

## Selection of appropriate endotracheal tube size in dogs

M. P. Dunay<sup>1\*</sup>  
F. Steiner<sup>2</sup>

1. Állatorvostudományi Egyetem,  
Sebészeti és Szemészeti  
Tanszék és Klinika  
H-1078 Budapest, István u. 2.

\* e-mail: [dunay.miklos.pal@univet.hu](mailto:dunay.miklos.pal@univet.hu)

2. Állatorvostudományi Egyetem,  
hallgató

# A légcsőtubus optimális méretének meghatározása kutyákban

Dunay Miklós Pál<sup>1\*</sup>, Steiner Flóra<sup>2</sup>

## ÖSSZEFOGLALÁS

A megfelelő méretű légcsőtubus az altatás biztonságát növeli, de a szakirodalomban nem található egyértelmű számadatok a méretválasztáshoz. A szerzők ezért 590 kutya légcsőparamétereit elemezték, leírtak egy módszert és egy hozzá társuló algoritmust, amellyel meghatározható az optimális tubusátmérő. A légcső – röntgenfelvételen mért és a felvétel nagyításával korrigált – legrövidebb belső átmérőjéből kivonták a mandzsetta által kitöltött optimális tér méretét, ami a légcső átmérőjének 30%-a, majd a tubus falának vastagságát, és ezt az értéket a tubusok lépcsőzetes méretezésének megfelelően kerekítették. Azokban az esetekben, amikor a páciens mellkasáról műtét előtti RTG-felvétel készül, az algoritmus segítségével pontosan kiszámítható az optimális tubusméret. Azokban a sürgősségi esetekben, amikor nem áll rendelkezésre mellkasi RTG-felvétel, a módszer segítségével a beteg fajtájára, fajtacsoportjára jellemző leíró statisztikai adatokból állapítható meg az optimális mérettartomány.

## SUMMARY

**Background:** An optimal choice of the endotracheal tube used is a factor reducing the anaesthetic risk. However, no objective recommendations for tube size exist in the literature.

**Objectives:** The aim of the study was to examine tracheal diameters and establish optimal endotracheal tube sizes in dogs.

**Materials and Methods:** The authors 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 latero-lateral radiographs of dogs older than one year of age ( $n = 590$ ) were viewed. Tracheal luminal diameters were taken at three different reference points. Patient data (signalmen and values measured) were summarised in a database.

**Results and Discussion:** In all patient groups studied, thoracic inlet tracheal diameters were the smallest ( $p < 0.05$ ) thus being the limiting factor in endotracheal tube selection.

In the present work, no significant correlation was found between body weight and tracheal size. Therefore, they 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.

An optimal tube size range 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.

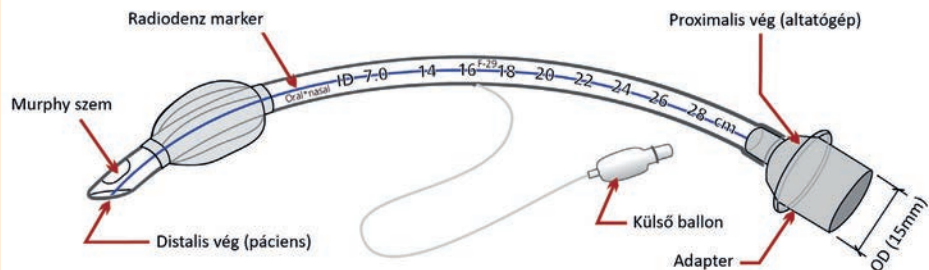
A kutyák intubálásához humángyógyászati és kisállatgyógyászati célra gyártott légcsőtubusok egyaránt megfelelőek. A humángyógyászati tubusok falán jelölik a gyártó nevét, a tubus belső és esetenként külső átmérőjét mm-ben (ID: Inner Diameter; OD: Outer Diameter), a hosszát cm-ben, ill. a szöveti toxicitásra vonatkozó esetleges további adatokat (1. ábra) (6).

**A kutyák intubálásához humán- és kisállatgyógyászati célra gyártott légcsőtubusok is megfelelőek**

**1. ÁBRA.** Az ET tubusok általános felépítése

(Veterinary Anesthesia and Analgesia: The 5th Edition of Lumb and Jones, 2015., 25. old.)

**FIGURE 1.** Design features of endotracheal tubes (Veterinary Anesthesia and Analgesia: The 5th Edition of Lumb and Jones, 2015, p25)



**A légcsőtubusok méretezése szabványosan a belső átmérő szerint történik**

Az ET- (endotrachealis) tubusok méretezése szabványosan 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 jelent, 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) mértékegységben történik, ami a mm-ben kifejezett külső átmérő háromszorosa ( $Fr = 3 \times OD$ ).

**Az állatgyógyászatban a légcsőtubusokat – tisztítás és fertőtlenítés után – többször felhasználják**

Az ET-tubusok anyaga PVC (polivinil-klorid), szilikon vagy 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 lumenükben. Ennek azért van kiemelt jelentősége, mert a humángyógyászati gyakorlattól eltérően az állatgyógyászatban a légcsőtubusokat – mechanikai tisztítás és fertőtlenítés után – többször felhasználjuk.

**A tubus proximalis vége az állat orrtükrénél/metszőfogainál, a distalis vég pedig a vállízület magasságában helyezkedjen**

Az ET-tubusok proximalis csatlakozója standard méretű (OD: 15 mm), így azok könnyen párosíthatók bármely szabványos altató-lélegeztető rendszerrel. A tubus méretét úgy kell megválasztani, hogy megfelelően nagy légáteresztő kapacitású (belső átmérőjű), de a páciens légcsövébe akadálymentesen levelezhető legyen. A proximalis vég az állat orrtükrénél/metszőfogainál helyezkedjen, a distalis vég pedig a vállízület magasságában, hogy ne érje el a légcső elágazódását.

A Murphy-típusú tubusok distalis végéhez közel található egy oldalablak, az ún. Murphy-szem, amely a distalis vég véletlenszerű elzáródása esetén biztosítja a légáramlás folytonosságát.

A holttér minimalizálása érdekében a tubus részét képezheti a kapnográf mintavételezési csatlakozója is. Ennek kistestű, kis légzéstérfogatú páciensek esetében van kiemelt 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, és a külső ballonhoz tartozó szelep sem önzáródó. Az ilyen mandzsettában kialakuló nyomás az elasztikus ellenállásból származik, és nem korrelál a trachea falára kifejtett nyomással, ezért az ischaemiás szövetsérülés kockázata nagy (2. ábra).



**2. ÁBRA.** Régebbi típusú, kis volumenű és magas nyomású mandzsettával rendelkező tubus

**FIGURE 2.** Older type Low-Volume High-Pressure cuffed tube

**A HVLP-mandzsettájú  
tubusok kíméletesebbek  
a légcső nyálka-  
hártyájával**

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 pedig pontosan mérhető, és a ballon önzáródó szelepén keresztül igény szerint változtatható (3. ábra).



**3. ÁBRA.** Felül Cole-típusú (mandzsetta nélküli), alul pedig HVLP (nagy volumenű, kis nyomású) mandzsettával ellátott tubus

**FIGURE 3.** Cole-type (not cuffed) at top and HVLP (High-Volume Low-Pressure cuffed) tube at bottom



**4. ÁBRA.** A fém- vagy nylonspirállal megerősített falú szilikontubus lumene hajlítás esetén sem záródik el

**FIGURE 4.** Guarded silicone tubes contain a metal or nylon spiral wire that prevents collapse if the tubes are bent or folded

A puha szilikonból készült, de fém- vagy nylonspirállal megerősített falú tubusok lumene nem összenyomható, hajlításnál nem törik szögbe, nem szűkül be és nem záródik el. Bizonyos (leggyakrabban szemészeti) műtéteknél a fej-nyak terület nagyobb mértékű behajlítása szükséges, így a légcsőre nagyobb nyomóerő hat. Ezekben az esetekben javasolt a spirállal megerősített falú tubus használata (4. ábra) (6).

**A beteg intubálása az altatás kockázatának csökkentését szolgálja**

### AZ ENDOTRACHEALIS INTUBÁLÁS

Az általános anesztézia fenntartása injekciós és/vagy inhalációs készítmények segítségével történik. Számos injekciós és inhalációs anesztetikum és major analgetikum centralis légzésdepresszív mellékhatással rendelkezik, amely a légzéstérfogot, a légzésfrekvencia, ill. az ezekből számolt légzési perctérfogot csökkenésében mutatkozik meg. A hypoventilatio pedig hypercapniát, nem megfelelő oxigénellátottság esetén hypoxaemiát és szöveti hypoxiát eredményez. Az altatás alatt gyengülnek a légúti reflexek is, ami felső légúti elzáródást eredményezhet. Regurgitáció és aspiráció esetén pedig súlyos tüdőgyulladás alakulhat ki. A beteg intubálása az előbb felsorolt események megelőzésére, ill. elhárításuk érdekében tett biztonsági intézkedés. A légcserre biztosítása, az oxigén és az inhalációs anesztetikumok alkalmazása, hypoventilatio esetén az intermittáló pozitív nyomású mesterséges lélegeztetés (IPPV, Intermittent Positive Pressure Ventilation), a műtői környezet inhalációs anesztetikumokkal történő szennyeződésének elkerülése és az aspiráció megelőzése leggyakrabban HVLP (nagy volumenű, kis nyomású) mandzsettával rendelkező, PVC-anyagú, Murphy-típusú endotrachealis tubus (ET) segítségével történik (6, 14).

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

Az indukció hatására a páciens öntudatlanná válik, izmai elernyednek, a garat- és gégereflexei renyhülnek. Ekkor általában sternalis fekvésbe helyezjük, a fej-nyak régiót közel horizontális pozícióban tartjuk, nyelvét a középvonalban előhúzzuk. Ha laringoszkópot használunk, azt az epiglottis elé helyezzük és nyomást gyakorlunk a nyelvgyökre, hogy láthatóvá váljon a gége ürege. A síkosított ET-tubust lehetőleg az gégefedő 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), helyi értéstelenítőt (lidokain spray-t) használunk. Kb. 1 perccel ezután a gége izomzata elernyed állapotba kerül, az intubálás ellenállás nélkül végrehajtható. Az ET-tubust a gégefedő mögött ventralisan, a két kannaporc között vezetjük tovább. Miután meggyőződünk a tubus megfelelő helyzetéről, 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 nagyobb értékre) felfújjuk.

A nyomás ellenőrzésére kézi pumpához csatlakoztatott manométert használunk. Ha ezzel nem rendelkezünk, akkor az altatógép légzőrendszerének túlnyomásszelepét (APL, Adjustable Pressure-Limiting valve) 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 légcső izmainak további ernyedése után ismételten ellenőrizni.

A beteget a fenntartás alatt és ébredéskor is szorosan monitorozzuk, csak a garatreflexek visszatérése után extubálhatjuk, rendes esetben a mandzsetta levegőtartalmának leengedése után (6, 14).

### LEHETSÉGES SZÖVŐDMÉNYEK

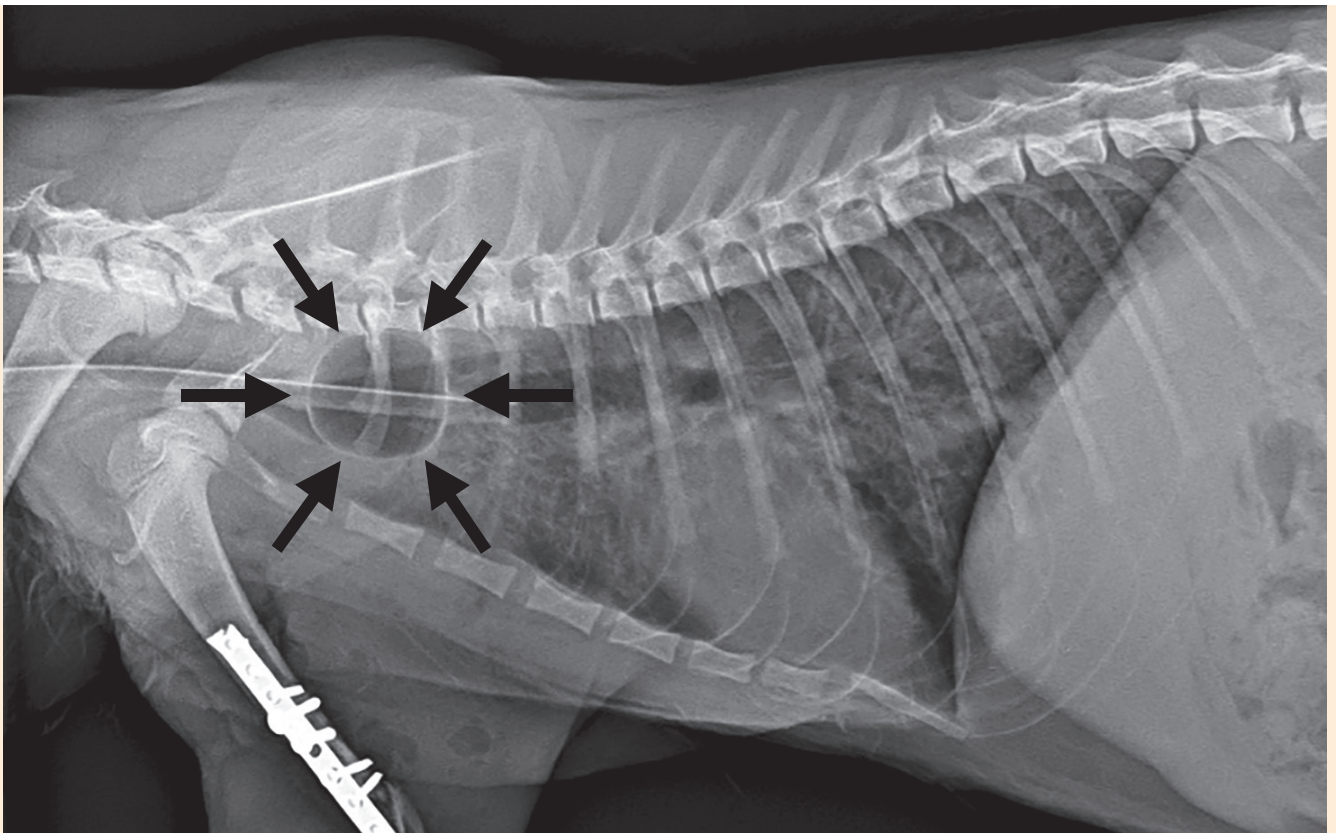
A továbbiakban a mandzsettával és Murphy-szemmel ellátott tubustípusok helytelen használatából eredő következményeket mutatjuk be, nem térünk ki az egyéb, régebbi vagy nem biztonságosnak tartott tubustípusok választásából eredő, lehetséges vészhelyzetekre és szövődményekre.

**A légcsőtubust a garatreflexek visszatérése után kell eltávolítani**

**A nem megfelelő méretű, ill. nem megfelelően használt ET-tubus számos szövődmény forrása lehet**

Az optimális tubusátmérő előzetes meghatározása még rutinos állatorvos számára is kihívás lehet, ha az állat erősen lesoványodott vagy éppen túlsúlyos. A légcső belső átmérőjét legeredményesebben különböző képkalkító eljárásokkal határozhatjuk meg. Ezek nélkül támaszkodhatunk a nyaki légcsőszakasz tapintási leletére vagy az orrsővény szélességére (az orrnyílások között ventromedialisan helyezkedő orrtükrő felületére). Az utóbbi módszerek pontossága nem kielégítő (46%, ill. 21%) (10, 15). A nem megfelelő méretű, ill. a szakmai irányelveknek nem megfelelően használt ET-tubus számos szövődmény forrása lehet. Ilyenek a dorsalis trachea-membrán szakadása, repedése, a gége és a légcső ischaemiás sérülése, továbbá az ebből kifejlődő légcsőszűkület (1, 12, 13).

A trachea dorsalis membránjának szakadását, repedését eredményezheti az ET-tubus gyors, erőltetett behelyezése, a mandzsetta túlzott felfújása, a fej és a nyak helyzetének változtatása az ET-tubus légzőrendszerrel történő lecsatlakoztatása nélkül, továbbá a tubus felfújt mandzsettával történő eltávolítása. A szabálytalanul túlfújt mandzsetta által okozott sérülések gyakoriak, és jellemzően a trachea mellkasbejárati szakaszánál dorsolateralisán, a C-porc és izom találkozásánál jelentkeznek, néhány cm hosszúságban (5. ábra). Következésképpen bőr alatti emphysema, pneumomediastinum vagy légmell alakulhat ki, ennek eredményeként a betegnél dyspnoe és hypoxaemia jelentkezhet. A kis nyomású mandzsetta használata mellett is létrejöhet ruptura, de ennek az esélye jelentősen kisebb (1, 12).



**5. ÁBRA.** Túlzott levegőtérfogattal, nagy nyomásra felfújt mandzsetta RTG-képe (nyilak)  
(ARANY-TÓTH ATTILA gyűjteményéből)

**FIGURE 5.** Overinflated cuff is visible on the radiograph (arrows)  
(courtesy of ATTILA ARANY-TÓTH)



**A túlzott mandzsettanyomás ischaemiás légcsősérülést, tartós fennállás esetén szövődményes elhalást okoz**

**Kockázati tényező a mandzsetta tökéletlen zárása is**

**Az ischaemiás tracheasérülés légcsőszűkülethez vezethet**

**A szerzők az Állatorvostudományi Egyetem beteganyagát vizsgálták retrospektív módon**

A légcső nyálkahártyájában a perfúziós nyomás értéke 34–48 H<sub>2</sub>Ocm (25–35 Hgmm), ezért a 48 H<sub>2</sub>Ocm-nél nagyobb mandzsettanyomás ischaemiás légcsősérülést és tartós fennállás esetén szövődményes elhalást okoz. Ezen túlmenően okozhat tracheaurtúrát vagy a tubus összeesését és következményes elzáródását is (11, 12).

Kockázati tényező a mandzsetta tökéletlen zárása is, mert a páciens légutai-ból anesztetikumot tartalmazó gázkeverék szökhet ki a műtő légterébe, a lélegeztetés hatékonysága csökkenhet, az altatás felületesebbé válhat és folyadék juthat le az alsó légutakba, ami aspirációs tüdőgyulladást okozhat. Ezek könnyen bekövetkezhetnek, ha a mandzsetta nyomása 18 H<sub>2</sub>Ocm-nél kisebb, ha nem vagy nem megfelelően lett elvégezve a tubus síkosítása, vagy túl nagy átmérőjű a behelyezett tubus (8, 11). A túl nagy átmérőjű tubus esetében a felfújott mandzsettán hosszanti irányban kialakuló invaginációs redők tehetősek felelőssé a következményekért (3, 7).

Az ischaemiás tracheasérülés következményeként említhető a légcsőszűkület. Egy kutatás eredménye szerint a 30 H<sub>2</sub>Ocm-nél (22 Hgmm-nél) alig nagyobb nyomású mandzsetta is gyulladást és fekélyt alakíthat ki a trachea kontaktfelületén. Esetenként a gyulladás és a vizenyő egy hét után is kimutatható, és az elhalásos folyamatok mellett granulációs szövet képződése indul meg. További egy hét eltelte után a granulációs szövet proliferációja, a C-porcok károsodása, továbbá a trachea kollapszusa tapasztalható, amelyek együttesen 78–91%-ra szűkült légcsőátmérőt eredményeznek. A kórszöveti vizsgálat szerint a granulációs szövet proliferációja, majd belőle a fibrosus szövet kialakulása a tracheafal elvékonyodását eredményezi, ami együtt jár a perichondrium ischaemiájával, végezetül pedig a tracheafal maradandó károsodásával (13). A szerzett légcsőelzáródások nagy hányada intubációs szövődmény. Az intubálás után kialakuló légcsőszűkület előfordulási aránya régebben, a nagy nyomású mandzsetták használatakor igen jelentős volt, de az kis nyomású mandzsetták helytelen használatával is előidézhető (2, 13).

## SAJÁT VIZSGÁLAT

Az optimálisnál kisebb vagy nagyobb átmérőjű tubus használata is veszélyforrást jelenthet, de az állatorvosi aneszteziológia szakkönyvekben nem szerepelnek objektív számadatok a légcsőtubus méretének kiválasztásához (4, 6). Emiatt célul tűztük ki egy olyan módszer kidolgozását, amellyel meghatározható az egyed számára leginkább megfelelő tubusméret.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### VIZSGÁLATI CSOPORTOK

A MEOESZ (Magyar Ebtényésztők Országos Egyesületének Szövetsége) legutóbbi, 2017. évi statisztikája alapján kiválasztottuk 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 havanese). Ezt a listát az Állatorvostudományi Egyetem beteganyagának eltérő fajta-reprezentációja alapján módosítottuk, és kiegészítettük légcső-hypoplasiára és -kollapszusra hajlamos további fajtákkal. A nagyfokú anatómiai hasonlóság miatt bizonyos fajtákat összevontunk, és végül 17 vizsgálati csoportot képeztünk (n = 590): 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).

#### ADATGYŰJTÉS

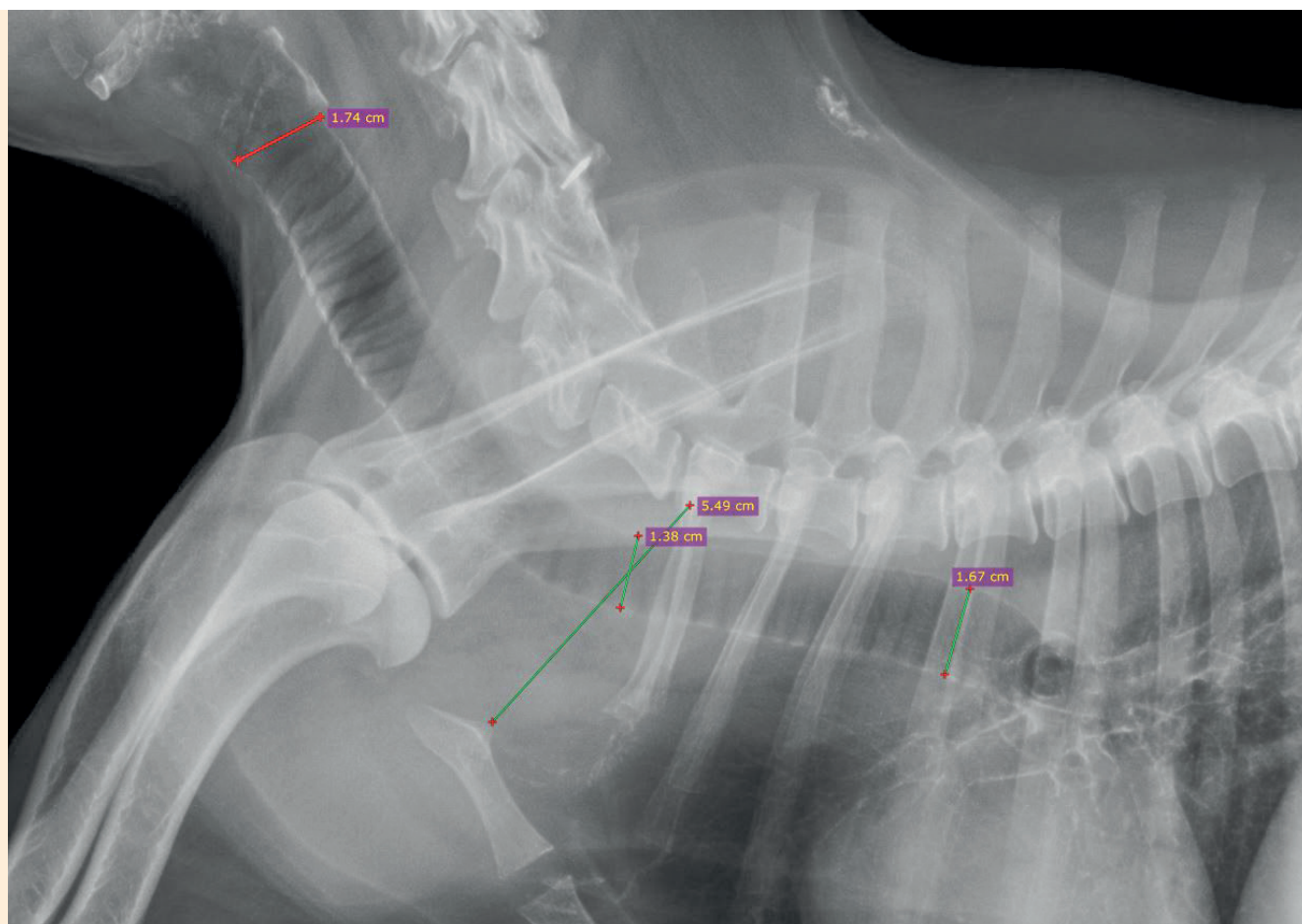
Összegyűjtöttük a vizsgált csoportok 1 év feletti egyedeinek GLM (gége-légcső-mellkas) és M (mellkas) röntgenfelvételeit az ÁTE digitális RTG-archívumból (a digitális képalkotás és képtárolás kezdetétől napjainkig, 2013–2019.) és a kapcsolódó klinikai kórlapok adatait (törzsszám, fajta, ivar, életkor, testtömeg, diagnózis, dátum) a Doki4Vets (v10.10) betegnyilvántartó rendszer adatbázisából. Az egyedek testtömegét összehasonlítottuk az FCI (Federation Cynologique Internationale) szabványrendszerben meghatározott standard testtömeggel (5).

A standard jobb oldali fektetésű, laterolateralis irányú RTG-felvételeken három referenciaponton megmértük a légcsővek belső átmérőit: közvetlenül a gége mögött (TD1), a mellkasbejárat síkjában (TD2) és közvetlenül a bifurcatio előtt (TD3). Mindhárom esetben a légcső hossz tengelyére merőlegesen, tized mm pontossággal a RadiAnt DICOM Viewer (v3.4.1) program segítségével végeztük méréseinket (6. ábra).

**Összegyűjtötték a vizsgált csoportok 1 év feletti egyedeinek felvételeit az ÁTE digitális röntgenarchívumából**

**Megmérték a légcsővek belső átmérőit:**

- közvetlenül a gége mögött
- a mellkasbejárat síkjában és
- közvetlenül a bifurcatio előtt



**6. ÁBRA.** A légcső átmérőjének mérése a gége mögött, a mellkasbejárat síkjában és a bifurcatio előtt a RadiAnt DICOM Viewer programmal (ÁTE RTG-archívum)

**FIGURE 6.** Measurement of tracheal diameter caudally from larynx, at the thoracic inlet and cranially from bifurcation using RadiAnt DICOM Viewer software (University of Veterinary Medicine, Budapest, X-Ray Archive)

A mellkasi 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. A fenti adatokat R (2019, v3.6.1) statisztikai szoftverrel dolgoztuk fel. A minták összehasonlítására Student-féle páros t-próbákat végeztünk, ill. azokban az esetekben, ahol a t-próba feltételei nem teljesültek, Wilcoxon-féle párosított próbát alkalmaztunk.

A vizsgált légcsővek referenciapontokon mért belső átmérői (TD1, TD2, TD3) normális eloszlást mutattak. 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 az következik, hogy a vizsgált csoportokban egységesen a TD2, azaz a mellkasbejárati tracheaátmérő tekinthető korlátozó értéknek a tubusválasztás szempontjából ( $p < 0,05$ ), így a további számításainkat ezzel az értékkel folytattuk.

**A vizsgált csoportokban egységesen a mellkasbejárati légcsőátmérő tekinthető korlátozó értéknek a tubusválasztás szempontjából**

### NAGYÍTÁS KORREKCIÓJA

Minden röntgenfelvétel 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 standard távolságban elhelyezve felvételeket készítettünk, majd az ismert, 10 mm-es markertávolságot a RTG-felvételeken mért értékekkel arányítottuk. A két módszer azonos eredményhez vezetett, amely 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 < TD2).

**A röntgenfelvétel nagyítása miatt a kapott eredményeket korrigálni kell**

### MANDZSETTAMÉRET

A légcső belső átmérője és az ET-tubus külső átmérője közötti körkörös rést a tubus felfújó mandzsettájának úgy kell kitöltenie, hogy a korábban részletezett biztonsági kritériumok teljesüljenek. Emiatt szükségünk volt a PVC anyagú, HVLP-tubusok optimális mandzsettaméretének meghatározására, optimális nyomásértékre felfújó mandzsetta mellett.

WONSHIN és mtsai kísérleti beagle kutyákon végeztek ilyen irányú vizsgálatokat (15). A hermetikus zárást és a szövődmények lehetőségének kizárását egyaránt figyelembe véve azt az állapotot találták optimálisnak, amikor a légcső belső átmérőjének 70%-át a tubus, fennmaradó 30%-át pedig a mandzsetta töltötte ki. További számításainknál ezt az arányt tekintettük alapértéknek.

### OD- ÉS ID-MÉRET ÁTVÁLTÁSA

A legtöbb ET-tubus számozása a belső átmérő (ID mm) szerint történik, de a légcső belső átmérőjéhez a tubus külső átmérőjét kell igazítanunk. 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:

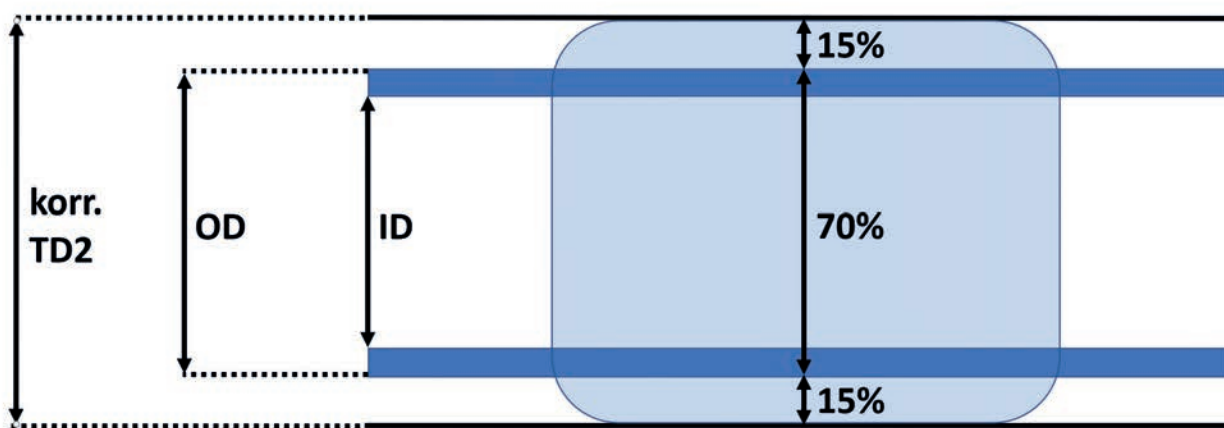
$$ID = 0,7463 \times OD + 0,0326$$



## EREDMÉNYEK

## A JAVASOLT TUBUSMÉRET

Egy egyed esetében, a TD2-érték és a testtömeg ismeretében a következő lépésekkel jutunk el az optimális tubusméret meghatározásához. A légcső – 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  $\geq$  20kg) függően. A korrigált TD2-értékből kivonjuk a mandzsetta által kitöltött tér optimális méretét (0,3 × korrigált TD2), így megkapjuk a tubus külső átmérőjét. OD = 0,7 × korrigált TD2. A cm-ben megkapott OD-értéket mm-re váltjuk ( $\times$  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 × OD + 0,0326 (7. ábra).



**7. ÁBRA.** Az intubált légcső hosszszemzeti 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, ill. az optimális mandzsettaméret látható

**FIGURE 7.** The longitudinal section of intubated trachea shows the corrected TD2 (real inner diameter of the trachea at the thoracic inlet), OD (outer diameter of the ET tube) and ID (inner diameter of the ET tube) values and the optimal cuff size

A fenti lépéseket összegezve az alábbi egyenletekkel számítható ki az optimális ID-érték, amelyet 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 kis értékű hozzáadott állandót elhagyva) a fenti egyenleteket egyszerűsíthetjük:

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

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

Olyan esetben, pl. sürgősségi ellátásnál, amikor az egyed TD2- vagy korrigált TD2-értéke nem ismert, a fajtájára, ill. fajtacsoportjára vonatkozó leíró statisztikai adatainkból – az előbb részletezett módon – számíthatjuk ki a javasolt ID-mérettartományt. A TD2-értékek normális eloszlást mutatnak, ezért a javasolt tubusméretet átlag, átlag  $\pm$  SD, átlag  $\pm$  2SD, 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% (Táblázat).

**TÁBLÁZAT.** A vizsgált csoportok számára javasolt, különböző konfidencia-intervallummal rendelkező mérettartományok

**TABLE.** Recommended tube size ranges for the studied groups with different confidence intervals

Csoportok	ID átlag	ID átlag ± SD	ID átlag ± 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

## MEGVITATÁS

A vizsgálatunk retrospektív jellegének előnye volt, hogy nagy esetszámot tudtunk elemezni, a nagyobb esetszám pedig pontosabb következtetések levonását teszi lehetővé. A vizsgált populáció egyedeinek túlnyomó része ma is él, így az eredményeink a jelenkori viszonyokat tükrözik. A retrospektív adatgyűjtés korlátjaként említhető azonban, hogy a vizsgált adatbázis helyenként hiányos volt (testtömeg, ivar, RTG-felvétel indikációja), ill. nem tartalmazott olyan adatokat, amelyek egy prospektív vizsgálat során rögzítésre kerültek volna (pl. a páciensek kondíciópontja, marmagassága, mellkaskörmérete, mellkasszélessége).

A teljes beteganyagot a csoportok GLM- és mellkasfelvételei 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-rendellenesség gyanúja miatt kerül vizsgálatra, a mellkasi röntgenvizsgálat háttérben viszont számos indikáció állhat. 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 legnagyobb GLM-aránnyal. Az előbbieknél döntő többségben légcsőhypoplasia, az utóbbiaknál pedig légcsőkollapszus fordult elő.

A radiológusok a trachea méreteinek megállapításakor általánosan 1,1-szeres nagyítással szoktak számolni, azonban vizsgálataink alapján a közepes- és nagytestű kutyák esetén pontosabb közelítést ad az 1,2-szeres szorzó használata. Emiatt 20 kg-os testtömeg alatt 1,1-szeres, 20 kg-os testtömegtől pedig 1,2-szeres szorzóval számoltuk a korrigált TD2-értéket. További differenciálást tenne lehetővé a páciensek mellkasszélességének pontos ismerete.

LIM és mtsai szerint a trachea dimenziói és lefutása, ill. a kutya mérete és fajtája között nincs szoros összefüggés (9). Vizsgálataink részben hasonló eredménnyel zárultak. Eredményeink alapján – az angol bulldog és a rottweiler kivételével – pozitív korreláció volt a testtömeg és a TD2-érték között, azonban az kis  $R^2$ -érték miatt a testtömeg nem volt erős előjelzője a TD2-nek. A testtömeg alapján kalkulált

**A szerzők nem találtak szoros összefüggést a testtömeg és a mellkabejáratí légcsőátmérő között**

tubusméret yorkshire terriereknél 38,67%, bulldogoknál 37,65%, puliknál 34,41%, a többi csoport egyedeinél pedig még kisebb arányban lenne 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 az arra jellemző TD2-értékből hasonló módon lehet kiszámolni a populációra jellemző ID-átlagot, ill. 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 az egyedek számára optimális tubusméret. Ilyen esetekben törekedni kell az egyed TD2-értékének megmérésére, mert a TD2-érték ismeretében kiválasztott tubusméret jelentősen növeli az alátás biztonságát.

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

Meg kell említenünk a vizsgálati módszerek és az eredmények további korlátait 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 tracheakollapszusos 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 fókusztávolság és szenzor, ill. 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 (15). Valószínűsíthető, de statisztikai módszerekkel nem igazolt, hogy ezek az eredmények nagy pontossággal alkalmazhatók kisebb és nagyobb légcsőátmérők esetén is.

Az OD- és ID-méreték átváltását az ÁTE Kisállatklinikáján használt tubustípus adatai szerint végeztük. Más típusú vagy gyártmányú tubusok OD/ID-aránya ettől kismértékben eltérő lehet. Ezt az ID-méret számításánál figyelembe kell venni.

A klinikai beteganyag nagyobb részét nem fajtatiszta, hanem keverék kutyák képezik, és az alkatukról nem tartalmaz adatokat a betegnyilvántartó rendszer. Esetükben – a megjelenésük sokszínűsége miatt – egységes statisztikai következtetések levonása nem lehetséges, ezért intubálásuk előtt a TD2-érték mérése javasolt.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

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

**Egyes fajtáknál széles határok között változik az egyedek számára optimális tubusméret**

**A tracheakollapszusos betegeknél mért mellkasbejáratí átmérőérték kisebb lehet a valóságosnál**

## IRODALOM

1. BISHOP, M. J.: Mechanisms of laryngotracheal injury following prolonged tracheal intubation. *Chest*, 1989. 96. 185–186.
2. DE, S. – DE, S.: Post intubation tracheal stenosis. *Indian J. Crit. Care Med.*, 2008. 12. 194–197.
3. DORSCH, J. A. – DORSCH, S. E.: *Understanding anesthesia equipment. 5th ed.* Lippincott Williams & Wilkins, 2008. chapter 19
4. DUKE-NOVAKOVSKI, T. – DE VRIES, M. et al. (szerk.): *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia, 3rd ed.*, BSAVA, 2016. 66–68.
5. *FCI (Federation Cynologique Internationale)*: <http://www.fci.be/en/> (2019. szept.)
6. GRIMM, K. A. – LAMONT, L. A. (szerk.): *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The 5th Edition of Lumb and Jones.* Wiley-Blackwell, 2015. 23–38.
7. 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. 24–29
8. JONES, M. W. – CATLING, S. et al.: Hoarseness after tracheal intubation. *Anaesthesia*, 1992. 47. 213–216.
9. LIM, S. – JEONG, J. et al.: Computed tomographic features of tracheal shapes and dimensions in awake dogs. *Vet. Med. Czech.*, 2018. 63. 131–136.
10. LISH, J. – KO, J. C. et al.: Evaluation of Two Methods of Endotracheal Tube Selection in Dogs. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 2008. 44. 236–242.
11. MOSLEY, C. A.: *Anesthesia equipment.* In: Grimm, K. A., Lamont, L. A. et al. (szerk.): *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The 5th Edition of Lumb and Jones.* 2015. 23–27
12. ROACH, W. – KRAHWINKEL, D. J.: Obstructive Lesions and Traumatic Injuries of the Canine and Feline Tracheas. *Compend. Contin. Educ. Vet.*, 2009. 31. E6.
13. SU, Z. – LI, S. et al.: A canine model of tracheal stenosis induced by cuffed endotracheal intubation. *Sci. Rep.*, 2017. 7:45357.
14. WARNE, L. N. – BAUQUIER, S. H. et al.: Standards of Care Anaesthesia guidelines for dogs and cats. *Australian Vet. J.*, 2018. 96. 413–427.
15. WON SHIN, C. – SON, W. G. et al.: Selection of appropriate endotracheal tube size using thoracic radiography in Beagle dogs. *Vet. Anaesth. Analg.*, 2018. 45. 13–21.

Közlésre érk.: 2020. febr. 6.

## HIRDETÉS

Kiváló minőségű szuperprémium állateledel magyarországi forgalmazási joga eladó!

Nemzetközileg elismert, európai kutya, ill. macskaeledel magyarországi kizárólagos forgalmazási joga, kiépített franchise-rendszerrel eladó.

A termékek között megtalálhatóak szuperprémium, prémium, ill. tenyésztői, száraz és nedves eledel, valamint kiegészítők. Minden termék kiváló minőséget képvisel, igényes csomagolásban. A tápok magas hústartalommal rendelkeznek, valamint szója- és adalékanyag-mentesek.

A hazai piacon több éve, sikeres franchise-rendszer működik. A hazai ellátást a nemzetközi központ versenyképes árakkal, folyamatosan biztosított ellátással és marketingtámogatással segíti.

Olyan érdeklődő jelentkezését várjuk, aki a magyarországi központi működtetés és a hazai piac teljes lefedését szeretné megvalósítani.

További részletek egyeztetése végett, kérjük, vegye fel a kapcsolatot a megadott elérhetőségeken.

dr. Vincze Lilla

06 1 248 5333

[lilla.vincze@patella.hu](mailto:lilla.vincze@patella.hu)