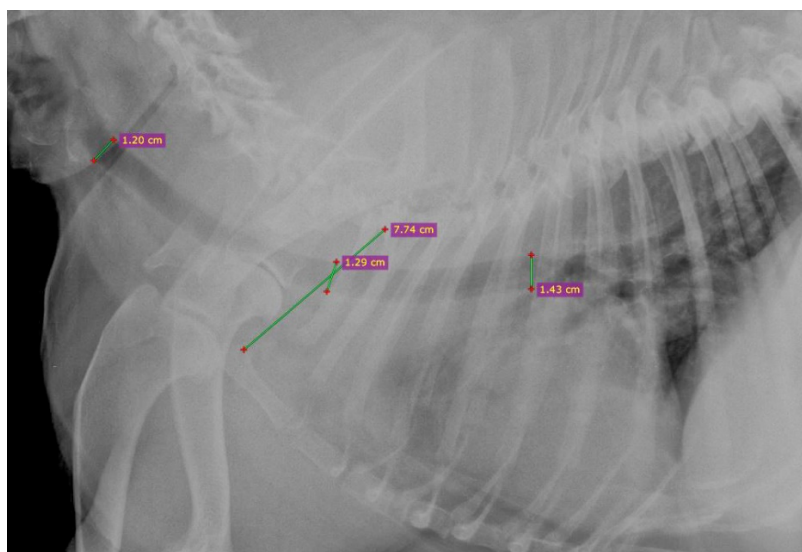


2. *ábra*. Trachea collapsus radiológiai képe yorkshire terrierben (ÁTE RTG-archivum)

### 2.2.2 Trachea hypoplasia

A trachea hypoplasia főként brachycephal kutyáknál (pl.: bulldogok, mopsz, pekingi palotakutya, shi-tzu) fordul elő (3. *ábra*).<sup>2,19</sup> A brachycephal légúti obstrukciós szindróma (BAOS) egyik elsődleges, veleszületett kóros tényezője. A légcső vastos és rigid C-alakú porcainak szabad végei érintik, illetve átfedik egymást, ezáltal a dorsalis, elasztikus membrán, továbbá a légcső izmainak rövidülése következik be. A hypoplasiás trachea átmérője a légzési ciklus során jellemzően változatlan. A részleges, vagy gyakran az egész légcsőre kiterjedő szűkület miatt a légáramlás sebessége növekszik, turbulencia alakul ki, ami az elsődleges tüneteket (dispnoe, stridor, köhögés, öklendezés, fulladás és intolerancia az intenzív mozgással szemben) súlyosbítva a nyálkahártya irritációjához és gyulladásához vezet.<sup>13</sup>

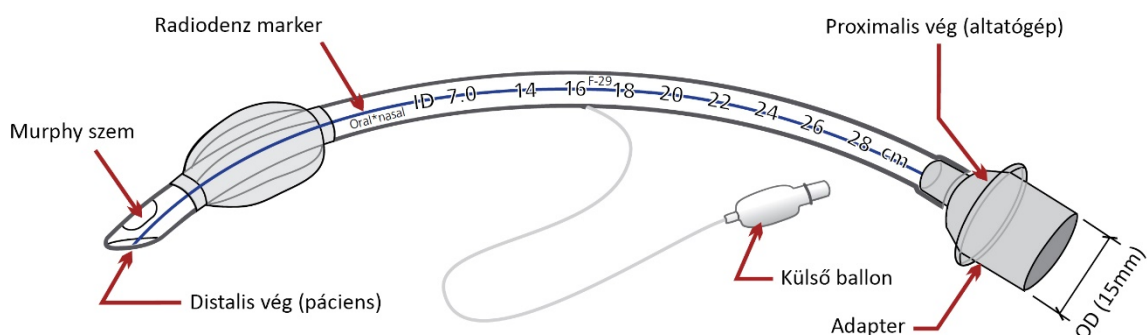
A trachea hypoplasia radiológiai diagnózisához leggyakrabban az úgynevezett TD/TI (légcső belső átmérője a mellkasbejáratban / mellkasbejárat átmérője) hányadost használják.<sup>11,13</sup> Az értéket százzal megszorozva százalékos formában fejezhetjük ki a légcső belső átmérőjének és a mellkasbejárat átmérőjének viszonyát.<sup>1</sup> A szakirodalmi adatok szerint az index élettani értéke nem brachycephal kutyákban  $20\pm 3\%$ , brachycephal kutyákban pedig  $16\pm 3\%$ . Külön csoportot képeznek az angol bulldogok, esetükben a  $13\pm 4\%$  még elfogadottnak minősül. Az alsó értéknél alacsonyabb TD/TI index trachea hypoplasia fennállását igazolja.<sup>2,27</sup>



3. *ábra*. Trachea hypoplasia radiológiai képe angol bulldogban (ÁTE RTG-archivum)

## 2.3 Az endotrachealis tubusok

Kutyák intubálásához a humángyógyászati és kisállatgyógyászati célra gyártott endotrachealis tubusok egyaránt megfelelőek. A humángyógyászati tubusok falán jelölve van a gyártó neve, a tubus belső és esetenként külső átmérője mm-ben (ID: Internal Diameter; OD: Outside Diameter), hossza cm-ben, illetve a szöveti toxicitásra és/vagy az implantációs tesztekre vonatkozó esetleges további adatok (4. ábra).<sup>10</sup>



4. ábra. Az ET tubusok általános felépítése (*Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones, 2015.*)

Az ET tubusok méretezése a belső átmérő szerint történik (pl. egy 7-es tubus belső átmérője 7 mm). A tubus külső átmérőjét a belső átmérő és a falvastagság összege adja. A vastag fal az átmérő növelése miatt hátrányt is jelenthet, azonban a lumen kisebb eséllyel záródik el külső nyomásfokozódás hatására. A méretezés tekintetében kivételt képez néhány állatgyógyászati célra gyártott tubus. Ezek számozása French gauge (Fr) katéterméret szerint történik, ami a mm-ben kifejezett külső átmérő háromszorosának felel meg ( $Fr = 3 \times OD$ ).

Az ET tubusok anyaga általában polivinil-klorid (PVC), szilikon vagy narancssárga gumi. A gyakorlatban az áttetsző PVC és szilikon eszközöket részesítjük előnyben, mert egyszerűen ellenőrizhető az átjárhatóságuk, könnyen kizárható a nyálka, vér és egyéb rendellenes tartalom jelenléte a lumenben. Ennek azért van kiemelt jelentősége, mert a humángyógyászati gyakorlattól eltérően az állatgyógyászatban a légsőtubusokat – mechanikai tisztítás és fertőtlenítés után – újrahasznosítjuk.

Az ET tubusok proximális csatlakozója sztenderd méretű (OD: 15 mm), így könnyen párosíthatók bármely szabványos altató-lélegeztető rendszerrel. A tubus méretét úgy kell megválasztani, hogy az a lehető legnagyobb légáteresztő kapacitású (belső átmérőjű), de a páciens légcsövébe még akadálymentesen levezethető legyen. A proximális vég az állat



orrtükrénél/incisivusainál helyeződjön, a distalis vég pedig a vállízület magasságában, hogy ne érje el a légcső elágazódását.

A Murphy-típusú tubus distalis végéhez közel található egy oldalablak, az ún. Murphy-eye, amely a distalis vég véletlenszerű elzáródása esetén biztosítja a gázáramlás folytonosságát. A Magill-típusú tubusok nem rendelkeznek ilyen biztonsági nyílással, ezért azok használata nem javasolt.

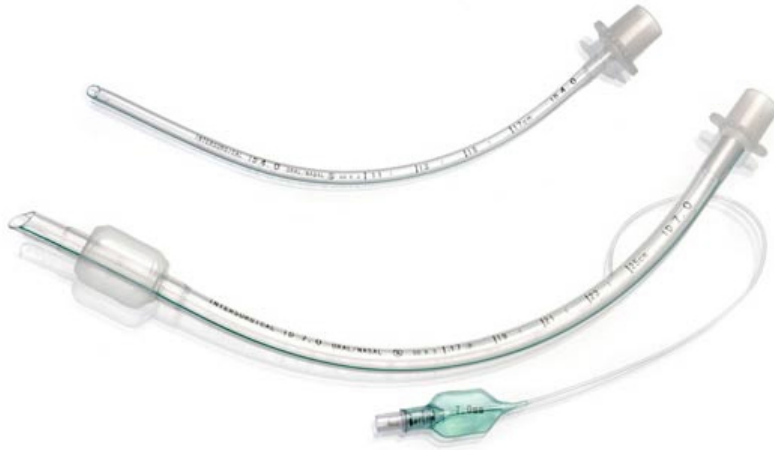
A holtter minimalizálása érdekében a tubus részét képezheti a kapnográf mintavételezési csatlakozója is. Ennek kistestű, kis légzéstérfogatú páciensek esetében van nagy jelentősége.

A Cole típusú tubusok nem rendelkeznek mandzsettával, ezért használatuk nem javasolt. A régebbi típusú, narancssárga gumiból készült tubusok mandzsettája kis volumenű és magas nyomású volt. Az ilyen mandzsettában kialakuló nyomás az elasztikus ellenállásból származik és nem korrelál a trachea falára kifejtett nyomással, ezért az ischaemiás szövetsérülés kockázata magas. (5. ábra)



*5. ábra. A régebbi típusú, narancssárga gumiból készült tubusok mandzsettája kis volumenű és magas nyomású*

Az újabb típusok HVLP (High-Volume Low-Pressure) mandzsettával rendelkeznek. Ezeknél a mandzsetta belső nyomása megegyezik a trachea falára kifejtett nyomással. A mandzsettás tubusokhoz egy külső ballon is tartozik, amely vékony összekötő csövön kapcsolódik a mandzsetta lumenéhez. A mandzsetta nyomása a külső ballon tapintásával megbecsülhető, manométer csatlakoztatásával pontosan mérhető, és a ballon önzáródó szelepeén keresztül igény szerint változtatható (6. ábra).



**6. ábra.** Felül Cole-típusú (mandzsetta nélküli), alul pedig HVLV (nagy volumenű, alacsony nyomású) mandzsettával ellátott modern tubus

A puha szilikonból készült, de fém- vagy nylonspirállal megerősített falú tubusok lumene nem összenyomható, hajlításnál nem törik szögbe, nem szűkül és nem záródik el. Bizonyos (leggyakrabban szemészeti) műtéteknél a fej-nyak régió nagyobb mértékű flexiója szükséges, így a tracheára nagyobb nyomóerő hat. Ezekben az esetekben javasolt a spirállal megerősített falú tubus használata (**7. ábra**).



**7. ábra.** A spirállal megerősített falú szilikontubus (jobb oldalon) lumene extrém körülmények között sem záródik el

Az állatorvosi gyakorlatban néhány éve kezdtek el alkalmazni egy speciális (sem mandzsettával, sem Murphy-eye-jal nem rendelkező) tubust K9 Safe-Seal néven, amely a distalis végén található, rugalmas, gyűrűszerűen kiemelkedő bordáival idomul a trachea falához. Kutyák számára 4 méretben érhető el és lefedi a 4,5 kg-tól 90 kg-ig terjedő testtömegtartományt. (Safe-seal endo tube, 2019.) (**8. ábra**) Az eszköz klinikai biztonságáról kevés adat áll rendelkezésre<sup>10</sup> és nekünk sincs személyes tapasztalatunk vele.



**8. ábra.** A rugalmas, gyűrűszerű bordákkal ellátott K9 Safe-Seal tubus kutyák számára 4 méretben érhető el ([safe-seal.net](http://safe-seal.net))

## 2.4 Az endotrachealis intubálás

Az általános anesztézia fenntartása injekciós és/vagy inhalációs készítmények segítségével történik. Számos injekciós és inhalációs anesztikum és major analgetikum centrális légzésdepresszív mellékhatással rendelkezik, amely a légzéstérfogat, a légzésfrekvencia, illetve az ezekből számolt légzésperc-térfogat csökkenésében mutatkozik meg. A hypoventilláció pedig hiperkapniát, nem megfelelő oxigénellátottság esetén hipoxémiát és szöveti hipoxiát eredményez. Az altatás alatt gyengülnek a légúti reflexek is, ami felső légúti obstrukciót eredményezhet. Regurgitáció és aspiráció esetén pedig súlyos pneumónia alakulhat ki.

A páciens intubálása az előbb felsorolt események megelőzésére, illetve elhárításuk érdekében tett biztonsági intézkedés. A légcserre biztosítása, az oxigén és az inhalációs anesztikumok applikációja, hypoventilláció esetén az intermittáló pozitív nyomású mesterséges lélegeztetés (IPPV), a műtői környezet inhalációs anesztikumokkal történő szennyeződésének elkerülése és az aspiráció megelőzése a leggyakrabban HVLP (nagy volumenű, alacsony nyomású) mandzsettával rendelkező, PVC anyagú, Murphy-típusú endotrachealis (ET) tubus segítségével történik.<sup>10,28</sup>

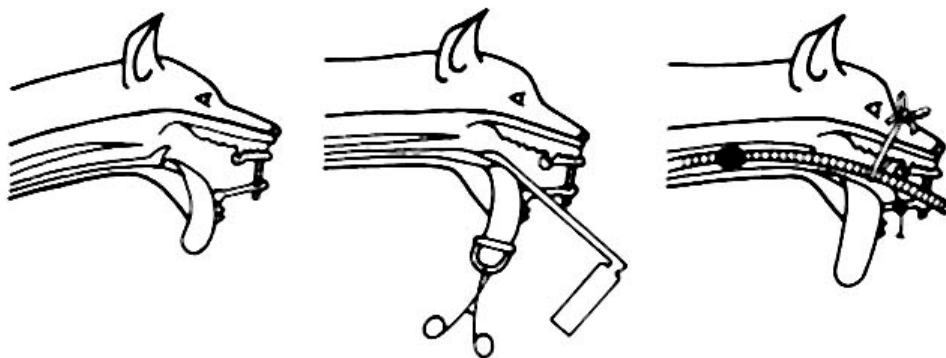
Az indukció és az intubálás megkezdése előtt célszerű a beteget néhány percig 100%-os oxigén belélegeztetésével előoxigenizálni, és a bypass oxigén lehetőségét a teljes művelet során biztosítani.

Az indukció hatására a páciens öntudatlanná válik, izmai relaxálódnak, a garat- és gége-reflexei csökkennek. Ekkor általában sternalis fekvésbe helyezzük, a fej-nyak régiót közel horizontális pozícióban tartjuk, nyelvét a középvonalban előhúzzuk. Ha laringoszkópot használunk, azt az epiglottis elé helyezzük és nyomást gyakorolunk a nyelvgyökre, hogy láthatóvá váljon a gége ürege. A síkosított ET tubust lehetőleg az

epiglottis közvetlen érintése nélkül juttatjuk a gége, majd a légcső üregébe, hogy az epiglottis sérülését elkerüljük. Amennyiben az aktív gégereflex szükségessé teszi (ez leggyakrabban macskák esetében szükséges), felületi érzéstelenítésére lokálanesztetikumot (lidokaint) használunk. Kb. 1 perccel ezután a gége relaxált állapotba kerül, az intubálás ellenállás nélkül végrehajtható. Az ET tubust az epiglottis mögött ventralisan, a két kannaporc között vezetjük tovább. Miután meggyőződünk a tubus megfelelő pozíciójáról, azt rögzítő szalag segítségével általában az orrháthoz, brachycephal kutyák esetében pedig a nyakhoz rögzítjük és a mandzsettát 30 H<sub>2</sub>Ocm (22 Hgmm) nyomáshatárig (a mesterséges lélegeztetésnél alkalmazott nyomáshatárnál kissé magasabb értékre) felfújjuk (**9. ábra**).

A nyomás ellenőrzésére kézi pumpához csatlakoztatott manométert használunk. Ha ezzel nem rendelkezünk, akkor az altatógép légzőrendszerének túlnyomásszelepét (APL) 30 H<sub>2</sub>Ocm (22 Hgmm) nyomáshatárra állítjuk be, és ezt a rendszernyomást a lélegeztető ballon nyomásával ideiglenesen fenntartjuk. Közben egy levegővel teli fecskendő (2-10 ml) segítségével a tubus mandzsettanyomását fokozatosan addig emeljük, amíg a légcsőben a tubus mellett visszaszivárgó levegő hallható áramlása meg nem szűnik. A mandzsetta nyomását célszerű az anesztézia mélyülése, a gége és a trachea izmainak további relaxációja után ismételten ellenőrizni.

A beteget a fenntartás alatt és ébredéskor is szorosan monitorozzuk, csak a garatreflexek visszatérése után extubálhatjuk, normál esetben a mandzsetta levegőtartalmának leengedése után.<sup>10,28</sup>



**9. ábra.** Kutya endotrachealis intubálása (Paddleford: *Manual of Small Animal Anesthesia*, 1999)

### 2.4.1 Lehetséges szövődmények

Az alábbiakban a mandzsettával és Murphy-eye-jal rendelkező tubustípusok helytelen használatából eredő következményeket tárgyaljuk, nem térünk ki az egyéb, régebbi vagy nem megfelelőnek tartott tubustípusok választásából eredő, lehetséges vészhelyzetekre és szövődményekre.

Az optimális tubusátmérő előzetes meghatározása még rutinos állatorvos számára is kihívás lehet, főleg, ha a páciens erősen lesoványodott vagy erősen túlsúlyos. A légcső belső átmérőjét legeredményesebben különböző képalkotó eljárásokkal (UH, RTG, CT, MR, tracheoscopia) határozhatjuk meg. Ezek nélkül támaszkodhatunk a nyaki légcsőszakasz tapintási leletére vagy az orrsövény szélességére (az orrnyílások között ventromedialisan helyeződő orrtükör felületére). Az utóbbi módszerek pontossága nem kielégítően magas (46%, illetve 21%).<sup>18,29</sup> A nem megfelelő méretű, illetve a szakmai irányelveknek nem megfelelően használt ET tubus számos szövődmény forrása lehet. Ilyenek a dorsalis trachea-membrán szakadása, repedése, a gége és trachea ischaemiás sérülése, továbbá az ebből kifejlődő posztintubációs tracheostenosis.<sup>3,21,25</sup>

A trachea dorsalis membránjának szakadását, repedését eredményezheti az ET tubus gyors, erőltetett behelyezése, a mandzsetta túlzott felfújása, a fej és nyak pozíciójának változtatása az ET tubus légzőrendszerről történő lecsatlakoztatása nélkül, továbbá a tubus felfújott mandzsettával történő eltávolítása. A szabálytalanul túlfújott mandzsetta által okozott sérülések gyakoriak, és jellemzően a trachea mellkasbejárati szakaszánál dorsolaterálsan, a C-porc és izom találkozásnál jelentkeznek, néhány cm hosszúságban (**10. ábra**). Következményeként subcutan emphysema, pneumomediastinum vagy pneumothorax alakulhat ki, ennek eredményeként a betegnél dyspnoe és hypoxaemia jelentkezhet. Az alacsony nyomású mandzsetta használata mellett is létrejöhet ruptura, de ennek az esélye jelentősen kisebb.<sup>3,21</sup>

A trachea nyálkahártyájában a perfúziós nyomás értéke 34-48 H<sub>2</sub>Ocm (25-35 Hgmm), ezért a 48 H<sub>2</sub>Ocm-nél magasabb mandzsettanyomás ischaemiás tracheasérülést és tartós fennállás esetén szövődményes elhalást okoz. Ezen túlmenően okozhat tracheaurtúrát vagy tubuscollapsust és ezáltal tubusocclusiót is.<sup>20,21</sup>

Rizikófaktor a mandzsetta tökéletlen zárása is, mert a páciens légutaiból anesztetikumot tartalmazó gázkeverék szökhet ki a műtő légterébe, a lélegeztetés hatékonysága csökkenhet, az anesztézia felületesebbé válhat és folyadék juthat le az alsó

légutakba, aspirációs pneumóniát okozva. Ezek könnyen bekövetkezhetnek, ha a mandzsetta nyomása 18 H<sub>2</sub>Ocm-nél alacsonyabb <sup>20</sup> ha nem lett elvégezve vagy nem megfelelően lett elvégezve a tubus síkosítása <sup>15</sup> vagy túl nagy átmérőjű a behelyezett tubus. A túl nagy méretű tubus esetében a felfújott mandzsettán hosszanti irányban kialakuló invaginációs redők tehetők felelőssé a következményekért. <sup>6,12</sup>

Az ischaemiás tracheasérülés következményeként említhető a posztintubációs tracheastenosis. Egy kutatás eredménye szerint már a 30 H<sub>2</sub>Ocm-nél (22 Hgmm-nél) nagyobb nyomású mandzsetta is vérbőséget, gyulladást és fekélyt alakíthat ki a trachea kontaktfelületén. Esetenként a gyulladás és ödéma egy hét után is kimutatható, és a necroticus folyamatok mellett granulációs szövet képződése indul meg. További egy hét eltelte után a granulációs szövet hyperplasiája, a C-porcok destrukciója, továbbá a trachea collapsusa tapasztalható, melyek együttesen 78-91%-os, beszűkült tracheaátmérőt eredményeznek. A szövettani vizsgálat szerint a granulációs szövet hyperplasiája és a fibrosus szövet kialakulása a tracheafal elvékonyodását eredményezi, mely együtt jár a perichondrium ischaemiájával, végezetül pedig a tracheafal maradandó károsodásával. <sup>25</sup> A szerzett trachea-obstrukciók nagy hányada intubációs szövődmény. A posztintubációs tracheastenosis előfordulási aránya régebben, a magas nyomású mandzsetták használatakor igen magas volt, de az alacsony nyomású mandzsetták helytelen használatával is előidézhető. <sup>5,25</sup>



**10. ábra.** Szabálytalanul – nagy levegővolumennel, magas nyomásra – felfújott mandzsettájú ET tubus RTG képe (Dr. Arany-Tóth Attila gyűjteményéből)

## 3 ANYAG ÉS MÓDSZER

### 3.1 Fajták kiválasztása

A munkánk első lépéseként kiválasztottuk a vizsgálandó fajtákat. A MEOESZ (Magyar Ebtenyésztők Országos Egyesületének Szövetsége) legfrissebb, 2017. évi statisztikájából megismertük a Magyarországon legnagyobb számban törzskönyvezett 10 kutyafajtát (1. francia bulldog, 2. rövidszőrű magyar vizsla, 3. német juhászkutya, 4. angol bulldog, 5. border collie, 6. cane corso, 7. amerikai staffordshire terrier, 8. szálkásszőrű tacskó, 9. puli, 10. bichon havanais). Ezt a listát az ÁTE beteganyagának eltérő fajta-reprezentációja alapján módosítottuk és kiegészítettük trachea hypoplasiára és collapsusra hajlamos további fajtákkal. A nagyfokú anatómiai hasonlóság miatt a rövidszőrű és drótszőrű magyar vizsla, a rövidszőrű és szálkásszőrű és hosszúszőrű tacskó, a bichon havanese és bolognese, illetve a labrador és golden retriever fajták csoportjait összevontuk. Ezek után kialakítottuk a következő 17 csoportot (N=590), és megkezdtük a vizsgálatainkat: 1. angol bulldog (N=9), 2. boxer (N=19), 3. beagle (N=32), 4. bichon havanese és bolognese (N=71), 5. csivava (N=30), 6. francia bulldog (N=44), 7. labrador és golden retriever (N=71), 8. magyar vizsla (N=39), 9. mopsz (N=17), 10. német juhászkutya (N=37), 11. pekingi palotakutya (N=13), 12. puli (N=19), 13. rottweiler (N=16), 14. staffordshire terrier (N=19), 15. tacskó (N=28), 16. west highland white terrier (N=58), 17. yorkshire terrier (N=68).

#### 3.1.1 Fajtasztenderdek

Az FCI (Federation Cynologique Internationale) szakértői alakítják ki az új és a morfológiai tulajdonságok alapján felülvizsgált kutyafajták szabványrendszerét. A sztenderdek elmeit az egyes fajták kifejlett egyedein megfigyelhető, jellemző paraméterek alapján nevezik meg, és a leírás ideális képet ad a fajtáról. Azon tulajdonságokat, melyek az ideálistól eltérnek, hiba (fault), súlyos hiba (severe fault), kizáró hiba (disqualifying fault) megnevezéssel jelölik.<sup>8</sup> A vizsgált fajtákat ABC sorrendbe rendeztük, sztenderd marmagasságukat és testtömegüket táblázatos formában összesítettük (1. táblázat).

Fajták ABC sorrendben	Marmagasság (cm)		Testtömeg (kg)	
	♂	♀	♂	♀
Angol bulldog	35-45	34-44	25	23
Boxer	57-63	53-59	>30 (60 cm marmagasságnál)	kb. 25 (56 cm marmagasságnál)
Beagle	>40	>33	10-11	
Bichon havanese	23-27		3-6	
Bolognese	27-30	27-28	2,5-4	
Csivava	n.a.		1,5-3	
Drótszőrű magyar vizsla	58-64	54-60	n.a.	
Francia bulldog	27-35	24-32	9-14	8-13
Golden retriever	56-61	51-56	29-36	
Labrador retriever	56-57	54-56	35-40	
Mopsz	30-32		6,3-8,1	
Német juhászkutya	60-65	55-60	30-40	
Pekingi palotakutya	15-25		<5	<5,4
Puli	39-45	36-42	13-15	
Rottweiler	61-68	56-63	kb. 50	kb. 42
Rövidszőrű magyar vizsla	58-64	54-60	20-29	
Staffordshire terrier	46-48	43-46	n.a.	
Tacskó (rövid-, szálkás-, és hosszúszőrű)	16-26		<9	
West highland white terrier	kb. 28		n.a.	
Yorkshire terrier	20-25		<3,2.	

**1. táblázat.** A vizsgált fajták sztenderd marmagassága és testtömege (FCI)

### 3.2 Adatgyűjtés és feldolgozás

Összegyűjtöttem a 3.1 fejezetben megnevezett 17 vizsgálati csoport 1 év feletti egyedeinek GLM (gége-légcső-mellkas) és M (mellkas) röntgenfelvételeit az ÁTE digitális RTG-archivumból (a digitális képalkotás és képtárolás kezdetétől napjainkig, 2013-2019.) és a kapcsolódó klinikai kórlapok adatait (törzsszám, fajta, ivar, életkor, testtömeg, diagnózis, dátum) a Doki4Vets (v10.10) betegnyilvántartó rendszer adatbázisából. A sztenderd jobb oldali fektetésű, laterolaterális irányú RTG felvételeken három referenciaponton megmértem a légcsövek belső átmérőit, majd a mellkasbejárat átmérőjét a RadiAnt DICOM Viewer (v3.4.1) program segítségével (**11. ábra**). A fenti adatokat R (2019, v3.6.1) statisztikai szoftverrel dolgoztam fel. A minták összehasonlítására Student-féle páros t-próbákat végeztem, illetve azokban az esetekben, ahol a t-próba feltételei nem teljesültek, Wilcoxon-féle párosított próbát alkalmaztam. Az eredményeket  $p < 0,05$  teljesülése esetén tekintettük szignifikánsnak.

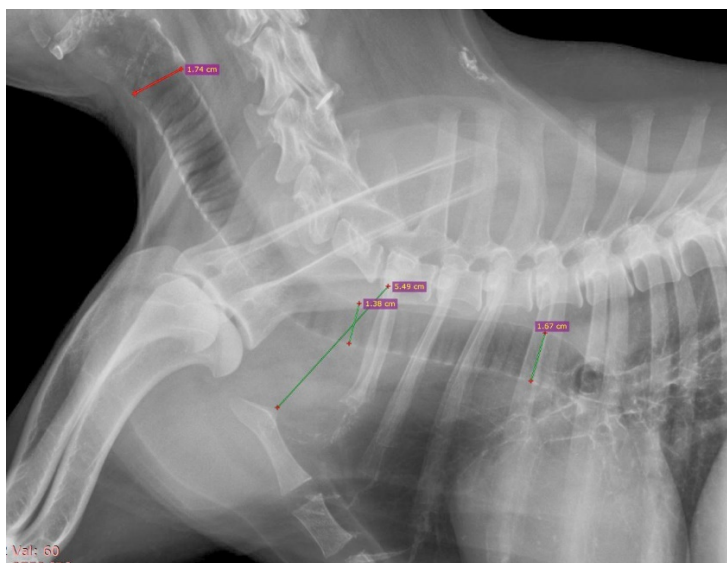


### 3.2.1 Légsőátmérők mérése

A RTG felvételeken minden egyednél a következő három referenciaponton mértem a trachea belső átmérőjét: közvetlenül a gége mögött (TD1), a mellkasbejárat síkjában (TD2) és közvetlenül a bifurcatio előtt (TD3), mindhárom esetben a légső hossz tengelyére merőlegesen, tized mm pontossággal. A M felvételeken a TD2 és a TD3 mindig, de a TD1 érték nem minden esetben volt mérhető. A GLM felvételeken a TD1 és a TD2 mindig, nagy testű egyedek esetében azonban a TD3 nem minden esetben volt mérhető. Az értékeket Excel táblán összesítettem, a nem mérhető értékeknél n.a. jelölést használtam.

### 3.2.2 TD/TI index meghatározása

A TI értéket – a klinikánkon alkalmazott rutin szerint – az első thoracalis csigolya cranioventralis pontjától a sternum craniodorsalis pontjáig húzott szakasz hosszaként rögzítettem, a TD (jelölésünk szerint TD2) értéket pedig azon a tracheaszakaszon állapítottam meg – a trachea hossz tengelyére merőlegesen – ahol a TI-egyenes a tracheát metszette. A tized mm pontosságú számadatokat és a belőlük képzett TD/TI hányadosokat, illetve indexeket Excel táblán összesítettem.



**11. ábra.** A TD1 (balra), TI és TD2 (középen) és TD3 (jobbra) távolságok mérése a RadiAnt DICOM Viewer programmal (ÁTE RTG-archívum)

### 3.3 Nagyítás meghatározása

Minden RTG-felvétel nagyít, így a RadiAnt DICOM Viewer programban mért távolságértékeket korrigálni kellett. A nagyítást először geometriai arányokkal számoltuk ki: a fókusz és szenzor közötti távolságot elosztottuk a fókusz és objektum közötti távolsággal. Másodszor – az intratrachealis stent méretezésénél használatos – radiodenz jelzésekkel ellátott mérőeszközzel modelleztük az oldalfekvő páciensek légcsövét. Az eszközt a röntgenszenzortól 10, 15 és 20 cm távolságban elhelyezve felvételeket készítettünk, majd az ismert, 10 mm-es markertávolságot a RTG-felvételeken mért értékekkel arányítottuk. A két módszer eredményét összehasonlítottuk.

### 3.4 Mandzsettaméret meghatározása

A légcső belső átmérője és az ET tubus külső átmérője közötti rést az ET tubus felfűjt mandzsettájának úgy kell kitöltenie, hogy a korábban (2.4 fejezet) már részletezett biztonsági kritériumok teljesüljenek. Emiatt szükségünk volt a nagy volumenű és alacsony nyomású mandzsettával ellátott, PVC anyagú, modern tubusok optimális mandzsettaméretének meghatározására.

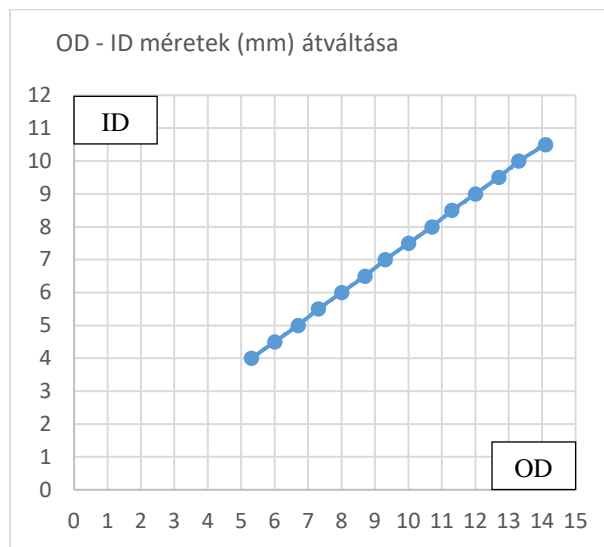
WonShin és munkatársai kísérleti beagle kutyákon végeztek ilyen irányú vizsgálatokat, és az eredményeiket 2018-ban a *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* szaklapban publikálták.<sup>29</sup> A hermetikus zárást és a szövődmények lehetőségének kizárását egyaránt figyelembe véve azt az állapotot találták optimálisnak, amikor a légcső – RTG felvételen mért – belső átmérőjének 70%-át a tubus, fennmaradó 30%-át pedig a mandzsetta töltötte ki. További számításainknál ezt az arányt tekintettük alapértéknek.

### 3.5 OD és ID méret összefüggése

Az ET tubusok számozása legtöbbször (az általunk használt tubustípus esetében is) a belső átmérő (ID mm) szerint történik, de a légcső belső átmérőjéhez a tubus külső átmérőjét kell igazítanunk. Az alkalmazott tubustípus (kutyáknál használatos mérettartományának) OD és ID értékeinek átváltásához egy konverziós táblázatot készítettünk (**2. táblázat**) és az adatok megközelítően lineáris összefüggését grafikonon is ábrázoltuk (**12. ábra**).

ET tubus külső átmérője OD (mm)	ET tubus belső átmérője ID (mm)
5,3	4,0
6	4,5
6,7	5,0
7,3	5,5
8	6,0
8,7	6,5
9,3	7,0
10	7,5
10,7	8,0
11,3	8,5
12	9,0
12,7	9,5
13,3	10,0
14,1	10,5

**2. táblázat.** Az alkalmazott ET tubusok OD és ID értékei



**12. ábra.** Az alkalmazott ET tubusok OD és ID értékei grafikonon ábrázolva

### 3.6 Klinikai értékelés

Azokban az esetekben, amikor a páciensről preoperatív mellkas vagy gége-légcső-mellkas RTG-felvétel készül és a limitáló légcsőátmérő ismert, (a limitáló légcsőátmérő, a RTG-nagyítás, az optimális mandzsettaméret és az OD és ID értékek összefüggése alapján) pontosan kiszámítjuk az optimális tubusméretet. Azokban az esetekben, amikor a páciens limitáló légcsőátmérője nem ismert, a fajtára vagy fajtacsoportra jellemző leíró statisztikai paraméterek alapján végezzük el a számításokat, és választunk tubusméretet. Munkánk végső, prospektív szakaszában (2019. szeptemberétől) hosszú távon, statisztikailag értékeljük a módszer megfelelőségét.

## 4 EREDMÉNYEK

### 4.1 A légcső legszűkebb szakasza

A vizsgált légcsövek referenciapontonként mért belső átmérői (TD1, TD2, TD3) normális eloszlást mutattak. Minden vizsgált csoport esetében szignifikánsan limitálónak bizonyult a TD2 ( $p < 0,05$ ), így a további számításainkat ezzel az értékkel folytattuk. Az eredmények csoportok szerinti lebontásban az alábbi táblázatban láthatók (**3. táblázat**).

Csoportok	TD1, TD2, TD3 viszonya (p<0,05)
Angol bulldog	TD2 = TD1 = TD3
Beagle	TD2 < TD1 és TD3
Bichon havanese és bolognese	TD2 < TD1 és TD3
Boxer	TD2 < TD1 és TD3
Csivava	TD2 < TD1 és TD3
Francia bulldog	TD2 < TD1 és TD3
Labrador és golden retriever	TD2 < TD1 és TD3
Magyar vizsla	TD2 < TD1 és TD3
Mopsz	TD2 = TD3 < TD1
Német juhászkutya	TD2 < TD1 = TD3
Pekingi palotakutya	TD2 = TD3 < TD1
Puli	TD2 = TD3 < TD1
Rottweiler	TD2 < TD1 és TD3
Staffordshire terrier	TD2 < TD1 és TD3
Tacskó	TD2 < TD1 és TD3
West highland white terrier	TD2 < TD1 és TD3
Yorkshire terrier	TD2 < TD1 és TD3

**3. táblázat.** A három referenciaponton mért belső tracheaátmérők viszonya a vizsgált csoportokban. A szignifikáns különbséget nem mutató értékek között egyenlőségjel látható.

#### 4.2 Csoportok TD/TI indexei

Egyes páciensek testtömege és/vagy ivara nem szerepel az archivált adatbázisban, így nem eldönthető, hogy a testtömegük alapján a fajtasztenderdbe tartoznak-e vagy sem. Ezeket az eseteket n.a. megjegyzéssel jelöltük. A csoportokat az összes egyed TD2/TI indexének átlaga szerint csökkenő sorrendbe állítottuk, és az adatokat az alábbi táblázatban foglaltuk össze (**4. táblázat**).

	Sztenderd egyedek száma	Összes egyed száma	Sztenderd egyedek TD2/TI indexe	Összes egyed TD2/TI indexe
Tacskó	12 (42,86%)	28	25	24
West highland white terrier	n.a.	58	n.a.	24
Beagle	2 (6,25%)	32	24	23
Yorkshire terrier	27 (39,71%)	68	25	23
Bichon havanese/ bolognese	37 (52,11%)	71	21	22
Német juhászkutya	31 (83,78%)	37	22	22
Csivava	11 (36,66%)	30	20	21
Labrador/ golden retriever	52 (73,24%)	71	20	20
Pekingi palotakutya	2 (15,38%)	13	n.a.	20
Puli	4 (19,05%)	19	19	20
Staffordshire terrier	n.a.	19	n.a.	20
Magyar vizsla	28 (71,79%)	39	18	19
Rottweiler	n.a.	16	n.a.	19
Angol bulldog	0	9	n.a.	17
Boxer	19 (100,00%)	19	17	17
Mopsz	5 (29,41%)	17	17	17
Francia bulldog	n.a.	44	n.a.	16

**4. táblázat.** A csoportok sorrendje az összes egyed csökkenő TD2/TI indexe szerint

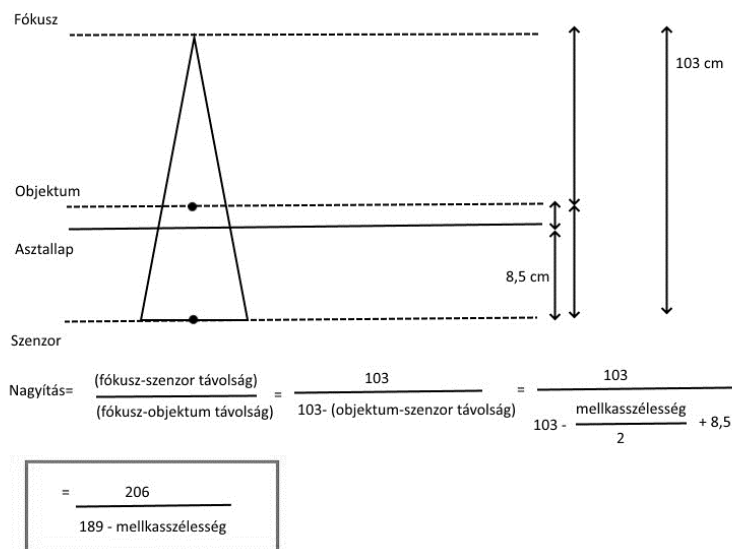
A vizsgált csoportokat a GLM és GLM+M RTG felvételek számaránya szerint növekvő sorrendbe állítottuk. Az eredmény az alábbi táblázatban látható (5. táblázat).

Csoportok	GLM %
Labrador/golden retriever	20,3
Német juhászkutya	20,45
Tacskó	25
Beagle	28,6
Magyar vizsla	29,5
Rottweiler	30
Angol bulldog	33,33
Staffordshire terrier	33,33
Puli	35
Bichon havanese/bolognese	45,83
Boxer	50
Francia bulldog	53,66
Pekingi palotakutya	45,55
West highland white terrier	56,67
Yorkshire terrier	64,41
Csivava	65,63
Mopsz	81,82

5. táblázat. A vizsgált csoportok sorrendje a GLM RTG-felvételek GLM+M RTG-felvételekhez viszonyított gyakorisága szerint

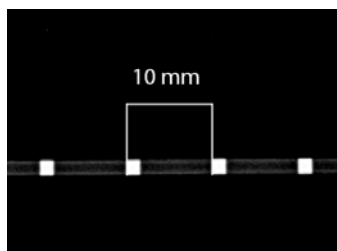
#### 4.3 A nagyítás korrekciója

A RTG-kép nagyítását geometriai arányokkal úgy számoltuk ki, hogy a fókusz és szenzor közötti fix távolságot elosztottuk a fókusz és objektum közötti távolsággal (13. ábra). Ez az ÁTE RTG-készülékének esetében 103 / (103 – objektum és szenzor közötti távolság cm-ben). Mivel a vizsgálóasztal és a szenzor távolsága 8,5 cm, a nagyítás értékét a következő egyenlettel kaptuk meg: 206 / (189 – mellkasszélesség cm-ben).



13. ábra. A RTG felvétel nagyításának geometriai levezetése (ÁTE RTG)

A nagyítás meghatározására – intratrachealis stent méretezésénél használatos – radiodenz jelzésekkel ellátott mérőeszközt is használtuk (**14. ábra**). Az eszközt a röntgenszenzortól 10, 15 és 20 cm távolságban elhelyezve – ezzel különböző mellkasszélességű páciensek légcsövét modellezve – kontroll felvételeket készítettünk, majd az eszköz 10 mm-es markertávolságait a RTG-felvételeken mért távolságértékekkel arányítottuk. A két módszer hasonló eredményre vezetett, az eltérés 1% volt (**6. táblázat**).



**14. ábra.** A RTG felvétel nagyításának méréséhez használt, radiodenz markerekkel ellátott mérőeszköz

fix fókuszszenzor távolság (cm)	objektum-szenzor távolság (cm)	fókuszszenzor - objektum távolság (cm)	nagyítás értéke az 1. módszerrel	nagyítás értéke a 2. módszerrel
103	<b>10</b>	93	<b>1,11</b>	<b>1,10</b>
103	<b>15</b>	88	<b>1,17</b>	<b>1,16</b>
103	<b>20</b>	83	<b>1,24</b>	<b>1,23</b>

**6. táblázat.** A RTG felvétel nagyításának értékelése két különböző vizsgálómódszerrel

Az eredmények alapján a továbbiakban 20 kg-os testtömeg alatt 1,1-szeres, 20 kg-os testtömegtől pedig 1,2-szeres közelítő nagyítással számoltunk, és a nagyítással korrigált, valós (kisebb) értékeket „korrigált” jelzővel különböztettük meg a RTG-felvételen mért (nagyobb) értékektől (pl. korrigált TD2 és TD2).

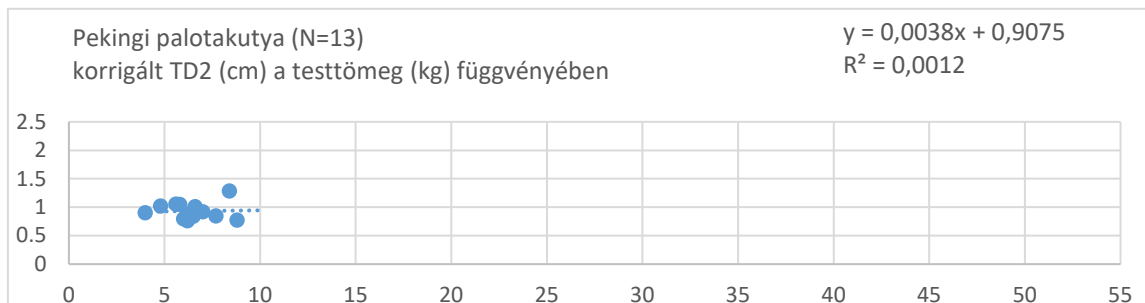
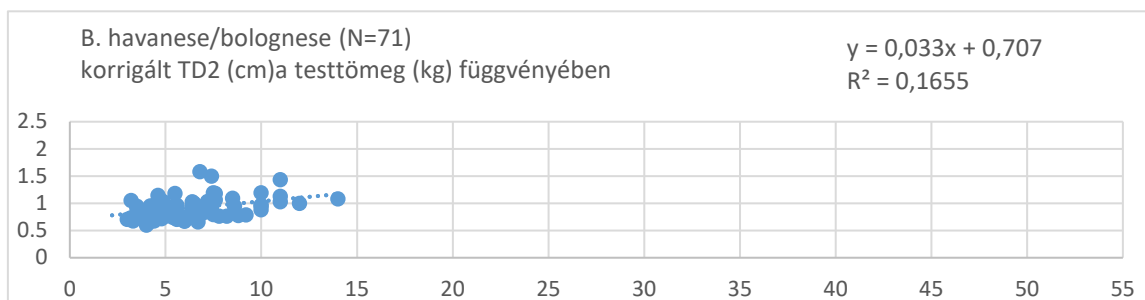
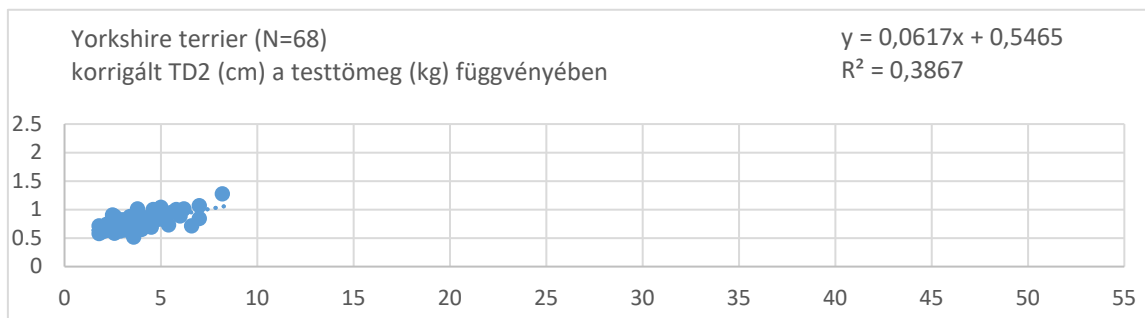
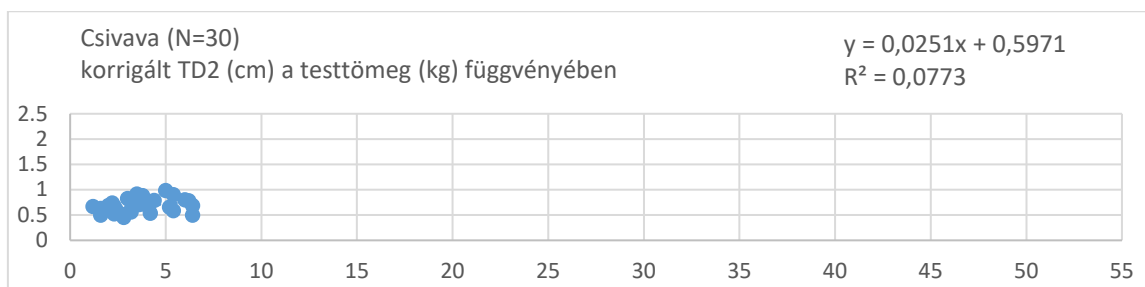
#### 4.4 ID méret számítása

Az alkalmazott tubustípus (kutyáknál használt, ID 4-10,5 mérettartományának) OD és ID értékeinek átváltásához egy konverziós táblázatot készítettünk (**3. táblázat**) és az adatokat grafikonon is ábrázoltuk (**11. ábra**). A belső méret növekedésével a külső méret is növekszik, de az arányuk nem állandó. Az OD értékből az alábbi képlet segítségével (99,98%-os determinációs együtthatóval) meghatároztuk az ID értéket.

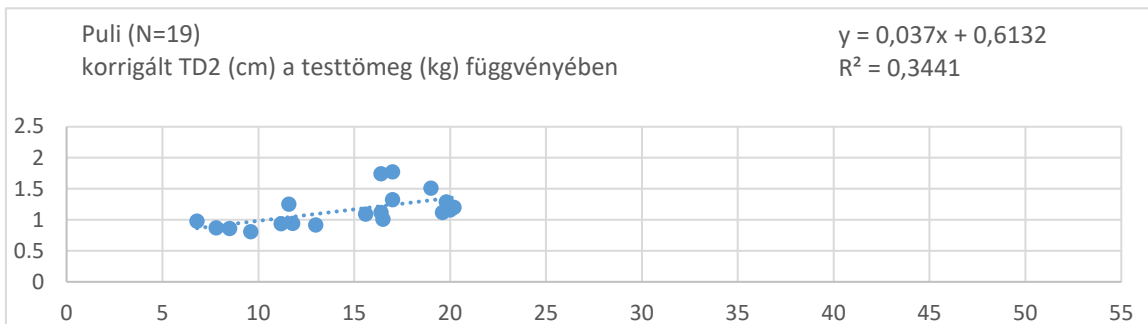
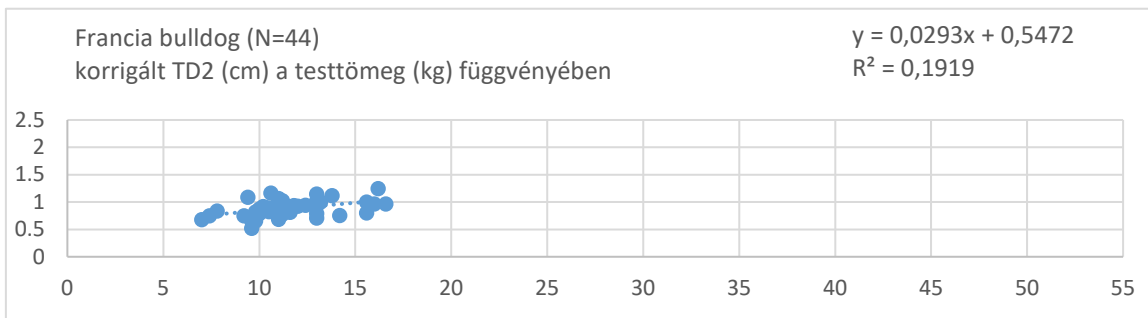
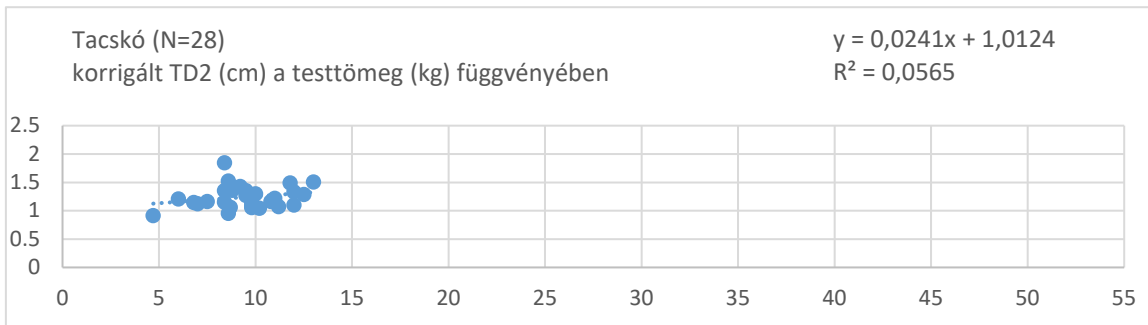
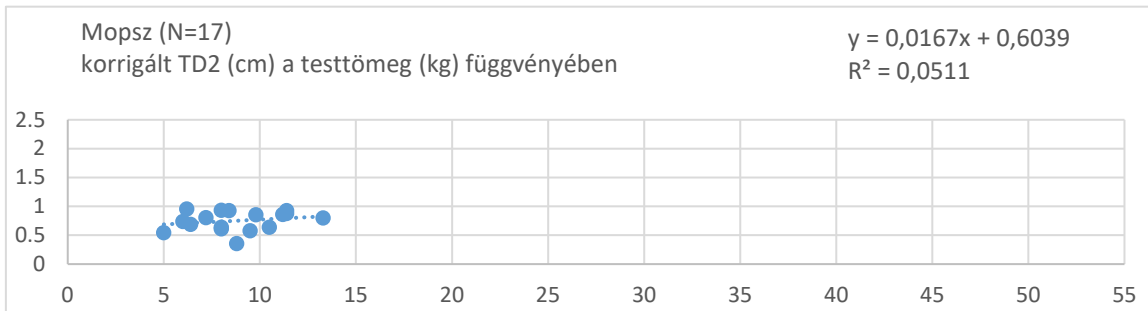
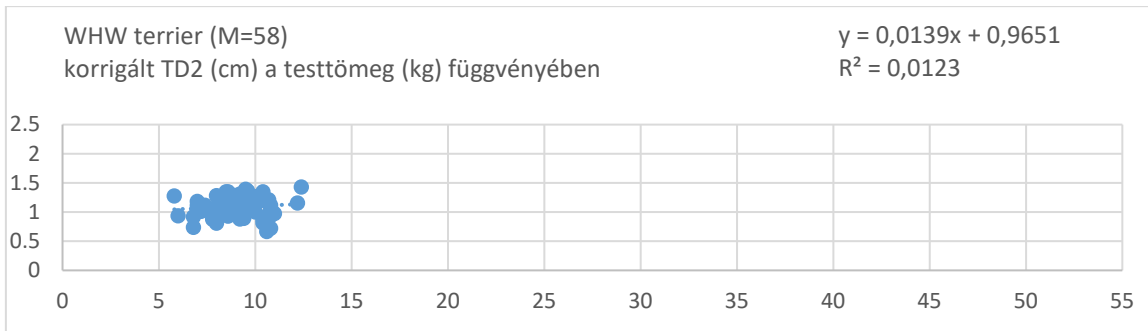
$$ID = 0,7463 \times OD + 0,0326 \quad R^2 = 0,9998$$

## 4.5 Statisztikai eredmények csoportok szerint

Ebben a fejezetben a vizsgált csoportok testtömegének és korigált TD2 értékeinek korrelációját, a lineáris trendvonalak egyenletét és  $R^2$  értékét (**15. több oldalra kiterjedő összesített ábra**), továbbá az életkor, testtömeg, TI, TD2, korigált TD2 és TD2/TI paraméterek leíró statisztikai adatait (**7. több oldalra kiterjedő összesített táblázat**) foglaljuk össze.

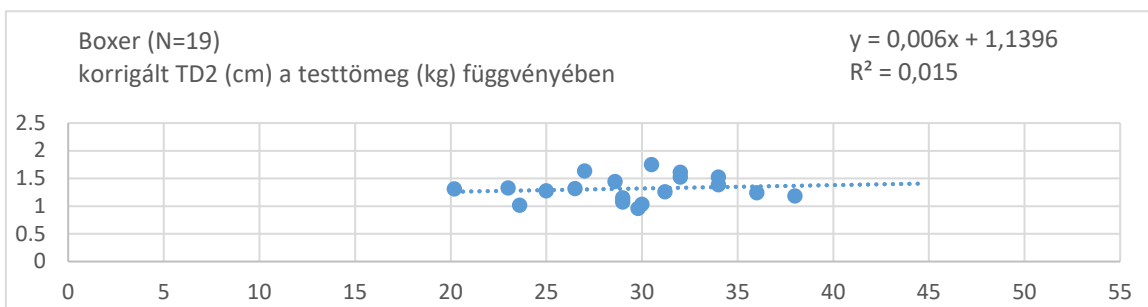
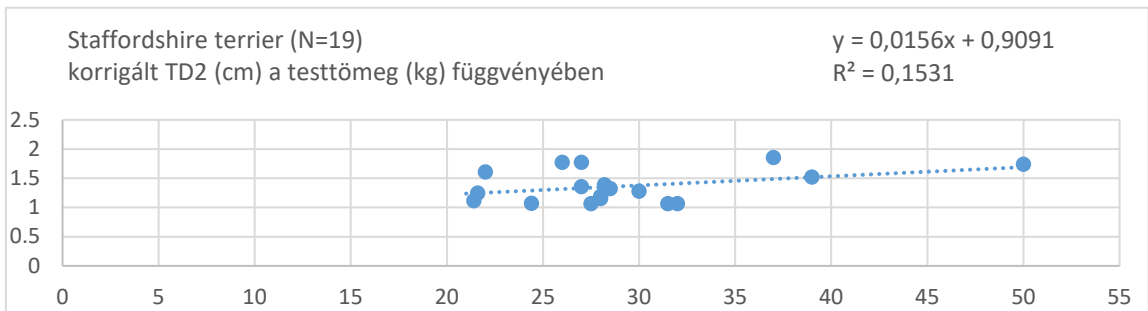
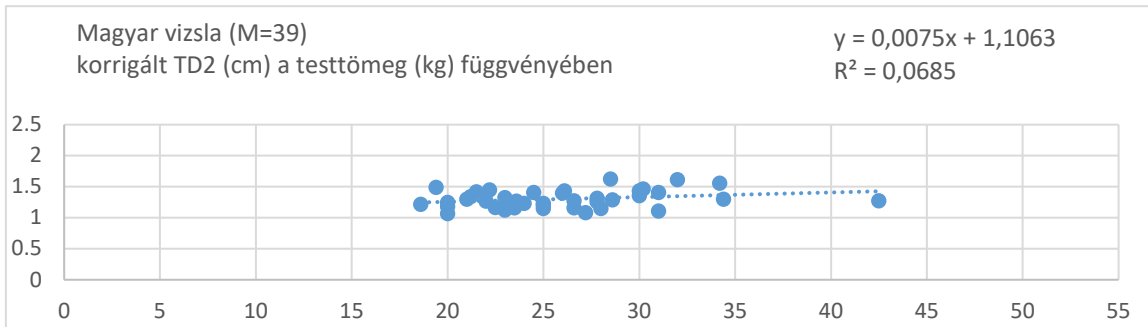
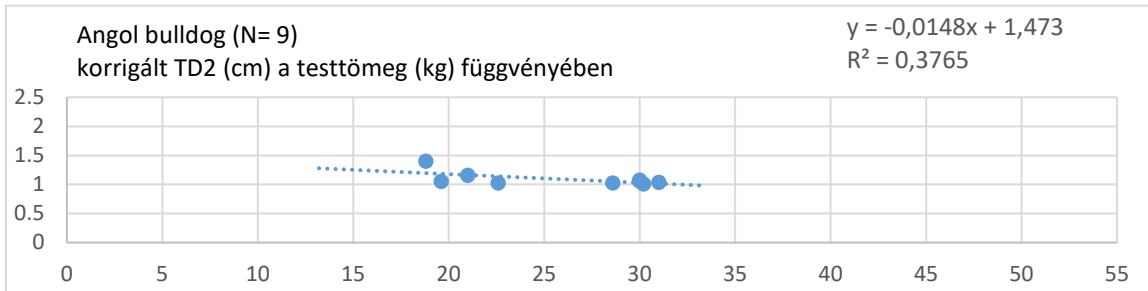
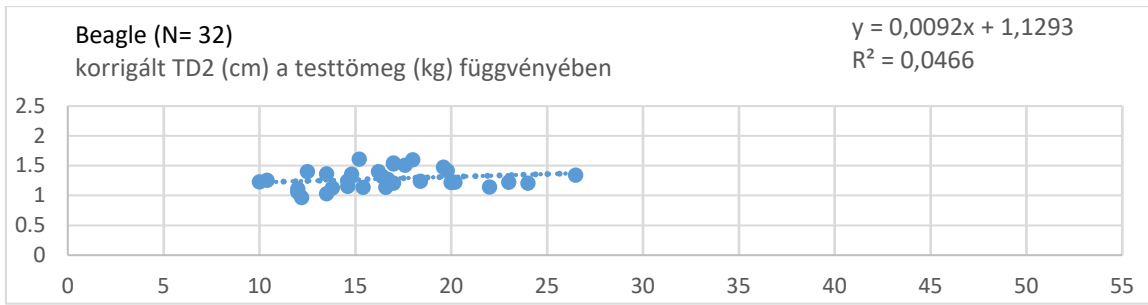


*folytatás a következő oldalon*

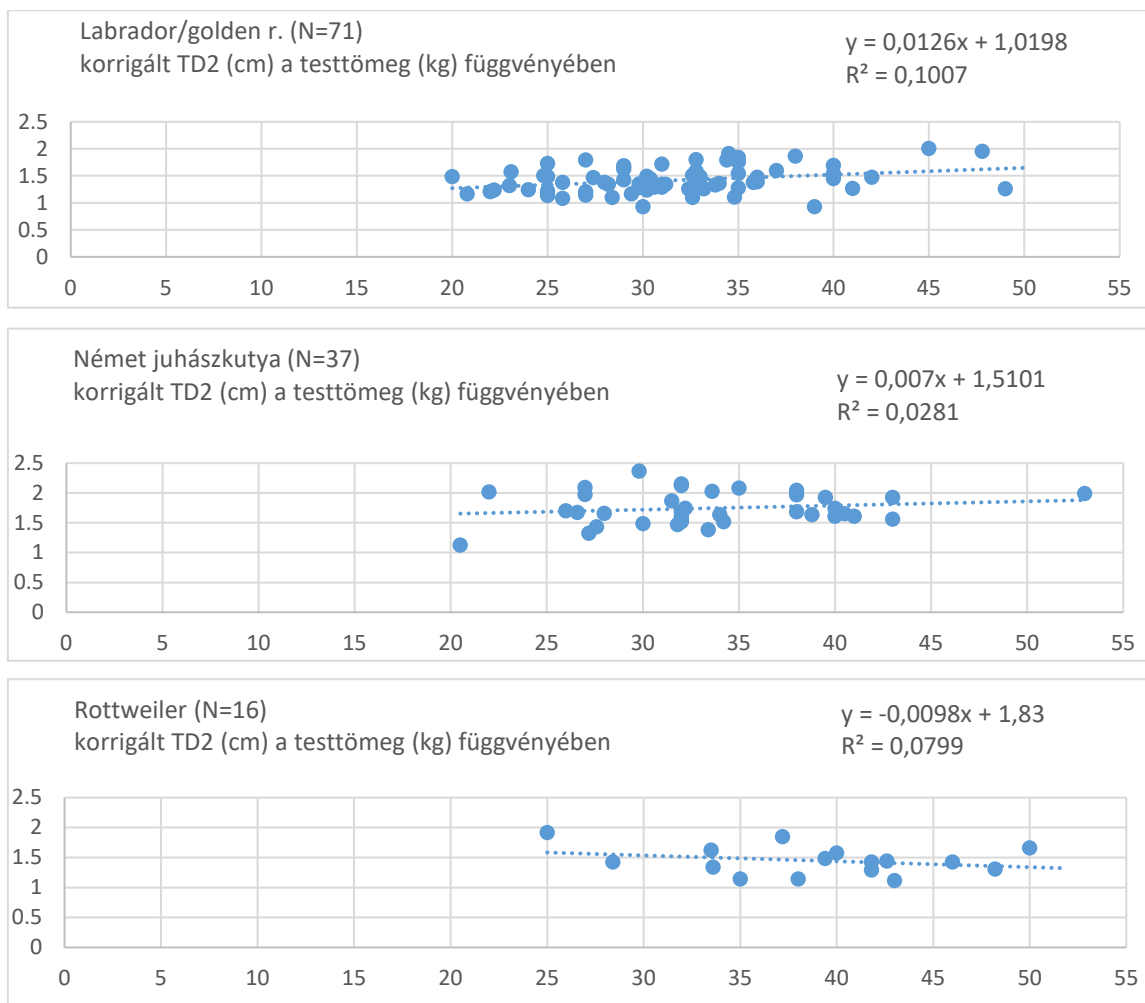


*folytatás a következő oldalon*





*folytatás a következő oldalon*



**15. összesített ábra.** A vizsgált csoportok testtömegének (x tengely, kg) és korrigált TD2 értékeinek (y tengely, cm) korrelációja, a lineáris trendvonalak egyenlete és  $R^2$  értéke, a csoportok átlagos testtömege szerint növekvő sorrendbe rendezve

A. bulldog N=9	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	2,00	13,20	5,44	1,16	1,01	14,29%
A. KVARTILIS	2,00	20,65	7,5	1,23	1,03	15,62%
MEDIÁN	6,50	29,30	7,66	1,24	1,05	16,13%
F. KVARTILIS	9,50	30,05	7,84	1,29	1,08	16,96%
MAX	13,00	33,20	8,15	1,54	1,40	21,22%
ÁTLAG	6,58	25,68	7,44	1,28	1,09	16,93%
SZÓRÁS	4,19	6,33	0,79	0,11	0,12	2,34%

*folytatás a következő oldalon*

Beagle N=32	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	10,00	4,92	1,06	0,96	16,74%
A. KVARTILIS	6,75	13,73	5,99	1,32	1,15	20,66%
MEDIÁN	9,50	16,50	6,35	1,45	1,24	22,89%
F. KVARTILIS	11,00	18,70	6,82	1,55	1,40	24,82%
MAX	14,00	26,50	8,04	1,77	1,61	27,15%
ÁTLAG	9,03	16,58	6,39	1,43	1,28	22,51%
SZÓRÁS	3,49	3,92	0,63	0,18	0,17	2,70%

Bichon havanese/ bolognese N=71	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	2,20	3,42	0,66	0,60	14,93%
A. KVARTILIS	8,00	4,70	4,33	0,86	0,78	18,44%
MEDIÁN	11,00	6,00	4,70	0,99	0,90	20,35%
F. KVARTILIS	12,50	7,50	5,18	1,12	1,02	24,01%
MAX	17,00	14,00	6,20	1,74	1,58	39,64%
ÁTLAG	10,24	6,38	4,72	1,01	0,92	21,60%
SZÓRÁS	3,55	2,35	0,61	0,21	0,19	4,61%

Boxer N=19	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	20,20	7,86	1,15	0,96	12,18%
A. KVARTILIS	5,50	27,40	8,67	1,40	1,17	14,97%
MEDIÁN	9,00	30,25	9,22	1,57	1,31	16,63%
F. KVARTILIS	10,00	33,50	9,71	1,78	1,48	19,29%
MAX	11,00	44,80	10,11	2,10	1,75	23,31%
ÁTLAG	7,64	30,51	9,15	1,58	1,32	17,30%
SZÓRÁS	3,00	5,43	0,68	0,27	0,22	3,22%

Csivava N=30	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	1,20	2,63	0,50	0,45	12,08%
A. KVARTILIS	7,00	2,30	3,29	0,64	0,59	17,91%
MEDIÁN	9,00	3,40	3,69	0,75	0,68	20,19%
F. KVARTILIS	11,00	5,00	4,38	0,86	0,78	22,82%
MAX	15,00	6,40	5,07	1,08	0,98	28,82%
ÁTLAG	8,39	3,63	3,76	0,76	0,69	20,47%
SZÓRÁS	3,73	1,53	0,62	0,15	0,14	3,92%

Francia bulldog N=44	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	7,00	5,02	0,57	0,52	10,50%
A. KVARTILIS	2,50	10,20	5,53	0,87	0,79	14,29%
MEDIÁN	6,00	11,20	5,89	0,97	0,88	17,01%
F. KVARTILIS	9,50	13,00	6,21	1,06	0,96	17,98%
MAX	13,00	16,60	7,71	1,37	1,25	22,73%
ÁTLAG	6,19	11,55	5,93	0,97	0,89	16,50%
SZÓRÁS	3,80	2,19	0,55	0,16	0,15	2,64%

*folytatás a következő oldalon*

Labrador/ golden retriever N=71	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	20,00	6,84	1,11	0,93	11,65%
A. KVARTILIS	7,00	28,00	7,98	1,51	1,26	18,04%
MEDIÁN	10,00	31,20	8,27	1,65	1,38	20,27%
F. KVARTILIS	12,00	35,00	8,78	1,85	1,54	23,06%
MAX	15,00	50,00	10,04	2,41	2,01	29,04%
ÁTLAG	9,01	32,14	8,32	1,70	1,42	20,55%
SZÓRÁS	3,70	6,46	0,65	0,29	0,24	3,51%

Magyar vizsla N=39	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	18,60	7,45	1,28	1,07	13,60%
A. KVARTILIS	7,00	22,35	7,95	1,41	1,19	16,81%
MEDIÁN	9,00	25,00	8,37	1,53	1,28	18,31%
F. KVARTILIS	12,00	28,55	8,86	1,69	1,41	20,30%
MAX	15,00	42,50	9,80	1,95	1,63	23,77%
ÁTLAG	8,95	25,99	8,44	1,56	1,30	18,54%
SZÓRÁS	3,75	4,94	0,64	0,17	0,14	2,43%

Mopsz N=17	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	5,00	3,99	0,40	0,36	8,88%
A. KVARTILIS	2,00	8,00	4,75	0,70	0,64	13,77%
MEDIÁN	6,00	9,80	5,12	0,88	0,80	16,71%
F. KVARTILIS	10,00	11,20	5,68	0,97	0,88	18,50%
MAX	13,00	13,30	6,48	1,05	0,95	22,74%
ÁTLAG	6,12	9,39	5,19	0,83	0,75	16,33%
SZÓRÁS	4,14	2,25	0,62	0,19	0,17	3,55%

Német juhászkutya N=37	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	20,50	8,33	1,35	1,13	15,84%
A. KVARTILIS	4,50	29,90	9,01	1,87	1,56	19,09%
MEDIÁN	8,00	32,20	9,59	2,02	1,68	20,30%
F. KVARTILIS	10,00	38,00	10,48	2,37	1,98	23,93%
MAX	15,00	53,00	11,95	2,84	2,37	29,77%
ÁTLAG	7,74	33,70	9,76	2,09	1,74	21,57%
SZÓRÁS	3,87	6,35	0,90	0,32	0,27	3,62%

Pekingi palotakutya N=13	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	6,00	3,80	4,26	0,84	0,76	14,12%
A. KVARTILIS	10,00	5,80	4,66	0,92	0,84	17,80%
MEDIÁN	11,00	6,50	5,23	0,99	0,90	20,54%
F. KVARTILIS	13,00	7,20	5,60	1,12	1,02	22,18%
MAX	14,00	10,00	6,02	1,41	1,28	26,06%
ÁTLAG	10,94	6,55	5,14	1,02	0,93	20,23%
SZÓRÁS	2,41	1,61	0,57	0,16	0,15	3,48%

*folytatás a következő oldalon*

Puli N=19	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	3,00	6,80	5,11	0,89	0,81	14,63%
A. KVARTILIS	9,00	9,60	5,92	1,04	0,94	17,36%
MEDIÁN	10,00	15,60	6,29	1,23	1,12	19,62%
F. KVARTILIS	12,00	17,00	6,76	1,43	1,27	21,64%
MAX	16,00	20,20	7,63	1,95	1,77	28,72%
ÁTLAG	10,10	14,06	6,34	1,28	1,15	20,00%
SZÓRÁS	3,03	4,57	0,64	0,31	0,28	3,52%

Rottweiler N=16	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	3,00	25,00	8,26	1,34	1,12	13,82%
A. KVARTILIS	6,25	35,55	8,78	1,57	1,30	16,06%
MEDIÁN	9,00	40,90	9,08	1,71	1,43	19,54%
F. KVARTILIS	9,00	45,25	9,74	1,91	1,59	20,98%
MAX	12,00	51,70	10,29	2,30	1,92	25,78%
ÁTLAG	7,89	40,21	9,24	1,74	1,45	18,89%
SZÓRÁS	2,54	7,34	0,61	0,28	0,24	3,34%

Staffordshire terrier N=19	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	21,00	7,17	1,28	1,07	15,44%
A. KVARTILIS	3,50	25,20	7,53	1,35	1,13	17,70%
MEDIÁN	8,00	28,00	8,02	1,57	1,30	20,74%
F. KVARTILIS	9,50	30,75	8,37	1,91	1,59	22,76%
MAX	13,00	50,00	9,60	2,23	1,86	25,51%
ÁTLAG	6,63	28,95	8,06	1,64	1,37	20,22%
SZÓRÁS	4,07	7,03	0,63	0,33	0,28	3,24%

Tacskó N=28	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	4,70	4,78	1,01	0,92	19,39%
A. KVARTILIS	5,50	8,40	5,33	1,21	1,10	21,14%
MEDIÁN	10,50	9,50	5,70	1,31	1,19	23,59%
F. KVARTILIS	13,00	10,85	6,00	1,49	1,35	25,71%
MAX	18,00	13,00	7,01	2,03	1,85	35,93%
ÁTLAG	9,43	9,43	5,69	1,36	1,24	23,98%
SZÓRÁS	4,90	1,98	0,50	0,22	0,20	3,56%

West highland white terrier N=58	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	2,00	5,80	4,08	0,73	0,67	14,32%
A. KVARTILIS	10,00	8,00	4,66	1,03	0,94	21,87%
MEDIÁN	13,00	9,20	4,97	1,23	1,11	24,91%
F. KVARTILIS	14,00	10,20	5,14	1,34	1,22	26,57%
MAX	19,00	12,40	5,79	1,57	1,43	30,71%
ÁTLAG	11,77	9,11	4,95	1,20	1,09	24,18%
SZÓRÁS	3,40	1,46	0,36	0,20	0,18	3,53%

*folytatás a következő oldalon*

Yorkshire terrier N=68	Kor (év)	Testtömeg (kg)	TI (cm)	TD2 (cm)	korr.TD2 (cm)	TD2/TI (%)
MIN	1,00	1,50	2,16	0,57	0,52	16,78%
A. KVARTILIS	7,00	2,98	3,19	0,77	0,70	21,09%
MEDIÁN	10,00	3,60	3,50	0,83	0,75	23,39%
F. KVARTILIS	11,25	4,60	3,98	0,93	0,85	26,39%
MAX	16,00	8,40	4,89	1,40	1,27	31,32%
ÁTLAG	8,98	3,91	3,56	0,86	0,78	23,77%
SZÓRÁS	3,39	1,42	0,53	0,15	0,13	3,41%

**7. összesített táblázat.** A vizsgált csoportok életkorának, testtömegének, TI, TD2, korrigált TD2 méreteinek és TD2/TI indexének leíró statisztikai értékei (min = minimum; a. kvartilis = alsó kvartilis; f. kvartilis = felső kvartilis; max = maximum)

#### 4.6 Javasolt tubusméret

Egy egyed esetében, a TD2 érték és a testtömeg ismeretében a következő lépésekkel jutunk el az optimális tubusméret meghatározásához (**16. ábra**). A légső – RTG-felvételen mért – limitáló belső átmérőjét (TD2) korrigáljuk a RTG-felvétel nagyításával. Korrigált TD2 = TD2/1,1 vagy TD2/1,2, a testtömegtől (<20kg vagy ≥20kg) függően. A korrigált TD2 értékből kivonjuk a mandzsetta által kitöltött tér optimális méretét (0,3 x korrigált TD2), így megkapjuk a tubus külső átmérőjét. OD = 0,7 x korrigált TD2. A cm-ben megkapott OD értéket mm-re váltjuk (x 10), mert az ID értéket mm-ben kell kifejezni. Az OD értékből kivonjuk a tubus falvastagságát, vagyis elvégezzük az OD – ID átváltást. ID = 0,7463 x OD + 0,0326). A fentieket összegezve az alábbi egyenletekkel számítható ki az optimális ID érték, melyet utólag a tubusok lépcsőzetes méretezésének megfelelően 0,5 közelítéssel (4; 4,5; 5 stb.) kerekítenünk kell:

$$ID_{<20\text{kg (mm)}} = 0,4749 \times TD2_{(\text{mm})} + 0,0326$$

$$ID_{\geq 20\text{kg (mm)}} = 0,4353 \times TD2_{(\text{mm})} + 0,0326$$

A gyakorlatban a fenti egyenleteket egyszerűsíthetjük (a kis értékű hozzáadott állandót elhagyhatjuk):

$$ID_{<20\text{kg (mm)}} \approx TD2_{(\text{mm})} / 2,1$$

$$ID_{\geq 20\text{kg (mm)}} \approx TD2_{(\text{mm})} / 2,3$$

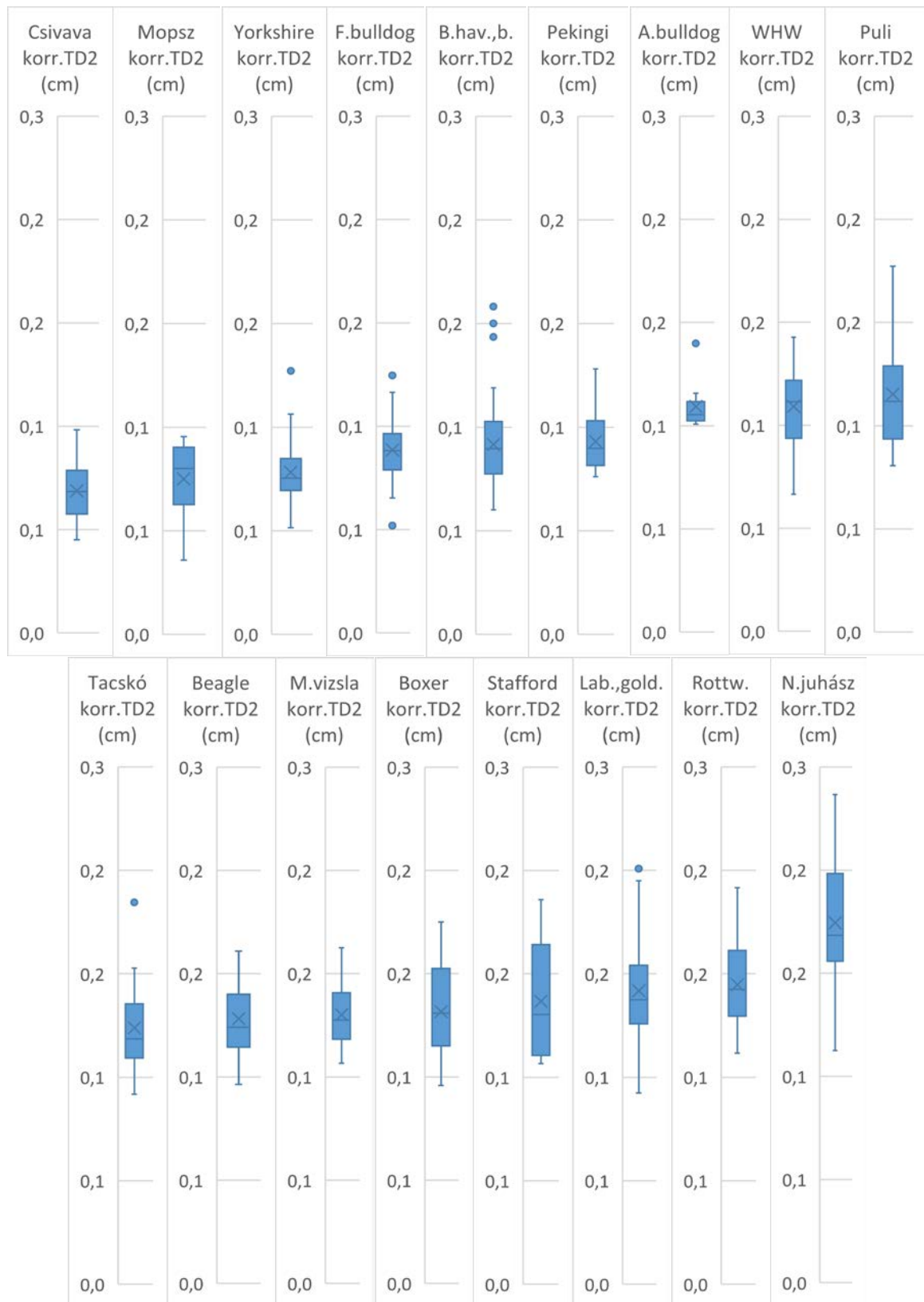


**16. ábra.** Az intubált légcső hosszmetzeti ábráján a nagyítással korrigált TD2 (a légcső valós belső átmérője a mellkasbejáratban), az OD (a légcsőtubus külső átmérője) és ID (a légcsőtubus belső átmérője) értékek viszonya, illetve az optimális mandzsettaméret látható.

Olyan esetben, amikor az egyed TD2 vagy korrigált TD2 értéke nem ismert, a fajtájára vonatkozó leíró statisztikai adatokból – az előbb részletezett módon – számíthatjuk ki a javasolt ID értéket, illetve ID mérettartományokat. A TD2 értékek normális eloszlást mutatnak, ezért a javasolt tubusméretet átlag, átlag  $\pm$ SD, átlag  $\pm$ 2SD (a minimum- és maximumértékek között), továbbá minimum–maximum formában adjuk meg. Az átlag  $\pm$ SD tartomány konfidencia-intervalluma 68,26%, az átlag  $\pm$ 2SD tartomány konfidencia-intervalluma pedig 95,44% (8. táblázat). A csoportok valós, limitáló légcsőátmérőit (korrigált TD2 értékeit), azok eloszlását és a csoportok közötti eltéréseket boxplot diagramon is ábrázoltuk (17. ábra).

Csoportok	ID átlag	ID átlag $\pm$ SD	ID átlag $\pm$ 2SD	ID min-max
Csivava	3,5	3,0-4,5	2,5-5,0	2,5-5,0
Mopsz	4,0	3,0-5,0	2,0-5,0	2,0-5,0
Yorkshire terrier	4,0	3,5-5,5	2,5-5,5	2,5-6,5
Francia bulldog	4,5	4,0-5,5	3,0-6,0	2,5-6,5
Bichon havanese és bolognese	5,0	4,0-6,0	3,0-7,0	3,0-8,5
Pekingi palotakutya	5,0	4,0-5,5	4,0-6,5	4,0-6,5
Angol bulldog	5,5	5,5-6,5	5,5-7,0	5,5-7,5
West highland white terrier	5,5	5,0-6,5	4,0-7,5	3,5-7,5
Puli	6,0	4,5-7,5	4,0-9,0	4,0-9,5
Tacskó	6,5	5,5-7,5	5,0-8,5	5,0-9,5
Beagle	6,5	6,0-7,5	5,0-8,5	5,0-8,5
Magyar vizsla	7,0	6,0-7,5	5,5-8,5	5,5-8,5
Boxer	7,0	5,5-8,0	5,0-9,0	5,0-9,0
Staffordshire terrier	7,0	5,5-8,5	5,5-9,5	5,5-9,5
Labrador/golden retriever	7,5	6,0-8,5	5,0-10,0	5,0-10,5
Rottweiler	7,5	6,5-9,0	5,0-10,0	6,0-10,0
Német juhászkutya	9,0	7,5-10,5	6,5-12,0	6,0-12,5

**8. táblázat.** A vizsgált csoportok számára javasolt tubusméretek



**17. ábra.** A csoportok korrigált TD2 értékeinek ábrázolása boxplot diagramon az átlagérték (cm) szerint növekvő sorrendben (F.bulldog = Francia bulldog; B.hav.,b. = Bichon havanese/bolognese; A.bulldog = Angol bulldog; WHW = West highland white terrier; M.vizsla = Magyar vizsla; Lab.,gold. = Labrador/Golden retriever; Rottw. = Rottweiler; N.juhász = Német juhászkutya)



#### **4.7 Klinikai értékelés**

Az ÁTE Kisállatklinikáján 2019. szeptemberében megkezdtuk és hosszú távon folytatjuk a számításaink alapján javasolt tubusméretek értékelését a klinikai beteganyagon. A projekt végén a tapasztalatokról a Magyar Állatorvosok Lapjában számolunk be.

### **5 MEGBESZÉLÉS**

A vizsgálathoz olyan fajtákat választottunk ki, amelyek megfelelően reprezentálják a klinikai beteganyagot, illetve a légcsőproblémákkal terhelt populációt. Az ÁTE RTG-archívumának digitális adatbázisában (2013-2019.) a kiválasztott 17 csoport minden egyes 1 évnél idősebb egyedének GLM és M felvételét áttekintettünk. A vizsgálatunk retrospektív jellegének előnye volt, hogy nagy esetszámot tudunk elemezni, a nagyobb esetszám pedig pontosabb következtetések levonását teszi lehetővé. A felvételek készítési dátuma alapján látható, hogy a vizsgált populáció egyedeinek túlnyomó része ma is él, így az eredményeink a jelenkori viszonyokat tükrözik. A retrospektív adatgyűjtés limitációjaként említhető azonban, hogy a vizsgált adatbázis helyenként hiányos volt (testtömeg, ivar, RTG felvétel indikációja), illetve nem tartalmazott olyan adatokat, amelyek egy prospektív vizsgálat során rögzítésre kerültek volna (pl. a páciensek kondíciópontja, marmagassága, mellkaskörmérete, mellkasszélessége).

Kutatásunk célja volt a trachea legszűkebb belső átmérőjének – mely a tubushasználat szempontjából korlátozónak minősül – lokalizációja a kiválasztott csoportokban, a három referenciaponton történt méréseink alapján. A TD1, a TD2 és a TD3 értékek viszonyát R (v3.6.1) programban Student-féle páros t-próbákkal értékeltem ( $p < 0,05$ ). Azokban az esetekben, ahol a t-próba feltételei nem teljesültek, Wilcoxon-féle párosított próbát alkalmaztam. A TD2 szignifikánsan kisebb volt a TD1 és a TD3 értéknél beagle, bichon havanese/bolognese, boxer, csivava, francia bulldog, labrador/golden retriever, magyar vizsla, rottweiler, staffordshire terrier, tacsó, west highland white terrier és yorkshire terrier esetében. A mopsz, a pekingi palotakutya és a puli esetében a TD2 és a TD3 nem mutatott szignifikáns eltérést, de a TD2 szignifikánsan kisebb volt a TD1-nél; a német juhászkutyánál a TD1 és a TD3 nem mutatott szignifikáns eltérést, de a TD2 szignifikánsan kisebb volt a TD1-nél és a TD3-nál. Angol bulldog esetében a 3 érték nem mutatott szignifikáns különbséget. Ezekből az eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a vizsgált csoportokban egységesen a TD2, azaz a mellkasbejárati tracheaátmérő tekinthető korlátozó értéknek a tubusválasztás szempontjából. A szakirodalomban csak néhány fajta jellemző TD értéke van dokumentálva, így az eredményeink és leíró statisztikai

adataink új információértékekkel bírnak. Megjegyezzük, hogy a dorsoventralis és ventrodorsalis beállítások a szummáció miatt a legtöbb esetben nem teszik lehetővé a trachea átmérőjének pontos meghatározását, ezért a méréseink a radiológiai gyakorlatnak megfelelően a laterolaterális felvételekre korlátozódtak.

Célunk a beteganyag teljes keresztmetszetének vizsgálata volt, így a fajtasztenderdekben megjelölt testtömeghatárokon belül és kívül eső egyedek TD/TI indexét nem csak külön-külön, hanem együttesen is vizsgáltuk. A vizsgált fajták sztenderd csoportlétszáma a teljes fajtalétszámhoz viszonyítva nagy varianciát mutatott. Egyes fajtáknál csak néhány, vagy egyetlen egyed sem tartozott testtömege alapján a sztenderdbe (testtömegük jellemzően magasabb volt).

Ingman és munkatársai szerint a TD és TI mérésének intra- és interobszerver hibája magas, ezért a módszer diagnosztikai értéke kérdéses. Továbbá egy megfelelő tágasságú légcső szűk mellkasbejárati átmérő mellett magas, tág mellkasbejárati átmérő esetén pedig alacsony indexet eredményezhet. Más értékelő módszerek (pl. TT/3R) pontossága méginkább alacsony, ezért tudott a TD/TI index használata elterjedni.<sup>4,11,13</sup> A szakirodalmi adatok szerint a TD/TI index élettani értéke nem brachycephal kutyákban  $20\pm 3\%$ , brachycephal kutyákban pedig  $16\pm 3\%$ . Külön csoportot képeznek az angol bulldogok, esetükben a  $13\pm 4\%$  még elfogadottnak minősül. A meghatározott érték alatti TD/TI index trachea hypoplasia fennállását igazolja.<sup>27</sup> A vizsgált csoportjaink indexei a referenciatartományokon belül helyezkedtek.

A teljes beteganyagot a csoportok GLM és M felvételei együttesen reprezentálják, így a két adathalmazt összevontan is vizsgáltuk, azonban a GLM felvételek arányának meghatározásával egy bizonyos sorrendet is képeztünk a csoportok között. A GLM röntgenvizsgálatra érkező betegek túlnyomó többsége gége-légcső anomália gyanúja miatt kerül vizsgálatra, a mellkasi röntgenvizsgálat háttérében viszont számos indikáció áll. Ennek megfelelően a brachycephal kutyák (mopsz, pekingi palotakutya, francia bulldog és boxer), továbbá a kistestű ölebek (csivava, yorkshire terrier, west highland white terrier és a bichon havanese/bolognese) rendelkeztek a legmagasabb GLM aránnyal. Az előbbieknél döntő többségben trachea hypoplasia, az utóbbiaknál pedig trachea collapsus fordult elő.

A radiológusok a trachea méreteinek megállapításakor általánosan 1,1-szeres nagyítással szoktak számolni, azonban vizsgálataink alapján a közepes és nagy testű kutyák esetén pontosabb közelítést ad az 1,2-szeres szorzó használata. Emiatt 20 kg-os testtömeg

alatt 1,1-szeres, 20 kg-os testtömegetől pedig 1,2-szeres szorzóval számoltuk a korrigált TD2 értéket. A páciensek mellkasszélességének ismerete a 4.3 fejezetben leírtak szerint ennél differenciáltabb korrekciót tesz lehetővé.

Lim és munkatársai szerint a trachea dimenziói és lefutása, illetve a kutya mérete és fajtája között nincs szoros összefüggés.<sup>17</sup> Vizsgálataink részben hasonló eredménnyel zárultak. Eredményeink alapján a csoportokban – az angol bulldog és a rottweiler kivételével – pozitív korreláció volt a testtömeg és a TD2 érték között, azonban az alacsony  $R^2$  értékek alapján megállapítható, hogy a testtömeg nem megfelelően erős előjelzője a TD2 értéknek. A testtömeg alapján kalkulált tubusméret yorkshire terriereknél 38,67%, bulldogoknál 37,65%, puliknál 34,41%, a többi csoport egyedeinél pedig még alacsonyabb arányban lesz biztosan megfelelő. Ezek alapján nem mondható ki az, hogy egy csoporton belül egy nagyobb testtömegű betegnek biztosan nagyobb, egy kisebb testtömegű betegnek pedig biztosan kisebb átmérőjű tubus lesz az optimális. Azonban nem zárható ki az sem, hogy egy – az egyedek marmagasságának, kondíciópontjának és egyéb paramétereinek bevonásával elvégzett, nagy esetszámot felölelő – prospektív vizsgálat más eredményre vezethet.

Egy egyed TD2 értékéből a RTG-nagyítás, az optimális mandzsettaméret és az OD–ID értékek összefüggésének ismeretében pontosan kiszámíthatjuk az optimális tubusméretet (ID). Egy populáció esetén a populációra jellemző TD2 értékből hasonló módon lehet kalkulálni a populációra jellemző ID átlagot, illetve a különböző konfidencia-intervallumú ID értéktartományokat. A szűkebb, átlag  $\pm$ SD értéktartomány 68,26%-os valószínűséggel, a tágabb, átlag  $\pm$ 2SD értéktartomány pedig 95,44%-os valószínűséggel tartalmazza az egyed számára optimális ID méretet. Egyes fajtáknál széles határok között változik a fajtaegyedek számára optimális tubusméret. Ilyen esetekben törekedni kell az egyed TD2 értékének megmérésére, mert a TD2 érték ismeretében kiválasztott tubusméret jelentősen növeli az anesztézia biztonságát. Keverék kutyánál, ismeretlen TD2 érték esetén, a leginkább hasonló anatómiai felépítésű csoport adatait javasolt alapul venni.

Ha a légcsövet külső térfoglaló folyamat komprimálja vagy a felső légutak lumenét belső térszűkítő folyamat szűkíti (például daganatos elváltozások), képalkotó eljárás szükséges az optimális tubusméret meghatározásához. Ha az egyed legszűkebb tracheaátmérője nem ismert, és a beavatkozás akut jellege ennek azonnali megállapítását nem teszi lehetővé, a kalkuláltnál kisebb méretű tubus választása szükséges.

Meg kell említenünk a vizsgálati módszerek és az eredmények további limitációit is. Az eredmények a jelenkori magyarországi beteganyag adataira épülnek. A vizsgált fajtákra korábbi vagy későbbi évtizedekben vagy más földrajzi területeken más paraméterek lehetnek jellemzőek.

A TD és TI távolságmérések hibájának minimalizálásához elengedhetetlen a RTG-felvétel nagy felbontása, magas minősége és sztenderd referenciapontok alkalmazása. Véleményünk szerint a szakirodalomban publikált eredmények eltéréseinek fő forrása a sztenderd referenciapontok nem megfelelően pontos használata vagy eltérő referenciapontok definiálása. Egyes klinikákon a TI értéket az első thoracalis csigolya cranioventralis pontjától a sternum craniodorsalis pontjáig húzott szakasz hosszaként definiálják (az ÁTE Kisállatklínikáján is ezt a módszert alkalmazzuk), más szerzők a TI szakasz dorsalis végpontjának az első hátcsigolya ventralis sziluettjének és az első borda hossz tengelyének metszéspontját, ventralis végpontjának pedig a szegycsont manubriumának dorsalis peremén, a legvékonyabb átmérőnél kijelölt pontot tekintik.<sup>11,24</sup>

A tracheacollapsusos betegeknél mért TD2 érték kisebb lehet a valóságos átmérőnél.

Számításainknál az ÁTE RTG-készülékének nagyítását vettük figyelembe. Más RTG-készülék nagyítása ettől kismértékben eltérő lehet. Leginkább a fókusz és szenzor, illetve az asztallap és szenzor távolságának eltérése miatt.

A szigorú állatvédelmi előírásoknak megfelelően az optimális mandzsettaméret meghatározását csak kísérleti beagle kutyákon végezték el, és a szakirodalomban ezek az adatok állnak rendelkezésre.<sup>29</sup> Valószínűsíthető, de statisztikai módszerekkel nem igazolt, hogy ezek az eredmények nagy pontossággal alkalmazhatók kisebb és nagyobb légcsőátmérők esetén is.

Az OD és ID méretek átváltását az ÁTE Kisállatklínikáján használt tubustípus adatai szerint végeztük. Más típusú vagy gyártmányú tubusok OD/ID aránya ettől kis mértékben eltérő lehet. Ezt az ID méret számításánál figyelembe kell venni.

A klinikai beteganyag nagyobb részét nem fajtatiszta, hanem keverék kutyák képezik, és az anatómiai felépítésükről nem tartalmaz adatokat a betegnyilvántartó rendszer. Esetükben – a megjelenésük sokszínűsége miatt – statisztikai következtetések levonása nem lehetséges. További kutatási terület lehet azonban a különböző fajták prospektív vizsgálata és a fiatal, növekedésben levő, fajtatiszta egyedek légcsőparamétereinek értékelése az életkor függvényében.

## 6 ÖSSZEFOGLALÁS

Munkám célja a légcső átmérőjének vizsgálata és a légcsőtubus optimális méretének meghatározása kutyákban.

A projekt első, retrospektív részében a Magyarországon gyakori, illetve egyéb, légsőproblémákkal terhelt fajták és fajtacsoportok (N=17) RTG-felvételeit (2013-2019.) elemeztem az Állatorvostudományi Egyetem digitális röntgenarchívumában. A kiválasztott csoportok 1 évnél idősebb egyedeinek (N=590) sztenderd beállítású laterolaterális RTG-felvételein megmértem a mellkasbejárat átmérőjét, és három referenciaponton a légcső hossz tengelyre merőleges belső átmérőjét. A páciensek alapadataiból és a mért értékekből egy adatbázist hoztam létre.

Minden csoportban a mellkasbejáratú légcsőátmérő bizonyult legkisebbnek, azaz a légcsőtubus mérete szempontjából limitálónak ( $p < 0,05$ ). Megállapítottam és leírtam a vizsgált csoportok TD/TI indexét (a légcső belső átmérője a mellkasbejáratban / a mellkasbejárat átmérője  $\times 100$ ), amely a fiziológiás és patológiás légcsőtágasságok elkülönítéséhez leggyakrabban használt arányszám. Ezzel bővítettem a szakirodalomban elérhető adatokat és a fajták körét.

Az optimális méretű légcsőtubus alkalmazása az anesztézia rizikóját csökkenti, de a szakirodalomban nem található objektív adatok a méretválasztáshoz. Nem találtunk szignifikáns összefüggést a páciensek testtömege és légcsőátmérője között, azonban kidolgoztunk egy módszert, amellyel meghatározható az optimális tubusméret, illetve mérettartomány. Az egyedek RTG-felvételein mért limitáló légcsőátmérőket korrigáltuk a RTG-vizsgálat során létrejövő nagyítással. Kistestű kutyáknál az általánosan alkalmazott, 1,1-szeres korrekciós faktort használtuk, közepes- és nagytestű kutyáknál viszont pontosabbnak találtuk az 1,2-szeres korrekciós faktor használatát. Szakirodalmi adatokra támaszkodva azt az állapotot tekintettük optimálisnak, amikor a légcső belső átmérőjének 70%-át a tubus, fennmaradó 30%-át pedig a mandzsetta töltötte ki. Az optimális tubusméretet (ID) úgy számítottuk ki, hogy a légcső RTG-nagyítással korrigált, limitáló belső átmérőjéből kivontuk a mandzsetta által kitöltött optimális tér méretét, majd a tubus falának vastagságát, és ezt az értéket a tubusok lépcsőzetes méretezésének megfelelően 0,5 közelítéssel kerekítettük.

A vizsgált csoportok egyedeiben akkor is meghatározható egy optimális mérettartomány, ha a limitáló légcsőátmérő nem ismert. Ilyenkor a fenti módszerrel a

csoportra jellemző leíró statisztikai adatokkal (átlag, átlag  $\pm$ SD, átlag  $\pm$ 2SD, minimum-maximum értékekkel) számolunk. 2019. szeptemberében megkezdtük a projekt prospektív részét, a fajták szerint kalkulált tubuszméreték hosszú távú értékelését az Állatorvostudományi Egyetem klinikai beteganyagán. A tapasztalatokról a vizsgálati periódus végén a Magyar Állatorvosok Lapjában számolunk be.

## **7 SUMMARY**

The aim of our study was to examine tracheal diameters and establish optimal endotracheal tube sizes in dogs.

In the first, retrospective period, we evaluated radiographs of breeds common in Hungary and breed groups known to have tracheal disorders (n=17) in the digital radiography archives (2013 to 2019) of the University of Veterinary Medicine Budapest. In the appointed study groups standard laterolateral radiographs of dogs older than one year of age (n=590) were viewed. Thoracic inlet and tracheal luminal diameters were taken at three different reference points. Patient data (signalment and values measured) were summarised in a data base.

In all patient groups studied, thoracic inlet tracheal diameters were the smallest thus being the limiting factor in endotracheal tube selection ( $p < 0.05$ ). TD/TI indexes (considered the most commonly used formula to differentiate normal and hypoplastic tracheae) of all study groups were taken and described, thereby contributing to the literature available on the topic.

An optimal choice of the endotracheal tube used is a factor reducing anaesthetic risk. However, no objective recommendations for tube size exist in the literature. In the present work, no significant correlation was found between body weight and tracheal sizes. Therefore we have developed a method to assist correct tube size selection. Limiting tracheal diameters (as based on the reference points) were modified to neutralise radiographic magnification. A corrective coefficient of 1.1 was used in small breed patients, but a coefficient of 1.2 was found to be more precise for medium and large breeds. According to literature sources, optimal tube size in situ is described as the tube and the cuff accounting for 70% and 30% of the tracheal lumen diameter, respectively. Optimal tube sizes were calculated as the magnification corrected limiting luminal diameter of the trachea minus the

optimal space occupied by the cuff and the tube wall diameter. The result was rounded up or down to fit actual available tube sizes (in increments of 0.5mm).

An optimal tube size may be selected for any patient in the study group, even without the knowledge of the limiting tracheal diameter by applying descriptive statistic data (mean, mean  $\pm$ SD, mean  $\pm$ 2SD or minimum-maximum values) presented in the study. The prospective period of the study (long term evaluation of tube sizes adjusted to specific breeds) at the Clinic of University of Veterinary Medicine Budapest has begun in september 2019. Results are planned to be published in the Hungarian Veterinary Journal after the conclusion of the study.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. ARANY-TÓTH, A.: *A kisállatok röntgenvizsgálatának alapjai*. Budapest, 2015. 69-71.
2. BEDFORD, P. G.: Tracheal hypoplasia in the English bulldog. *Veterinary Record*, 1982. 111(3) 58-59.
3. BISHOP, M. J.: Mechanisms of laryngotracheal injury following prolonged tracheal intubation. *Chest*, 1989. 96(1) 185-186.
4. COYNE, B. E. - FINGLAND, R. B.: Hypoplasia of the trachea in dogs: 103 cases (1974-1990). *J Am Vet Med Assoc.*, 1992. 201(5) 768-772.
5. DE, S. - DE, S.: Post intubation tracheal stenosis. *Indian J Crit Care Med.*, 2008. 12(4) 194-197.
6. DORSCH, J. A. - DORSCH, S. E.: *Understanding anesthesia equipment. 5th ed.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. chapter 19.
7. DUKE-NOVAKOVSKI, T. – DE VRIES, M. – SEYMOUR, C. (szerk.): *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia, 3rd. ed.*, BSAVA, 2016. 66-68.
8. *FCI - Federation Cynologique Internationale*: <http://www.fci.be/en/> (2019. szeptember)
9. FEHÉR, GY.: *A háziállatok funkcionális anatómiája II*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 2000. 137-157.
10. GRIMM, K. A. - LAMONT, L. A. (szerk.): *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones*. Wiley-Blackwell, 2015. 23-38.
11. HARVEY, C. E. - FINK, E. A.: Tracheal diameter: Analysis of radiographic measurements in brachycephalic and nonbrachycephalic dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 1982. 18. 570-576.
12. HWANG, J. Y. - PARK, S-H. et al.: The effect of tracheal tube size on air leak around the cuffs. *Korean J. Anesthesiol.*, 2011. 61(1) 24-29.
13. INGMAN, J. - NÄSLUND, V. – HANSSON, K.: Comparison between tracheal ratio methods used by three observers at three occasions in English Bulldogs. *Acta Veterinaria Scandinavica* volume, 2014 56(1) Article nr. 79
14. JOHNSON, L. R. - POLLARD, R. E.: Tracheal Collapse and Bronchomalacia in Dogs: 58 Cases. *Journal of veterinary internal medicine*, 2010. 24(2) 298-305.
15. JONES, M. W. – CATLING, S. et al.: Hoarseness after tracheal intubation. *Journal of the Association of Anaesthetists*, 1992. 47(3) 213-216.
16. KARA, M.E. – TURAN, E. et al.: Computed tomographic assessment of the trachea in the German shepherd dog. *Annals of anatomy*, 2004. 186(4) 317-321.



17. LIM, S. - JEONG, J. et al.: Computed tomographic features of tracheal shapes and dimensions in awake dogs. *Veterinarni Medicina*, 2018. 63(3) 131-136.
18. LISH, J. – KO, J. C. – PAYTON, M. E.: Evaluation of Two Methods of Endotracheal Tube Selection in Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 2008. 44(5) 236-242.
19. MEOLA, S. D.: Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics in Companion Animal Medicine*, 2013. 28(3) 91-96.
20. MOSLEY, C. A.: Anesthesia equipment. In: Grimm, K. A., Lamont, L. A., Tranquilli, W. J., Greene and S. A., Robertson, S. A. (szerk.): *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones*. 2015. 23-27.
21. ROACH, W. - KRAHWINKEL, D. J.: Obstructive Lesions and Traumatic Injuries of the Canine and Feline Tracheas. *Compendium: Continuing Education for Veterinarians*, 2009. 31(2) E6
22. RUTHERFORD, L. – BEEVER, L. et al.: Assessment of computed tomography derived cricoid cartilage and tracheal dimensions to evaluate degree of cricoid narrowing in brachycephalic dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2017. 58(6) 634-646.
23. *Safe-seal endo tube*: <http://safe-seal.net/> (2019. szeptember)
24. SCHWARZ, T. – JOHNSON, V. (szerk.): *BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging*, 2008. 213-214.
25. SU, Z. – LI, S. et al.: A canine model of tracheal stenosis induced by cuffed endotracheal intubation. *Sci Rep*. 2017. 7:45357
26. TAPPIN, S. W.: Canine tracheal collapse. *Journal of small animal practice*, 2016. 57(1) 9-17.
27. THRALL, D. E.: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology, 7th ed.* Saunders. 2018. 583-595.
28. WARNE, L. N. – BAUQUIER, S. H. et al.: Standards of Care Anaesthesia guidelines for dogs and cats. . *Australian veterinary journal*, 2018.96(11) 413-427.
29. WON SHIN, C. – SON, W. G. et al.: Selection of appropriate endotracheal tube size using thoracic radiography in Beagle dogs. *Veterinary anaesthesia and analgesia* 2018. 45(1) 13-21.

# KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik munkájukkal, tanácsaikkal és szaktudásukkal segítették a dolgozatom elkészítését:

Dr. Dunay Miklós Pálnak fáradhatatlan témavezetői munkájáért;

Dr. Arany-Tóth Attilának, Dr. Molnár Péternek és az ÁTE Radiológiai Osztály asszisztenseinek a retrospektív adatgyűjtés során nyújtott segítségükért;

Dr. Psáder Rolandnak, hogy lehetővé tette a markerezett mérőeszköz használatát a RTG-kép nagyításának vizsgálatához;

Fábiánné Bajcsay Ibolyának a statisztikai értékeléshez nyújtott segítségéért;

a Sebészeti Klinika összes aneszteziológus állatorvosának és műtősasszisztensének a prospektív vizsgálatban való együttműködésükért.

## NYILATKOZAT

Alulírott .....STEINER FLÓRA..... nyilatkozom, hogy diplomamunkám,  
melynek címe ... A LEGCSÖTUBUS OPTIMÁLIS MÉRETEINEK MEGHATÁROZÁSA.....  
KUTYÁKBAN.....  
tartalmi és formai szempontból teljes mértékben megegyezik azonos című, a .....2019..... évi  
TDK konferencián szerepelt dolgozatommal.

Budapest, 2020 ..november 13......

STEINER FLÓRA Szűcs Eszter

a hallgató neve és aláírása

## KONZULENSI ELLENJEGYZÉS

Alulírott DR. DUNAY MIKLÓS PÁL..... Igazolom, hogy

STEINER FLÓRA..... (a hallgató neve)

A LEGCSÖTUBUS OPTIMÁLIS MÉRTELEK MEGHATÁROZÁSA KUTYA'KBAN

című diplomamunkát ismerem, azt beadásra és védésre alkalmasnak tartom.

Budapest, 2020. november 13......

DR. DUNAY MIKLÓS PÁL 

a témavezető neve és aláírása

SEBÉSZETI ÉS SZEMÉRETI.....

TANSZÉK ÉS KLINIKA.....

tanszék

HuVetA  
ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

Név: STEINER FLÓRA  
Elérhetőség (e-mail cím): steflor27@gmail.com  
A feltöltendő mű címe: A LEGCSÖTÜBÖS OPTIMÁHS MÉRETÉNEK  
MEGHATÁROZÁSA KUTYÁKBAN  
A mű megjelenési adatai: ATE TDK dolgozat 2019. ; EFOP-3.6.3.-VEKOP-16-2017-00005  
Az átadott fájlok száma: 1

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Budapest, 201<sup>0</sup> . év november . hó ...13...nap

Steiny Rézsa

aláírás  
szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

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

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

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