

SEMMELWEIS EGYETEM

DOKTORI ISKOLA

Ph.D. értekezések

2902.

BÓDIS FRUZZSINA VERONIKA

Fül-Orr-Gégészet, Fej-Nyaksebészet

című program

Programvezető: Dr. Tamás László, egyetemi tanár

Témavezető: Dr. Élő Gábor, egyetemi docens

Seldinger-technikán alapuló perkután dilatációs tracheosztóma kadáver vizsgálata

Doktori értekezés

Dr. Bódis Fruzsina Veronika

Semmelweis Egyetem
Rácz Károly Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Élő Gábor, Ph.D., egyetemi docens

Hivatalos bírálók: Dr. Korompay Anna, Ph.D., egyetemi adjunktus
Dr. Szűcs Zoltán Pál, Ph.D., főorvos

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Szirmai Ágnes, Ph.D., egyetemi docens
Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Bobek Ilona, Ph.D., osztályvezető főorvos
Dr. Bencsik Beáta, Ph.D., egyetemi adjunktus

Budapest
2023

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
Rövidítések jegyzéke	6
1. Bevezetés	7
1.1. Történeti áttekintés	7
1.1.1. A nómenklatúra	7
1.1.2. A legendák kora (Kr.e. 3100- Kr. u. 1546)	8
1.1.3. A félelem kora (1546-1833)	9
1.1.4. A dramatizálás kora (1833-1932).....	11
1.1.5. A lelkesedés kora (1932-1965).....	11
1.1.6. A racionalizáció kora (1965-től)	12
1.1.7. A perkután légcsőmetszési technikák fejlődése	13
1.2. A gége és a légcső élettana és anatómiája (26).....	18
1.2.1. A gége (larynx).....	18
1.2.2. A légcső (trachea).....	20
1.3. A légcsőmetszés típusai	22
1.3.1. Cricothyroidotomia / conicotomia / gégemetszés	22
1.3.2. A standard sebészi tracheosztóma képzésének módjai, lépései	22
1.3.3. Minitracheosztóma	24
1.4. A légcsőmetszés indikációi, időzítése, előnyei, szövődményei, kontraindikációi ...	25
1.4.1. A légcsőmetszés indikációi	25
1.4.2. A légcsőmetszés időzítése	26
1.4.3. A tartós endotracheális intubáció hátrányai, szövődményei	26
1.4.4. A tracheosztóma képzés előnyei az endotracheális intubációval szemben ...	26
1.4.5. A perkután tracheosztóma képzés előnyei a sebészi tracheosztóma képzésével szemben.....	27
1.4.6. A tracheosztóma képzés szövődményei.....	27

1.4.6.1. Vértetés.....	29
1.4.6.2. A kanül rossz helyzete – nem a légcsőbe történő behelyezése.....	29.
1.4.6.3. A légcső hátsó falának perforációja.....	30
1.4.6.4. Pneumothorax, pneumomediastinum, szubkután emphysema.....	30
1.4.6.5. Laryngotracheális sztenózis (LTS).....	30
1.4.6.5.1. Posztintubációs sztenózis.....	31
1.4.6.5.2. Posztracheosztómás tracheasztenózis.....	31
1.4.6.6. Tracheoesophageális fisztula (TOF).....	33
1.4.6.7. Trachea-artéria anonyma fisztula (Tracheoinnominate artery fistula, TIF).....	33
1.4.6.8. Tracheomalácia és következményes trachea dilatáció.....	34
1.4.7. A perkután tracheosztóma készítésének kontraindikációi	34
1.5. A légcsőkanülok fajtái	35
1.6. A légcsőmetszés gyermekkorban	36
2. Célkitűzések, hipotézisek	37
2.1. A kadáverek demográfiai adatai, valamint a haláltól eltelt idő és a porcsérülések gyakorisága közötti kapcsolat vizsgálata	37
2.2. Perkután tracheosztómás módszerek elemzése a porcsérülések gyakorisága szempontjából.....	38
2.3. Perkután tracheosztómás módszerek vizsgálata a kanül helyzetének szempontjából	38
2.4. A kadáverek antropometriai paraméterei és a kanülpozíció közötti kapcsolat meghatározása.....	38
3. Módszerek	39
3.1. A vizsgálat szervezése	39
3,2. A bevonási és kizárási kritériumok.....	39
3,3. A vizsgálat menete.....	39
3.4. Az alkalmazott perkután tracheosztómás módszerek leírása	40
3.4.1. Standard Griggs-módszer	41

3.4.2. Módosított Griggs-technika	42
3.4.3. Ciaglia Blue Rhino folyamatos tágitás módszere	44
3.5. Antropometriai mérések	46
3.6. Statisztikai analízis	46
3.6.1. A vizsgálat elemszámának meghatározása	46
3.6.2. Az adatok feldolgozása	46
4. Eredmények	48
4.1. A kadáverek demográfiai adatainak bemutatása	49
4.2. A kadáverek általános adatainak összefüggése a porcsérülések gyakoriságával	49
4.3. A három technika összehasonlítása a porcsérülések gyakorisága szempontjából	50
4.4. A három technika összehasonlítása a tracheosztómás kanül helyzetének szempontjából	52
4.5. Az antropometriai paraméterek vizsgálata	54
5. Megbeszélés	58
5.1. A kadáverek demográfiai adatai	60
5.2. A beavatkozás elvégzésének időpontja a halál beálltához képest	60
5.3. A porcsérülések	61
5.4. A légcsőkanül helyzete	62
5.5. Az antropometriai paraméterek	64
5.6. A továbblépés lehetőségei	66
6. Következtetések, a célkitűzésekre és hipotézisekre adott válaszok	67
6.1. A kadáverek demográfiai adatai, valamint a haláltól eltelt idő és a porcsérülések gyakorisága közötti kapcsolat vizsgálatának eredménye	67
6.2. Perkután tracheosztómás módszerek elemzésének eredménye a porcsérülések gyakorisága szempontjából	68
6.3. Perkután tracheosztómás módszerek vizsgálati eredménye a kanül helyzetének szempontjából	69

6.4. A betegek antropometriai paramétereit és a kanülpozíció közötti kapcsolat meghatározásának eredménye	69
7. Összefoglalás	70
8. Summary.....	71
9. Irodalomjegyzék	72
10. Saját publikációk jegyzéke	83
11. Köszönetnyilvánítás	84

Rövidítések jegyzéke

ARDS	Acute Respiratory Distress Syndrome
BMI	Body Mass Index, Testtömegindex
CT	Komputer tomográfia
GWDF	Guide wire dilatation forceps, Griggs-eszköz
LTR	Laryngotracheális rekonstrukció
LTS	Laryngotracheális sztenózis
MUAC	Mid-upper arm circumference, felkarkörfogat
PDT	Perkután dilatációs tracheosztóma
PEEP	Positive end-expiratory pressure, pozitív kilégzésvégi nyomás
ROC	Receiver Operating Characteristic, Vevő működési karakterisztika
TIF	Tracheo-innominate artery fistula, Trachea-artéria anomyma fisztula
TLT	Transzlaryngeális tágító technika
TOF	Tracheoesophageális fisztula

1. Bevezetés

1.1. Történeti áttekintés

1.1.1. A nomenklatúra

A tracheosztóma szó először a Libri Chirurgiae XII-ban jelenik meg 1649-ben, Thomas Fienus, a leuveni orvosprofesszor leírásában (1), majd közel egy század elteltével 1739-ben Lorenz Heister (2), német sebész leírása után válik széles körben ismertté. A beavatkozást korábban laryngotomiának, vagy bronchotomiának, pharyngotomiának, sectio epiglottisnak, incisio arspereae arteriae-nak, incisio cannae pulmonis-nak vagy laryngobronchotomiának nevezték.

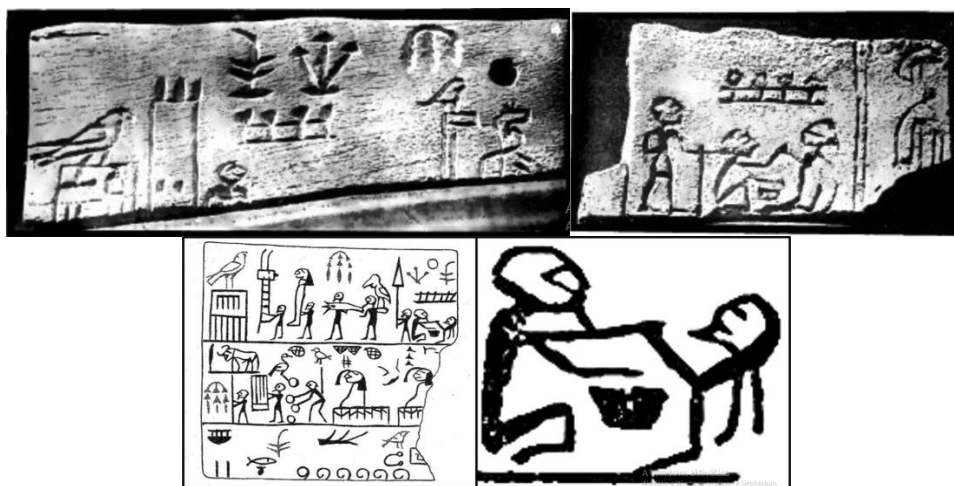
Korábban megkülönböztették a tracheosztómát, mely a légcső mellső falán történt nyílás széléit a bőrhöz rögzítette, és rendszerint végleges beavatkozás volt, a tracheotomiától, mely átmeneti megoldásként a légcső mellső falán ejtett nyílás jelentette. Napjainkra ez a különbség az orvosi terminológiában már összemosódott, mindkét elnevezés használatos a szakirodalomban. A tracheosztóma lépéseinek első képi ábrázolása az *I. ábrán* látható.



1. ábra: Az első képi ábrázolás a tracheosztóma lépéseiről, 1666, Courtesy, Health Science Libraries, University of Washington (3).

1.1.2. A legendák kora (Kr.e. 3100- Kr. u. 1546)

Az ókorból és a középkorból néhány feljegyzés és legendás történet maradt fent, amely beszámol légsőmetszés elvégzéséről. A légsőmetszés (tracheosztóma) az egyik legrégebben leírt műtéti beavatkozás. Első ábrázolásai körülbelül Kr.e. 3100-ból, Egyiptomból, az első dinasztiából, Aha fáraó Szakkarában és Djer fáraó Abyddosban felfedezett hieroglifáin láthatóak (2. ábra). A vésett sírrajzokon egy hegyes eszközzel a nyak alsó részén végzett beavatkozás látszik (4).



2. ábra: Vésett tábla Aha fáraó idejéből és a légsőmetszés ábrázolása Djer fáraó idejéből (4)

A hindu Rig-Veda (Kr. e. 2000-1000 között) tartalmaz egy leírást légsőmetszés utáni sebgyógyulásról (5). Hippokratész (Kr.e. 460-375) is említi egy leírásban, felhívva a figyelmet a nyaki ütőerek átvágásának lehetőségére (6). Egy történet szerint Nagy Sándor (Kr.e. 356-323) a kardja hegyével szúrta meg fuldokló katonája nyakát, ezzel megmentve az életét (6). Kr. e. 100 körül pedig Asclepiades, görög orvos részletesen leírta a tracheosztóma képzésének pontos menetét, melyet egy felső légúti gyulladás miatt fulladó betegen végzett el (2). Kr.u. 50-ben a kappadókiai Aretaeus és a görög Galenus felső légúti gyulladások okozta fulladás kapcsán ír a légsőmetszés szükségességéről, habár feltehetően ők maguk sosem végezték el, mert féltek attól, hogy a légsőporcok nem gyógyulnak meg (5). Kr. u. 100-ban Anthylus már anatómiailag pontosítja a beavatkozást: leírja, hogy a második és harmadik tracheaporcok között

szükséges a horizontális metszés elvégzése, valamint felhívja a figyelmet arra is, hogy az alsóbb légutakból származó fulladás kezelésére a légsőmetszés nem alkalmas (3). Kr.u. 400-ban a Talmud és Kr.u. 600-ban az indiai Sushruta Samhita is ír a légsőmetszésről (3). A XI. században Albucasis, Spanyolországban élő, korának talán legnagyobb tudású orvosának egyik szolgálója öngyilkosságot kísérelt meg úgy, hogy elvágta a torkát. Albucasis a sebet összevarrta és a szolga meggyógyult. Így bizonyítást nyert, hogy a légsőporcok képesek a gyógyulásra (5). Nem csak a korabeli orvosokat foglalkoztatta azonban ez a beavatkozás – Dante XIV. században írt Isteni színjátékában a légsőmetszés a pokolban elszenvedett büntetések egyike (5).

1.1.3. A félelem kora (1546-1833)

Ebben az időszakban a légsőmetszés veszélyes és barbár beavatkozásnak számított – feltehetően ez az egyik magyarázata annak, hogy a korabeli szakirodalom összesen 28 sikeresen elvégzett, életmentő tracheosztómáról számol be (7). 1546-ban Antonio Musa Brassavola,(3. ábra) olasz orvos írta le az első Európában végzett légsőmetszést, melyet egy gégeben elhelyezkedő tályog miatt fulladó páciensen hajtott végre. A beteg meggyógyult a beavatkozás után. Később Brassavola közölt egy másik, garat-eredetű fulladásos esetet is (3).



3. ábra: Antonio Musa Brassavola (3)

1590-ben Sanctorius bemutatta az első trokárt és tracheosztómás tubust, mely egy egyenes cső volt. Leírása szerint a tubus 3 napig maradt a betegben (5). Julius Casserius volt az első, aki hajlított tubust alkalmazott (4. ábra) (5).



4. ábra: Julius Casserius tracheosztóma ábrázolása a *Tabulae Anatomicae*-ban.(5)

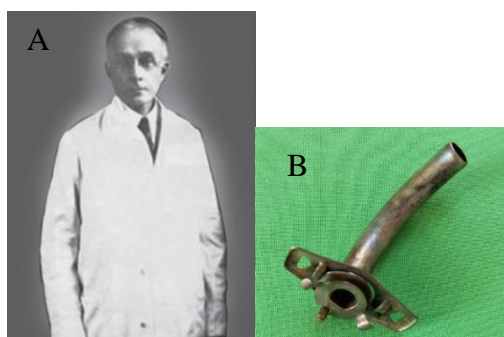
1799. december 14-én, a Virginia állambeli Mount Vernonban George Washington, az Amerikai Egyesült Államok első elnöke egy hűvös, nedves időben történt lovaglást követően torokgyulladástól, nyelési nehezítettségtől, láztól, fulladástól szenvedett (5. ábra). Körülötte álló három orvos közül a legfiatalabbik, Elisha Cullen Dick javasolta a légszömetszés elvégzését az elnök életének megmentése érdekében, azonban orvostársai túl kockázatosnak ítélték a beavatkozást és így nem egyeztek bele annak elvégzésébe. Inkább a tradicionális gyógymódokat, mint az érvágást, az ecetes öblögetést és gyógyteákat használták. George Washington aznap éjjel meghalt. Az utólagos vélemények szerint *Streptococcus*-szepszise, epiglottitise vagy peritonsilláris tályogja lehetett. Életét megmenthette volna a légszömetszés (8, 9). Ebből is látszik, hogy még a XVIII. század végén sem tartozott az elfogadott orvosi beavatkozások közé a tracheosztóma képzése.



5. ábra: George Washington halála (*Library of Congress*)(3) és Elisha Cullen Dick, 1805, *National Gallery of Art, Washington, Amerikai Egyesült Államok* (forrás: <https://www.nga.gov/collection/art-object-page.215266.html>, letöltés: 202303.27..)

1.1.4. A dramatizálás kora (1833-1932)

A tracheosztóma iránti érdeklődés 1807-ben kezdődött, amikor Bonaparte Napóleon unokaöccse meghalt diftériában. Az 1825-ös franciaországi diftériajárvány során a számos fulladó beteg miatt kezdett nőni nem csak a beavatkozás iránti igény, hanem az elfogadottság is. 1833-ban Trousseau 200 diftériás esetet írt le, melyek során légszűrés történt, akkoriban azonban ezen műtétek halálozása még bőven 50 % felett volt. (3) 1880-ban Sir Morrell Mackenzie, a gégészet egyik pionírja, írta le először légszűrészt, mint hivatalos műtéti beavatkozást (3), 1909-ben pedig Chavalier Q. Jackson standardizálta a tracheosztóma képzés műtéti lépéseit (10), valamint ő fejlesztette ki a ma is használatos duplalumenű, hajlított kanülöket (6. ábra). Ezek a ma is használt, úgynevezett Jackson-féle fém kanülök életkor szerinti méretben készülnek, elkerülhető velük a légcső ulcerációja, granulációja, a belső kanül használatával könnyen tisztíthatóak, eldugulásuk megakadályozható. A perforált és egyenirányító szeleppel ellátott kanült viselő beteg beszéd képzésére is képes (úgynevezett beszélő kanül).



6. ábra: A: Chavalier Q. Jackson (1865-1958) (3) és B: a Jackson fémkanül, amelyet ma is használunk (saját fotó)

1.1.5. A lelkesedés kora (1932-1965)

A XX. század közepén vált a légszűrés igazán elfogadott eljárássá, sőt akár azt is mondhatjuk, népszerűvé. 1932-ben James L. Wilson javasolta poliomyelitisben a preventív tracheosztóma képzést, a légúti váladék könnyebb eliminálása és a

tüdőinfekciók megelőzése céljából (11). A tracheosztómás beavatkozás sikerét akkoriban két tényező akadályozta: a sebfertőzések magas száma, valamint a kanül kicsúszásával a légútvesztés okozta fulladás. Ezen változtatott 1960-ban V.O. Bjork, aki egy tracheaporc lebenyt varrt ki a bőrhöz és ezáltal a kanül kicsúszása esetén is kellően tág maradt a légszomszék nyílása, amíg a kanül visszahelyezésre nem került. (12)

A sebészeti technikák, a vakcináció és az antibiotikumok fejlődésével és használatával a tracheosztóma képzés lassan rutin beavatkozássá vált és indikációja is kibővült. Addig csupán életmentő beavatkozásként, felső légúti idegentest és gyulladás okozta fulladás esetén volt használatos. A poliomyelitis járvány utánra a beavatkozás indikációs köre már kiterjedt a tetanuszra és az arcot, fejet ért traumákra, a gyógyszer túladagolásokra is. A spanyol polgárháborúban (1936-1939) a maxillofaciális traumát elszenvedett katonáknál preventíven alkalmazták a definitív sebészeti ellátásig, így csökkentve az arctáji sérülések halálozását (13).

A következő nagy fejlődési lépés az 1940-es években az endotracheális intubáció feltalálása volt. A penthotal (tiopental-nátrium) narkózisok idején, ha légzési elégtelenség, vagy laryngospasmus lépett fel, egy csövön keresztül kezdték lélegeztetni a beteget a gyógyszerhatás elmúltáig (14). Az 1950-es évektől az intenzív osztályok és a posztoperatív őrzők kialakításával a tracheosztómát viselő betegek gondos ápolásával a mortalitás tovább csökkent.

1961-ben James W. Meade közölt egy 212 esetből álló tanulmányt, mely szerint a légszomszék 41%-át végezték el gyulladás, tumor, trauma okozta felső légúti gyulladás miatt, míg 55%-át gépi lélegeztetés szükségessége miatt (15).

1.1.6. A racionalizáció kora (1965-től)

Az orotracheális és nasotracheális intubáció eszközeinek fejlődésével ezek a beavatkozások gyorsabban kivitelezhetővé és biztonságosabbá váltak, mint a légszomszék. A bronchoszkópos technika fejlődése ezt még tovább javította. 1972-ben a légszomszékéről és annak alternatívájáról, az endotracheális intubációról írt cikket R.M. McClelland (5). Az intenzív terápia és a gépi lélegeztetés fejlődése igényt és

lehetőséget biztosított a minimál invazív, úgy mellett elvégezhető technikák kialakulására. Így napjainkban a légszomszések túlnyomó többsége tartós gépi lélegeztetés miatt, az intenzív osztályokon, perkután technikával történik. A sürgősségi esetekben elsősorban conicotómiát, más néven cricothyroidotomiát végeznek.

1.1.7.A perkután légszomszési technikák fejlődése

1953-ban S. I. Seldinger (16) bemutatott egy új technikát, mellyel perkután úton helyezett be artériás kanült egy vezetődrót segítségével. Ez számos beavatkozás alapja lett a későbbiekben, így például a centrális véna biztosításához és a perkután tracheosztómás módszerekhez is ezt az ún. Seldinger-technikát alkalmazzuk.

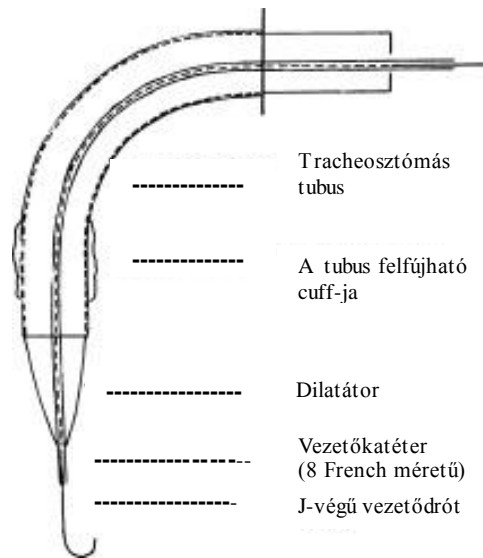
Az első perkután tracheosztómás módszer leírása 1957-ből, Sheldentől származik. Célja az volt, hogy a beteget ne legyen szükséges a műtőbe szállítani, valamint a sebészi tracheosztóma súlyos szövődményeit kívánta elkerülni. A beavatkozás során vágótrokárt alkalmazott, amely azonban súlyos, végzetes szövődményekhez vezetett, mivel a közeli szerveket megsértette, így alkalmazása nem terjedt el (7. ábra). (17)



7. ábra: Vágótrokárok, Archives of Anatomy Library, Grelfswald Egyetem, Németország (3)

1969-ben Toyé és Winstein már egy kúpos végű, egyenes tágitó eszközt használt a perkután légszomszés során, melynek egy rejtett pengéje volt a prelaryngeális szövetek átvágására. Ez a technika is vérzésekhez, kanül malpozícióhoz, nyelőcsősérüléshez vezetett, így ez sem terjedt el. (18)

1985-ben Pasquale Ciaglia egy tágító-eszköz sorozatot alkalmazó perkután módszert közölt (8.és 9.ábra) (19).



8. ábra: Ciaglia tágító eszköze, az 1985-ös eredeti közléséből. Minden eszközt egy képen ábrázoltak, a méretek viszonyítására. (19)



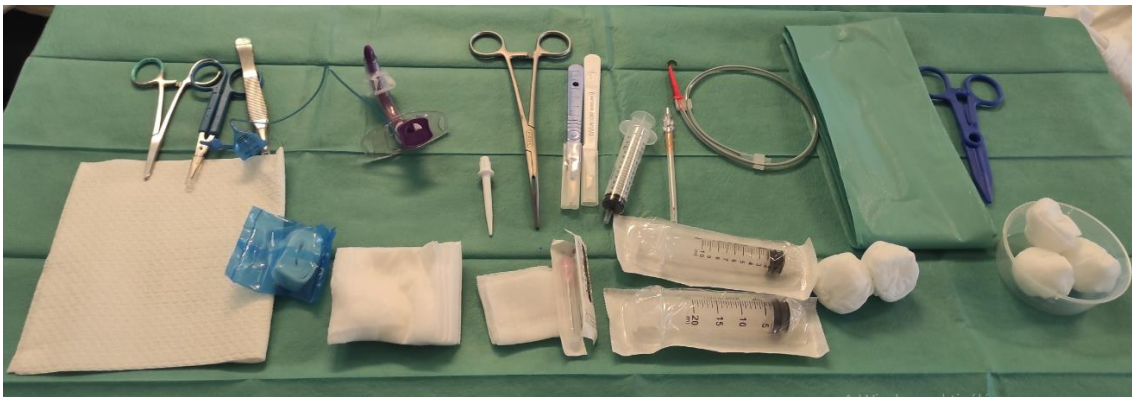
9. ábra: A Ciaglia által használt tágító sor. (Cook intézet, Bloomington, Amerikai Egyesült Államok)(3)

1989-ben Schachner kialakította a Rapitrach (Fresenius) eszközt, mely elsősorban sürgősségi tracheosztóma képzésére volt tervezve (10. ábra). Ez egy vágó peremmel rendelkező eszköz, melynek kinyitott szárai között vezetendő be a drót mentén a légesókanül. Használata során több halált okozó hátsó tracheafal sérülés fordult elő, így napjainkban már ez sem használatos.



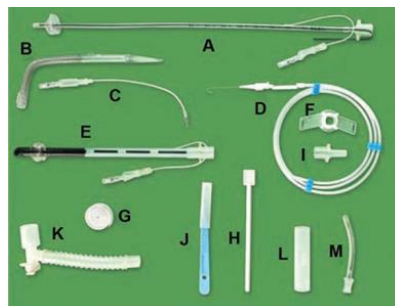
10. ábra: Rapitrach tágító eszköz (Surgitech, Sydney, Ausztrália)(3)

1990-ben William Griggs (20) közölte az általa kifejlesztett 'guide wire dilatatin forceps' -et (GWDF), vagy a magyar szakzsargonban Griggs-eszközként nevezett légsőtágítót. Ez egy tompa, hajlított végű fémeszköz, mely poái között a vezetődrót méretének megfelelő lyuk található, így az eszköz a vezetődróra ráhúzva tompán vezethető be a légsőbe, és ott kinyitandó (11. ábra).



11. ábra: A Griggs-féle szett, középen a GWDF (saját fotó)

1993-ban A. Fantoni egy transzlaryngeális tágító technikát (TLT) írt le, mely során a légsőt tűvel megsúrva a vezetődrót retrográd módon kivezette a szájon keresztül, majd mind a tágító eszközt, mind a tracheosztómás tubust a légsőből húzta ki a nyakra (12. ábra). Saját módszerét pontosította 1997-ben (21).



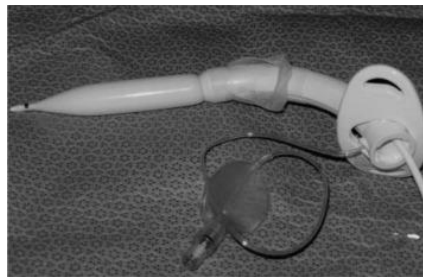
12. ábra: Fantoni transzlaryngeális tágító technika (TLT) eszközei (3)

1999-ben Ciaglia saját módszerét finomította és a hajlított tágító eszközsort egy folyamatosan növekvő átmérőjű eszközben egyesítette, mely így az orrszarvú szarvához hasonlatos, ezért kapta a Blue Rhino (CBR; Cook Critical Care, Bloomington, IL) nevet (13. ábra) (22).



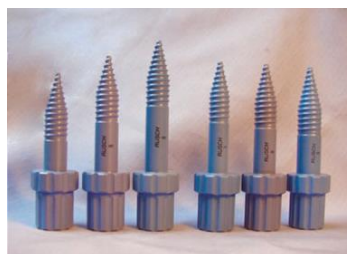
13. ábra: Az egy lépcsős Blue Rhino tágító (Cook intézet, Bloomington, Amerikai Egyesült Államok))(forrás: <https://www.cookmedical.com/products/a10321c1-93db-469a-9b3b-6c139143cb49/> letöltés dátuma: 2023.03.27.)

2000-ben Ciaglia halála előtt nem sokkal felvetette egy rásegítő ballonos tágító technika ötletét, melyet 2003-ban Michael Zgoda valósított meg (14. ábra) (23).



14. ábra: Zgoda által közölt ballonos rásegítéssel rendelkező tágító eszköz. (23)

2002-ben G. Frova kifejlesztette a PercuTwist technikát, mely során csavarra emlékeztető eszközzel tágítja fel a légsövet, ezzel jobban kontrollálva a légső elülső falára helyezkedő nyomást (15. ábra) (24).



15. ábra: PercuTwist (3)

A fejlődés azonban még mindig nem állt meg: 2005-ben S. P. Ambesh Ciglia Blue Rhino eszközét fejlesztette tovább – a kerek átmérő helyett elliptikus alakú és egy T-nyélben végződik (T-Trach, T-Dagger) (16. ábra).



16. ábra: Ambesh féle T-Dagger (3)

2012-ben Élő Gábor (25) a Griggs-technikát módosította a porctörések elkerülésének érdekében. Szélesebb bőrmetszést alkalmazott, majd a prelaryngeális szöveteket tompán felpreparálta (úgynevezett fél-sebészi módszer), majd a Griggs-eszközzel nemcsak horizontális, hanem longitudinális irányú tágitást is végzett, nagyobb helyet biztosítva a légcsőkanül begördítéséhez.

Hazánkban a leggyakrabban használt módszerek a Ciglia Blue Rhino-, a Griggs- és az Élő által módosított Griggs-technikák.

1.2. A gége és a légcső élettana és anatómiája (26)

1.2.1. A gége (larynx)

1.2.1.1. A gége élettana

A gége élettani feladata a légút biztosítása (respiratorikus reflex), a légút védelme, a fonáció, illetve a kellő intrathoracalis és intraabdominalis nyomás biztosítása.

1.2.1.2. A gége elhelyezkedése

A gége újszülöttnél a 2., 6 éves kortól a 4-5. nyakcsigolya magasságában helyezkedik el.

1.2.1.3. A gége porcai

A larynx 3 páratlan porcból áll, ezek a pajzsporc (cartilago thyroidea), a gyűrűporc (cartilago cricoidea) és a gégefedő (epiglottis), valamint 3 páros porcból, melyek a kannaporc (cartilago arytenoidea), a cartilago corniculata (Santorin-porc), a cartilago cuneiformis (Wrisberg-porc), illetve járulékos porcokból (cartilago sesamoidea).

1.2.1.4. A gége ízületei

A gége ízületei az articulatio cricoarytenoidea, mely a hangrés nyitásáért és zárásáért felelős és az articulatio cricothyroidea, mely a hangszalagok feszességét, hosszát, ezáltal a hangmagasságot változtatja.

1.2.1.5. A gége szalagkészüléke

A géget alkotó szalagok a következők: membrana thyrohyoidea (ligamentum thyrohyoideum lateralis et medialis), membrana cricothyroidea (ligamentum conicum), ligamentum cricotracheale, ligamentum thyroepiglotticum (ligamentum hyoepiglotticum), ligamentum vocale, ligamentum vestibulare, conus elasticus és a membrana quadrangularis.

1.2.1.6. A gége izmai és mozgásai

A gégebemenet (aditus laryngis) szűkítői a musculus arytenoideus obliquus, a musculus aryepiglotticus, a musculus thyroarytenoideus (thyroepiglotticus) és a musculus

arytenoideus. A hangrést nyitja a musculus cricoarytenoideus posterior és zárja a musculus cricoarytenoideus lateralis és a musculus arytenoideus transversus. A hangszalag hosszát/feszességét befolyásolja a musculus cricothyroideus, mely nyújtja vagy fészíti, a musculus thyroarytenoideus, mely rövidíti vagy relaxálja. A musculus vocalis felelős a tartásért és finom beállításokért.

1.2.1.7. A gége vérellátása és beidegzése

A gége a vérellátását az artéria laryngea superiorból kapja, mely az artéria thyroidea superior ága. Beidegzéséért a nervus vagus felelős. A nervus laryngeus superior a musculus cricothyroideust idegzi be mozgatóan, valamint a gége nyálkahártyája nagy részének érző beidegzését végzi. A nervus laryngeus inferior, vagy gyakoribb nevén nervus laryngeus recurrens a gége többi izmának mozgató beidegzéséért felelős és egy kis részt a plica vocalis alatt érző beidegzéssel is ellát. A nervus laryngeus recurrens jobb oldalon az arteria subclavia alatt ered és onnan fut fel ferdén a gégéhez, bal oldalon a mellkasban az aortaív alatt ered és onnan nagyjából függőlegesen fut felfelé.

1.2.2.1.8. A gége nyirokelvezetése

A gége nyirokelvezetésének ismerete a daganatok metasztázisképzése szempontjából alapvető fontosságú. A supraglotticus gégerészből az artéria laryngea superior-menti nyirokelfolyás vezet a felső parajugularis nyirokcsomók felé. A hangszalagok nyirokelvezetése a praelaryngealis nyirokcsomókon (Poiret-csomó, Delphian-csomó) keresztül az alsó parajugularis nyirokcsomókhoz történik. Végül a paraglotticus spatiumból, a subglottisból, valamint a paratrachealis nyirokcsomókból a nyirokelvezetés az alsó mély parajugularis nyirokcsomók felé irányul.

1.2.1.9. A gége szövettana

A gégét a plica vestibularisig többmagsoros csillószőrös hengerhám borítja, seromucinosus mirigyekkel. A plica vocalison többretegű el nem szarusodó laphám található, majd inentől kaudálisan a légső többmagsoros csillószőrös, kehelysejtes hengerhámja kezdődik.

1.2.2. A légcső (trachea)

1.2.2.1. A légcső élettana

A trachea biztosítja a légzőrendszer számára a gázcseréhez szükséges és az abból származó levegő szállítását.

1.2.2.2. A légcső elhelyezkedése:

A légcső a VII. nyakcsigolya magasságában kezdődik és a IV-V. thoracalis csigolyák magasságában a bifurcatio tracheae-nál oszlik két főhörgőre. A légcső mögött közvetlenül, kissé balra a nyelőcső található. A légcső és a nyelőcső közti barázdában oldalt fut felfelé a nervus laryngeus recurrens. A nyaki érhüvely a légcső laterális oldalán található, abban mediálisan az artéria carotis communis, laterálisan a vena jugularis interna fut. Elöl a 2-4. légcsőporcok felett található a pajzsmirigy isthmusa. A mellkasban a vena brachiocephalica sinistra ferdén keresztezi a tracheát. A légcső bifurcatio feletti részével az aortaív kereszteződik, és a középvonalban ered belőle a truncus brachiocephalicus, ami jobbra ferdén felfelé fut.

1.2.2.3. A légcső porcai, szalagjai

A gyűrűporccal az első légcsőporcot a ligamentum cricotracheale köti össze, ez a légcső kezdete. Vázát 16-20 darab hátrafelé nyitott, „C” alakú porc alkotja, melyeket fibro-elasztikus szalagok kötnek össze, egy átlagosan 12-14 cm hosszú, 15-17 mm átmérőjű csövet alkotva.

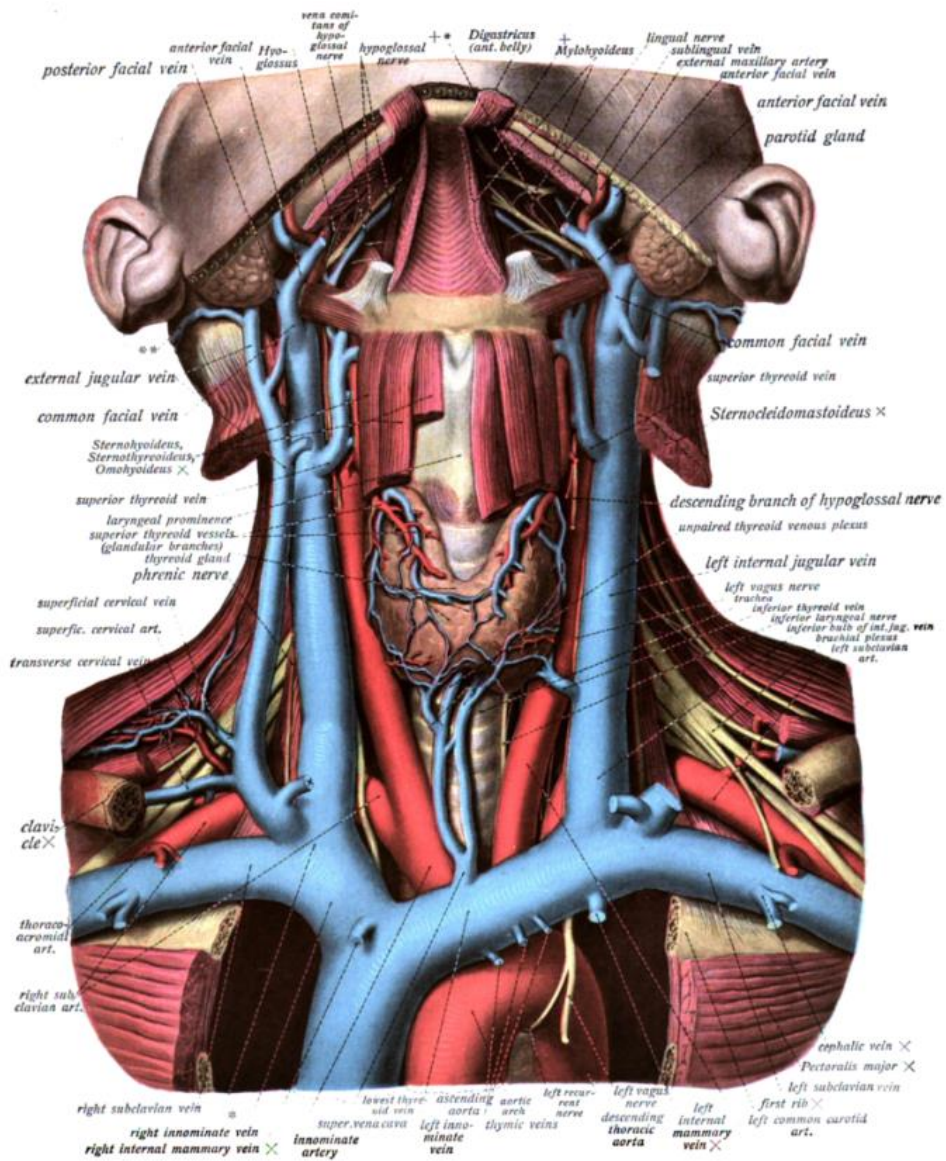
1.2.2.4. A légcső vérellátása és beidegzése

A légcső a vérellátását az artéria thyroidea inferiorból kapja (a truncus thyrocervicalis ága az arteria subclaviából). Vénás elvezetése az alsó thyroid-plexus felé történik. Érző beidegzését a nervus laryngeus recurrens végzi, mely szállít szimpatikus rostokat is a nyaki ganglionokból.

1.2.2.5. A légcső szövettana

A légcső porcai üvegporcok (hyalinporcok). Nyálkahártyája többmagsoros, csillószerű, kehelysejtes hengerhám. A légcső falában rugalmas rostokat, simaizom sejteket és kevert nyálka-mirigyeket is találunk.

A gége és a légcső tájanatómiai viszonyait a 17. ábra szemlélteti.



17. ábra: A nyak anatómiája: Sobotta: Atlas and text-book of human anatomy, 1906

588-as ábra (27)

1.3. A légcsőmetszés típusai

A légcsőmetszéseket több szempont szerint csoportosíthatjuk. A tracheosztóma képzés időpontja szerint beszélünk sürgősségi vagy tervezett beavatkozásról. Egy tracheosztóma lehet átmeneti, vagy jelenthet végleges, definitív állapotot. A permanens légcsőmetszés egyik formája a teljes gégeeltávolítás utáni tracheosztóma, amikor a légcsövet teljes átmérőjében kirögzítjük a bőrhez és az e fölötti szakaszt a gégevel és a garat egy részével együtt eltávolítjuk. A pajzsmirigyhez viszonyított helyzete szerint megkülönböztetünk alsó, középső és felső tracheosztómát. A műtéti beavatkozás típusa szerint lehet cricothyroidotomia, sebészi légcsőmetszés, perkután dilatációs tracheosztóma, illetve minitracheosztóma.

1.3.1. Cricothyroidotomia / conicotomia / gégemetszés

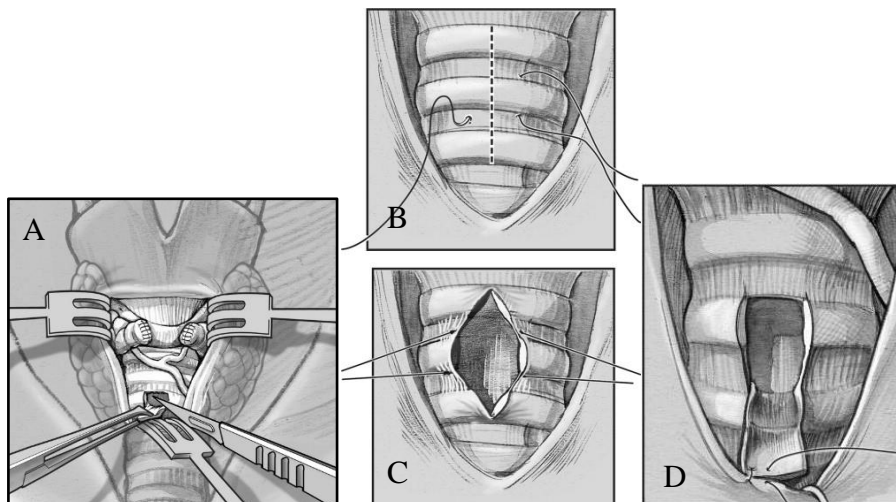
Conicotomia végzése indokolt sürgősségi szituációkban, amikor az endotracheális intubáció nem kivitelezhető. Egyszerűen elvégezhető életmentő beavatkozás, a ligamentum cricothyroideum vagy más néven ligamentum conicum könnyen kitapintható a pajzsporc és gyűrűporc között. Itt a bőr alatt közvetlenül elérjük a szalagot, majd azon keresztül a gége lumenét. A conicotomia elvégezhető egy szike segítségével is, de rendelkezésre állnak fém trokárok, vagy egyszer használatos műanyag szettek is. A conicotomiás résbe kisebb méretű tubus bevezetése szükséges. Mivel nagy a gyűrűporc sérülésének esélye, ezért a conicotomia maximálisan 3 napig tartható fent, azonban, ha a kórokból kifolyólag várhatóan hosszabb légútbiztosításra lesz szükség, akkor mihamarabbi konverziója javasolt sebészi tracheosztómává.

1.3.2. A standard sebészi tracheosztóma képzésének módjai, lépései

A sebészi légcsőmetszés alapja ma is Jackson 1909-ből származó leírása (10). A standard sebészi tracheosztóma műtőben végzendő. A műtéti terület jó megvilágítása,

szívó és speciális eszközök szükségesek hozzá: elektrokauter, a légsőhorog, conchotom vagy a légsőtágító eszköz. A sebészi légsőmetszés történhet helyi érzéstelenítésben vagy általános anesztéziában. A beteget a műtőasztalon megemelt vállakkal, reklinált fejhelyzetben fektetjük. A nyak extenziója kiemeli egy tracheaszakaszt a mellkasból, így nagyobb műtéti teret kapunk, valamint az extenzió által a légső közelebb kerül a bőrhöz. Általános anesztézia esetén is használhatunk 1%-os tonogénes lidocaint a bőrmetszés előtt vérzéscsillapítási céllal, valamint a trachea megnyitása előtt is praktikus pár csepp használata a köhögési reflex tompítása, kikapcsolása céljából. Tapintással azonosítjuk az anatómiai tájékozódási pontokat: a pajzsporcot, a gyűrűporcot és a jugulumot. A bőrmetszést a nyak középvonalában vezetjük a gége alsó szélétől lefelé, 3-5 cm hosszan. Ezt követően a platysma és a szubkután zsírszövet átvágása után megkeressük a linea albat és tompán szétválasztjuk, majd elkampózzuk a légső előtti izmokat. A pajzsmirigy isthmusához viszonyítva megkülönböztetünk tracheostoma superiort, inferiort és mediát. A pajzsmirigy isthmusa szalagosan tapad a gyűrűporchoz és fedi a légső felső szakaszát. Amennyiben a pajzsmirigy mérete megengedi, azt felfelé elkampózzuk. Máskülönben a gyűrűporcon tapadó szalagos összeköttetést átvágjuk (Bose-metszés). A pajzsmirigyet két erős lefogás között átvágjuk, és tova futó varrattal elvarrjuk, majd az így ellátott pajzsmirigylebenyeket kétoldalra elkampózzuk. Gyermekekben a 2-3. légsőporc közötti porcrésbe helyezük be a kanült. Ezt lehetővé teszi a szövetek rugalmassága, így porcot nem távolítunk el. Felnőttkorban több módszer lehetséges: készíthetünk ablakot szike és conchotom segítségével a 2. vagy 3. légsőporcon egy porcrészlet eltávolításával, vagy használhatjuk az úgynevezett Björk-flapet, azaz a légsőporcot fordított U alakban megvágva, azt a bőrhöz kivarrrva, vagy a légső mellső falán vertikális metszést ejtve két oldalra öltésekkel széthúzzuk. Amennyiben a műtétet általános anesztéziában, intubációs necrosisban végezzük, ennél a lépésnél szükséges az endotracheális tubus szájüreg felé való visszahúzása. Ezután behelyezzük a tracheosztómás kanült és rögzítjük. A tracheosztómás kanül megfelelő méretű kell, hogy legyen. A légső mérete nem korrelál a beteg életkorával, testmagasságával vagy testsúlyával. Általánosságban elmondható, hogy a nőknek általában kisebb méretű kanül szükséges, mint a férfiaknak. A szubkután emphysema elkerülése céljából gézzel vesszük körbe a kanült, majd a bőrsébet 1-2 öltéssel szűkítjük (28-30). Műtőn kívül történhet légsőmetszés sürgősségi esetben fulladás miatt, illetve tapasztalt operatőr

megfelelő felszereléssel és asszisztenciával elvégezheti azt az intenzív osztályon is. A 18. ábrán a légcső megnyitásának módjai láthatóak.



18. ábra: A légcső falának lehetséges megnyitási módjai: A: A tracheaporc kivágása, B-C: A légcső falának megnyitása, majd öltésekkel széthúzása, D. A Björk-flap(28)

1.3.3. Minitracheosztóma

Minitracheosztóma képzése indikált profilaktikus céllal mellkasi, illetve felső hasi műtétet megelőzően magas rizikójú betegek esetén, illetve terápiás céllal olyan betegeknél, ahol a gépi lélegeztetés már nem szükséges, de a beteg még gyenge ahhoz, hogy a légúti váladékát effektíven felköhögje. A műtét során vertikális metszést ejtünk a cricothyroid membránon vagy a tracheosztómának megfelelő helyen, majd egy körülbelül 4 mm átmérőjű kanült vezetünk a légútba (19. ábra). Ezen keresztül a légúti váladék leszívható, illetve oxigén adása is lehetséges. (31)



19. ábra: Minitracheosztómás készlet (32)

1.4.A légcsőmetszés indikációi, időzítése, előnyei, szövődményei, kontraindikációi

1.4.1 A légcsőmetszés indikációi

A légcsőmetszés szükséges lehet felső légúti szűkületek miatt, tartós gépi lélegeztetés esetén, a légúti váladék eltávolításának elősegítése céljából, illetve azon kórformákban, amelyek során a beteg nem tud effektíven köhögni és/vagy fennáll az aspiráció veszélye. Tracheosztóma képzése indokolt lehet továbbá elektív, általában fül-orr-gégészeti és szájsebészeti műtétek előtt, vagy azok részeként (1.táblázat). Gyenge általános állapotú betegek esetében olykor szintén szükséges beavatkozás lehet, amennyiben kardiovaszkuláris, vagy pulmonális státuszuk ezt szükségessé teszi. (3):

1 táblázat: Légcsőmetszést indokoló kórállapotok

A felső légúti szűkület okai	Tartós gépi lélegeztetés szükségessége
<ul style="list-style-type: none">• Gége ödéma (allergiás, vagy gyulladáshoz vezető)• Gyulladás, tályog a szájüregben, algaratban, gégeben (pl.: epiglottitis, diftéria, peritonsilláris tályog, retropharingeális tályog)• Tumorok• Kétoldali hangszalagbénulás (nervus recurrens paresis)• Trauma• Fejlődési rendellenességek• Az alvási apnoe egyes súlyos esetei	<ul style="list-style-type: none">• Gyulladások bronchopneumonia, krónikus obstruktív tüdőbetegségek akut exacerbációja, szepszis, ARDS• Trauma: polytrauma, mellkassérülés, súlyos koponyatrauma• Intracraniális kórokok: vérzés vagy ischemia (stroke), daganatok• Többszervi elégtelenség (multi organ failure)• Neurológiai betegségek: Guillain-Barré-szindróma, myasthenia gravis, amyotrófiás lateralsclerosis• Eszméletlenség intoxikációk, belgyógyászati krízisállapotok• Inadekvát köhögés, krónikus fájdalom okozta izomgyengeségek/sorvadások• Aspiráció veszélye bulbaris paralizis, nyelőcső betegségek• Otthoni gépi lélegeztetés

1.4.2. A légszűrés időzítése

Egy metaanalízis során 30 év adatait, 690 közleményt összehasonlítva, arra derült fény, hogy azon betegeknél, akiknél az endotracheális intubációt követő 7 napon belül megtörtént a légszűrés (30, 33), csökken a gépi lélegeztetéssel töltött napok száma, csökken a kórházban szerzett pneumonia kialakulásának esélye és csökken a kórházban eltöltött idő is, tehát a korai tracheosztóma képzés mindenképpen javasolt (34).

1.4.3. A tartós endotracheális intubáció hátrányai, szövődményei

A hosszan tartó endotracheális intubációnak számos szövődménye lehet: az ajkak, a garat, a gége, a hangszalagok tubus által okozott kifelé fordulás, glottikus, szubglottikus stenózis, a cricoarytenoid ízület fibrózisa, ezáltal a hangszalagok mozgási képtelensége, az arytenoid porcok szubluxációja, a légszűrés sérülései (tracheomalácia, tracheostenózis, trachea dilatáció), aspirációs pneumonia. Ezeken túl a beteg számára diszkomfortot jelent az endotracheális tubus elviselése – emiatt számos esetben tartós szedációs igény lép fel. Mindemellett a száj higiéne korlátozott, a beteg szájon át nem táplálható, kommunikációja nehezített, sinusitis alakulhat ki. Nagyobb az autoextubáció esélye, ezáltal a légútvesztés lehetősége, valamint a reintubáció kapcsán a légutak sérülésének valószínűsége.

1.4.4. A tracheosztóma képzés előnyei az endotracheális intubációval szemben

A légszűrés a fentiek alapján tehát előnyösebb, mint a tartós endotracheális intubáció. Csökken a beteg diszkomfort érzése, ezáltal csökken a szedációs igénye (35). Javul a száj higiéne, könnyebbé válik a beteggel való kommunikáció. Nő a beteg együttműködési hajlama, ezáltal biztonságosabbá, stabilabbá válik a légút. Csökken a sinusitis és az oropharyngeális szövődmények lehetősége, valamint csökken a gége sérülésének esélye. Csökken a légzési holtter és a légzési munka, illetve csökken a

ventilátor asszociálta pneumonia (VAP) lehetősége is. Csökken a lélegeztetéssel töltött napok száma, ezáltal az intenzív osztályon töltött idő (35). Javul a nyelési képesség, ezáltal csökken az aspiráció lehetősége és a beteg száján át táplálhatóvá válik, ami tovább növeli komfortérzését. Könnyebben cserélhető a tracheosztómás tubus, kisebb a tubus obstrukciójának lehetősége légúti váladék vagy a tubus harapása miatt. Megkönnyíti a mobilizációt, a beteg ápolását. Az Amerikai Egyesült Államokban évente körülbelül 800.000 betegnél szükséges tartós gépi lélegeztetés, akut légzési elégtelenség miatt, közülük körülbelül 100.000 betegnél történik légszűkület (30). A magyar adatok sajnos nem ismertek.

1.4.5. A perkután tracheosztóma képzés előnyei a sebészi tracheosztóma képzésével szemben

A Seldinger-technikán alapuló perkután légszűkület módszerei a minimál invazív technikák közé tartoznak, így mellett elvégezhetőek, így a beteg szállítása nem szükséges, ezáltal a szállítási trauma előfordulásának csökkenése miatt a beteg számára biztonságosabbak. Nem foglal a beavatkozás műtői kapacitást/személyzetet. Olcsóbb, gyorsabb (36), és kisebb műtéti megterhelést jelent. Csökken a vérzéses és fertőzőes szövődmények lehetősége, valamint kisebb a műtéti sebzés, ezáltal a heg. A perkután tracheosztóma képzés sikerességi aránya 98% (3), míg mortalitása kevesebb, mint 0,5% (37). A szövődmények aránya kisebb, mint sebészi légszűkület esetén, mely során a betegek 5-15%-nál lép fel valamilyen komplikáció (37).

1.4.6. A tracheosztóma képzés szövődményei

Tracheosztóma képzésekor, mint minden műtéti beavatkozás előtt, mérlegelnünk kell az előnyöket és a hátrányokat, ezért alább részletesebben kitérünk a fontosabb, elkerülhető/elkerülendő szövődményekre. Egy 2013-ban megjelent tanulmány 68 közleményben leírt 71 haláleset elemzése alapján a perkután tracheosztóma mortalitási arányát 0,17%-nak találta. Ebből 31% a beavatkozás közben következett be, 49,3% 1

héten belül. A fő halálokok a vérzés (38,%), légúti komplikációk (29,6%), a légcső perforáció (15,5%), légmell 5,6% volt (38). A légcsőmetszés lehetséges szövődményei a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: A légcsőmetszés szövődményei

Korai (24 órán belüli szövődmények):	Középtávú szövődmények (24 óra-1 hónap között)	Hosszú távú szövődmények (1 hónap után-évek)
<ul style="list-style-type: none"> • Hypoxia • Szívritmuszavar, hypotónia • Bronchospasmus • Vérzés • Sebészi trauma (oesophagus sérülés, nervus recurrens sérülés) • Pneumothorax, pneumomediastinum • Szubkután emphysema • Nyaki erek sérülése • Tracheosztómás tubus malpozíciója • Véletlen dekanüláció • Légcső hátsó falának sérülése • Szívmegállás (cardiac arrest), halál 	<ul style="list-style-type: none"> • Sebfertőzés • Légcső falának eróziója • Tubus elmozdulása • Tubus elzáródása • Szubkután emphysema • Tracheoesophageális fisztula • Aspiráció, tüdőtályog 	<ul style="list-style-type: none"> • Tracheo-oesophageális fisztula (TOF) • Trachea-artéria anomya fisztula (TIF) • Légcső granuláció • Légcső szűkület (tracheasztenózis) • Légcső dilatáció • Tracheomalácia

1.4.6.1. Vérzés

A perkután technika alkalmazásának egyik előnye, hogy kevesebb a vérzéses szövődmény, mint a nyílt módszernél. Azonban a perkután módszerek alkalmazása esetén nincs lehetőség direkt vérzéscsillapításra, ezért a halálos szövődmények leggyakoribb oka a csillapíthatatlan vérzés. A vérzés származhat a nyaki nagy erekből, a prelaryngeális szövetekből, a pajzsmirigyből, mely vérellátása igen gazdag és a belőle származó diffúz vérzés nehezen csillapítható, vagy a gége/légcső előtt futó erekből, esetleg a légcső nyálkahártyájából. A vérzés oka lehet az alapbetegség okozta véralvadási zavar is. A vérzéses szövődmények megelőzésében segíthet a beavatkozás előtti megfelelő, statikus és dinamikus véralvadási vizsgálatok elvégzése és szükség szerinti korrekciója és a preoperatív ultrahangvizsgálat az anatómiai variációk felmérésére (39). Minor vérzés az esetek 20%-ban fordul elő, ez azonban ujjal történő kompresszióra, vagy helyileg alkalmazott véralvadást segítő anyagok hatására szűnik, nem igényel transzfúziót, nincs hatással a kimenetelre (40, 41).

1.4.6.2. A kanül rossz helyzete – nem a légcsőbe történő behelyezése

A kanül nem a légcsőbe való behelyezése történhet a prelaryngeális szövetek közé, a légcső hátsó falának átszakításával a nyelőcsőbe, vagy a mediastinumba, ezért fontos a tracheosztóma képzés után minden alkalommal kapnográfias (kilélegzett széndioxid, end tidal carbon dioxide, EtCO₂) méréssel meggyőződni arról, hogy a kanül a légcsőben van-e. A posztoperatív mellkasröntgen vizsgálat is többek között ezt a célt szolgálja. A kanül nem a légcsőbe való kerülésének esélyét csökkenti a beavatkozás során alkalmazott bronchoszkópos ellenőrzés, illetve az Élő-szerinti módosítás során a légcső látótérbe hozása. A kanül kicsúszásának megelőzése, a légútvesztés elkerülésére érdekében azt gondosan rögzíteni kell, szükség szerint a bőrhöz ki kell varrni.

1.4.6.3. A légcső hátsó falának perforációja

A légcső hátsó falának perforációja életveszélyes szövődmény. Incidenciája széles skálán mozog, az irodalmi adatok 0-12,5% közötti előfordulással számolnak (3). A légcső perforációja pneumothoraxhoz, pneumomediastinumhoz, pneumopericardiumhoz vezethet. Mihamarabbi műteti ellátása szükséges. A műteti helyreállítás előtt fontos nyelöcső tükrözéssel tisztázni a sérülést, a későbbi tracheoesophageális fisztula kialakulásának megelőzése céljából. Amennyiben a légcső hátsó falának sérülése nem kerül mihamarabb felismerésre és ellátásra, a folyamat gyorsan mediastinitis kialakulásához vezethet, mely szintén életveszélyes állapot, a beteg túlélése esetén is számos késői szövődmény – tracheo-oesophageális fisztula, tracheasztenózis alakulhat ki. Az áthatoló sérülések megelőzésének egyik eszköze a beavatkozás során végzett bronchoszkópia.

1.4.6.4. Pneumothorax, pneumomediastinum, szubkután emphysema

Kisméretű bőr alatti emphysema a légcsőmetszések után gyakran előfordul, kezelést nem igényel, spontán felszívódik. Pneumothorax, pneumomediastinum kialakulása az irodalmi adatok szerint 1% alatti (3). A posztoperatív mellkasröntgen elvégzése nem csupán a kanül helyzetének ellenőrzésére szolgál, hanem segít az esetleges légmell kialakulásának felfedezésében is. E szövődmény korai diagnosztikájában segítségünkre lehet a bedside végzett mellkasfali UH vizsgálat, mely során a pleuralemezek egymáson való elcsúszását figyelve a pneumothorax kizárható, vagy egyértelműsíthető is.

1.4.6.5. Laryngotracheális sztenózis (LTS)

Egy átlagos felnőtt légcsővének átmérője 25 mm. A kritikus, legszűkebb rész a gyűrűporc magasságában van, itt átlagosan 17 mm átmérőjű. A gyűrűporc épsége különösen fontos a légcső kellő tágasságának szempontjából. Tünetek akkor

jelentkeznek, ha a légcső átmérője a korábbiak felére szűkül, ekkor köhögést, nehezített köpetürítést panaszol a beteg. Nehézlégzés (dyspnoe) akkor alakul ki, ha a légcső átmérője kisebb, mint 10 mm, stridor 5 mm alatti lumennél tapasztalunk.

A laryngotracheális sztenózis egy összetett patomechanizmusú betegség, amely a mai napig nem teljesen tisztázott. A fő mechanizmus az abnormális sebgyógyulás által okozott fibrotikus heg kialakulása. Ennek leggyakoribb oka a iatrogén sérülés, de előfordulhat légcsőszűkület autoimmun és fertőzőes megbetegedések következtében is (42).

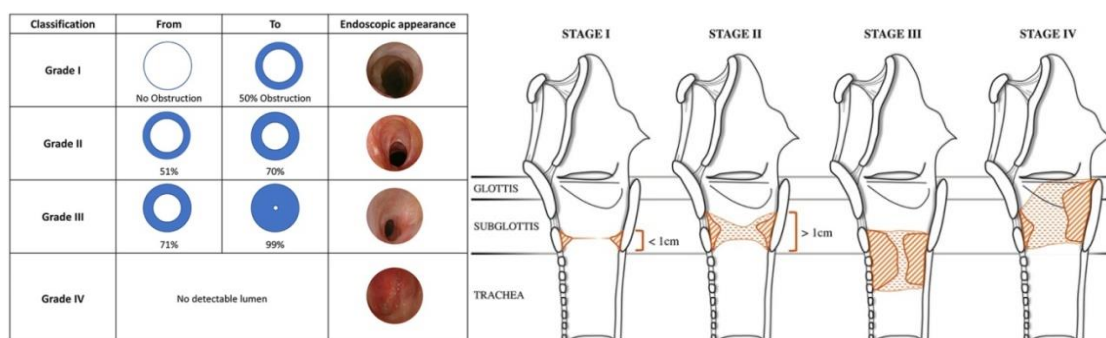
1.4.6.5.1. Posztintubációs sztenózis

A vezető tünet jellemzően az extubálást követően 4-5 héttel jelentkező progrediáló stridor formájában figyelhető meg. Oka legtöbbször a hátsó commissurában kialakult decubitus, majd granuláció, és az így kialakuló sztenózis. Előfordulása 5-10 napos intubációt követően 4%, 10-24 napos intubációt követően 14 % (43).

1.4.6.5.2. Poszttracheosztómás tracheasztenózis

Feltehetőleg a leggyakoribb szövődmény tracheosztóma képzését követően, azonban a kis szűkületek tünetmentesek, így a pontos statisztikai adatok nem ismertek. Az esetek 3-12%-ában tapasztalunk klinikailag releváns, beavatkozást igénylő légcsőszűkületet (44). Irodalmi adatok azt mutatják, hogy a legfontosabb etiológiai tényező a iatrogén ok, azaz a tracheosztóma képzése során a gyűrűporc és az első légcsőporc sérülése/törése (45, 46). Légcsőmetszés után tracheasztenózis kialakulhat a sztóma szintjében (leggyakoribb), a cuff magasságában, illetve a kanül végénél. 1996-ban L.W.E. van Heum 12 elhunyt beteg boncolási adatait közölte. Minden esetben Ciaglia Blue Rhino technikával történt a légcsőmetszés. A behelyezett kanül 2 esetben volt közvetlenül a gyűrűporc alatt, 3 esetben a hármaskorong alatt. 12-ből 11 elhunynál tapasztaltak egyszeres, vagy többszörös porctörést, ebből 2 esetben a gyűrűporc tört el. Két tracheán volt látható 20 illetve 30%-os légcsőszűkület (47). A korai tünetek a következők:

magas légúti csúcsnyomás szükségessége a lélegeztetés során, a beteg nehezen leszoktatható a lélegeztető gépről, a leszívó katéter nehezen vezethető be. A későbbiekben a beteg nem dekanülálható, felső légúti obstrukció tüneteit mutatja, dyspnoés, stridora van és a dekanülálás után röviddel légzési elégtelenség alakul ki. Légcsőszűkültre predisponáló faktorkok lehetnek a magasan behelyezett kanül, porcsérülés a tracheosztóma képzés során, a traumatikus vagy elhúzódó intubáció, sebfertőzés, chondritis, korábbi intubáció vagy légcsőmetszés, szepszis, hypotenzió, nagydózisú kortikoszteroid használat, magas életkor, női nem, súlyos gastrooesophageális reflux betegség, alvási apnoe szindróma, korábbi helyi sugárkezelés (48-50). A szubglottikus szűkületek mértékének megítélésére használt a Myer-Cotton klasszifikáció (20. ábra). Műtéti beavatkozást általában a 70 %, vagy annál nagyobb szűkület igényel. A magassági kiterjedés megítélésére a McCoffrey (1-4. stádium) beosztás használatos.



20. ábra: Myer-Cotton klasszifikáció (bal) és a McCoffrey stádiumok (jobb) (51)

A légúttágító műtétek két csoportba oszthatóak, transzorális és nyitott beavatkozásokra. Transzorális műtétek során lézert vagy koblátort alkalmaznak. A tágítás történhet dilatációval, majd fém vagy szilikon sztent behelyezésével. A sebgyógyulásig szükség lehet a hangszalagok laterofixációjára. Alkalmazhatunk lokális mitomycin C-t a fibroblaszt-aktivitás csökkentésére. Transzorális műtétek alkalmazása után gyakrabban fordul elő resztenózis. A nyitott műtétek csoportjába tartozik a laryngotracheális rekonstrukció (LTR) bordaporc beültetéssel, rotációs thyreo-tracheopexia, slide laryngo-tracheoplasztika, vagy a trachea szegment rezekció end-to-end anasztomózis képzésével. A műtét sikere az elsőként jól megválasztott módszertől függ, így érdemes kivárni, amíg a beteg állapota kellően stabil lesz a gyógyuláshoz, nem javasolt siettetni a műtéti ellátást. A légúttágító műtéti tracheosztóma behelyezése / fenntartása javasolt az amúgy is sérült régióban (52). Ezen műtétek a beteg számára nagy műtéti

megterhelést jelentenek, esetleg több műtéti rekonstrukció is szükséges lehet. Sikertelenségük esetén a beteg tartós légsőkanül viselésre szorul, mely az életminőséget igen jelentősen rontja. Mivel a betegek tünetei csak 50%-os, vagy annál nagyobb szűkület kialakulásakor jelentkeznek, ezért javasolható a perkután tracheosztómán átesett betegek hosszú távú követése 3 hónaptól 2 évig, ennek részeként laryngobronchoszkópia és CT vizsgálat végzése is ajánlott (3).

1.4.6.6. Tracheoesophageális fisztula (TOF)

Ritka, súlyos szövődmény (1%). Okai a tracheosztóma képzés során a légső hátsó falának perforációja, illetve a légsőkanül cuff-jában tartósan magas nyomás. Tünetei a bőséges légúti váladék, a táplálék, vagy innivaló megjelenése a trachea szívadékban, a tracheosztómás tubus körül. Diagnosztikájában a CT vizsgálat és a felszívódó kontrasztanyagossal nyelésröntgen használható. Amennyiben a beteg alkalmas egy nyitott mellkasi műtétre, úgy sebészi rekonstrukció javasolt, ha ez nem kivitelezhető, mind a nyelőcsőbe, mind a légsőbe sztent behelyezése szükséges (3, 53).

1.4.6.7. Trachea-artéria anomia fisztula (Tracheoinnominate artery fistula, TIF)

A truncus brachiocefalicus (arteria anomia, angol irodalomban innominate artery) az aortaív első ága, belőle ered a jobb oldali artéria subclavia és a jobb oldali artéria carotis communis. A légső előtt ered az aortából és az előtt ferdén felfelé futva kerül a légső jobb oldalára. A TIF ritka (előfordulása 0,1-1% közötti), de igen veszélyes szövődmény. Oka a tracheosztómás tubus cuff-ja által okozott nyomás hatására kialakult nekrosis, a légső nyálkahártyájának eróziója, a túl alacsonyan bevezetett kanül, a nyak és a tubus erőteljes mozgatása, sugárterápia vagy tartós intubáció. E szövődmény elkerülése céljából javasolt, hogy a légsőkanült ne helyezzük a 4-es légsőporc alá, kerüljük a nyak hyperextenzióját, használjunk korszerű, nagy volumenű és alacsony nyomású (<20 Hgmm) cuff-fal rendelkező kanüloket. Légcsőmetszés után 1-6 héttel jelentkező vérzés esetén feltétlenül gondoljunk trachea-artéria anomia fisztulára (3, 54-56).

1.4.6.8. Tracheomalácia és következményes trachea dilatáció

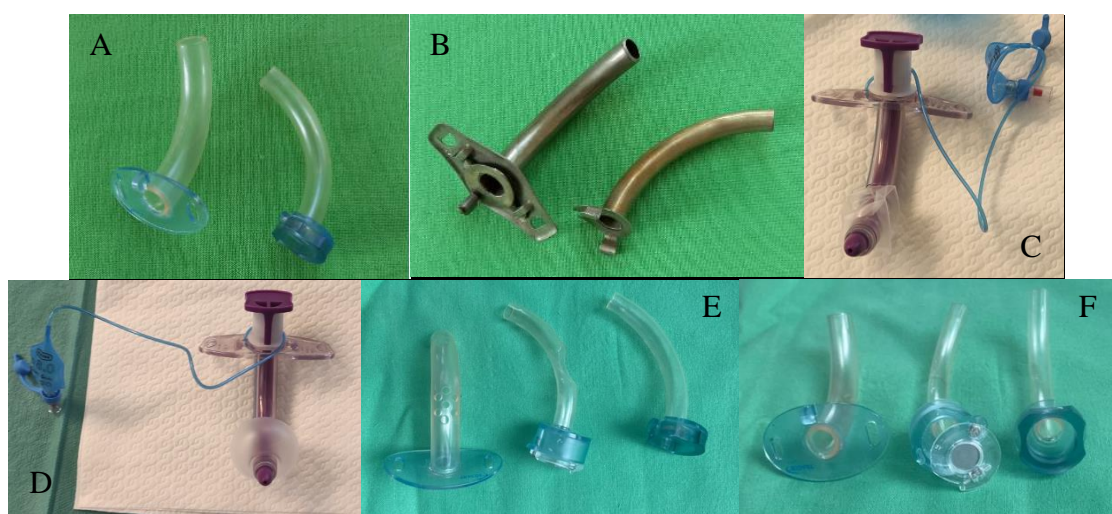
Okuk a kanül cuff-jának túl magas nyomása által okozott nekrozis. Életveszélyes szövődmények lehetnek, mert a légső perforációjához, lélegeztetési képtelenséghez vezethetnek. Okozhatnak későbbi tracheasztenózist, aspirációt. Egyéb hajlamosító tényezők a hypoxia, hypotenzió, szepszis, szteroidok. A légső nyálkahártyájának kapilláris perfúziós nyomása 25-30 Hgmm, ezért a tracheomalácia és légsőtágulat elkerülésére is az alacsony (<20 Hgmm) cuff nyomású kanülok alkalmazása javasolt. Javasolt a cuff nyomás időszakos változtatása, esetleg duplacuffos kanülok használata. Fontos a tracheosztóma képzés során az aszepszis/antiszepszis szabályainak betartása és ugyanez vonatkozik a légúti váladék leszívására is. Mivel műtéti ellátása nehézkes és bonyolult, itt is a légsőtágulat megelőzésén van a hangsúly (3, 57).

1.4.7. A perkután tracheosztóma képzésének kontraindikációi

A perkután légsőmetszés abszolút kontraindikációi a következők: gyermekkor (10 évnél fiatalabb gyermekek), sürgősségi légútbiztosítás szükségessége, nyaki eltérések közül a hematoma, tumor, nagyméretű pajzsmirigy (grade 2-3), magasan futó truncus brachiocephalicus és a nyaki kontraktúra. Relatív kontraindikációnak számít az obezitás rövid nyakkal, amennyiben az anatómiai tájékozódási pontok nem azonosíthatóak, bizonyított fertőzőes megbetegedés a nyaki szöveteken, valamint az invazív lélegeztetés igény, azaz 20 vízcmm-nél nagyobb PEEP alkalmazásának szükségessége. Továbbá relatív kontraindikációt képeznek a véralvadás eltérései: trombocitaszám < 50.000 G/L, INR >1.5, vérzési idő több mint 10 perc, illetve a dinamikus véralvadási vizsgálatok (TEG, ROTEM-ClotPro, Multiplate) korrigálatlan értékei (3).

1.5. A légsőkanülök fajtái

Napjainkban sokféle kanültípus közül választhatunk, a választást az alapbetegség határozza meg. A kanül anyaga szerint lehet fémből vagy műanyagból (21/A és B ábra). A fém kanülök ezüstből, vagy rozsdamentes orvosi acélból készülnek, ezáltal drágák, viszont sterilizálhatóak. A klasszikus fém kanüloket leginkább teljes gégeeltávolítás után használjuk, illetve kórházi körülmények között használatosak. A kanül rendelkezhet cuff-al, vagy lehet cuff nélküli. A cuff-os tubusokat gépi lélegeztetés szükségessége, illetve aspiráció veszélye esetén használjuk (21/C és D ábra). A légsőkanül lehet fenesztrált, vagy nem fenesztrált. A fenesztrált, vagy beszélő kanülon keresztül lehetséges felfelé, a szájüreg felé a levegő kilégzése, így a kanült befogva, vagy egyenirányító szeleppel ellátva a beteg képes hangot kiadni (21/E és F ábra). A kanül lehet egylumenű vagy duplalumenű. A dupla kanül lumen megkönnyíti a kanül tisztítását, kisebb a kanül elzáródásának esélye. A szimpla kanül lumen esetén nagyobb a kanül belső átmérője (58).



21. ábra: Tracheosztómás kanülök. A: Tracoe műanyag kanül, betéttel ,B: Jackson fém kanül betéttel, C -D: Blue Line Ultra tracheosztómás kanül leeresztett és felfújtt cuff-al, E-F: Tracoe fenesztrált kanül, betéttel és beszélőszeleppel. (saját fotók)

1.6. A légcsőmetszés gyermekkorban

A gyermekkori légcsőmetszés ritkán végzett beavatkozás. Az indikációt leggyakrabban az abnormális légút, beleértve a légúti idegentesteket is (58%) képezi, emellett neurológiai betegség (31%), craniofaciális eltérések (8%) és infekció (3%) szerepelnek a kórokok között (56). Gyermekesetén mindenképpen általános anesztézia alkalmazása mellett végezzük el a sebészi légcsőmetszést. Perkután tracheosztóma képzése gyermekkorban kontraindikált. A gyermek nyaka sérülékenyebb, ezért csak óvatos, enyhe hyperextenziót alkalmazunk fektetés során. Mindenképpen középső tracheosztóma választandó, a pajzsmirigy leoltásával és két oldalra történő elhúzásával. A légcsövön a 2. és a 3. légcsőporc közti porcrésben ejtünk metszést. Nem alakítunk ki Björk-lebenyt és nem rezeálunk porcot. A légcsövön ejtett nyílás széléit a bőrhöz rögzítjük. Különösen fontos a megfelelő méretű kanül kiválasztása, a későbbi tracheasztenózis, tracheamalácia, arteria anonyma erózió megelőzése céljából. A kanüloket általában életkornak megfelelő átmérőben és hosszúságban forgalmazzák, azonban körültekintőnek kell lennünk, ha a gyermek biológiai fejlettsége nem egyezik az életkorának megfelelővel. Gyermekkorban javasolt a légcsőkanül bőrhöz öltésekkel való rögzítése (59, 60)

2. Célkitűzések, hipotézisek

A perkután tracheosztóma képzése számos módszerrel lehetséges. Ezek között a választás leginkább az intenzív terápiás szakorvos személyes tapasztalatára van bízva. A légcsőmetszés rövid- és hosszú távú következményeire már annak megtervezésekor gondolnunk kell. A súlyos állapotú beteg túlélése esetén a minél jobb életminőség elérése a célunk. A légcsőszűkület elhúzódó kezelést, többszörös műtéteket, esetleg élethosszig tartó kanülviselést tehet szükségessé. Jelen kutatás ehhez a választáshoz kíván stabil támpontot adni. A vizsgálatot kadávereken végeztük, mivel a tracheasztenózis leggyakoribb oka a iatrogén porcsérülés, így ennek vizsgálata volt elsődleges célunk és ez kadáveren lehetséges. Kutatásunk másik fő célja annak bizonyítása, hogy a módosított Griggs-technika a szélesebb feltárás biztosította jobb látási viszonyok, illetve a két irányban történő légcsőtágítás miatt előnyösebb a porcsérülések szempontjából. Munkánk során a Magyarországon leggyakrabban használt három perkután tracheosztómás módszert hasonlítottuk össze a következő szempontok szerint, így határozva meg a célkitűzéseket és hipotéziseket (**H**).

2.1. A kadáverek demográfiai adatai, valamint a haláltól eltelt idő és a porcsérülések gyakorisága közötti kapcsolat vizsgálata

A vizsgált kadáverek általános jellemzőivel kapcsolatban a következő hipotéziseket állítottuk fel:

- **H1:** A férfi vagy női nem nem befolyásolja a bekövetkező porcsérülések számát.
- **H2** A férfi vagy női nem nincs hatással a kanül malpozíciójára.
- **H3** Nincs összefüggés a kadáverek életkora és a porcsérülések gyakorisága között.
- **H4** Nincs összefüggés a kadáverek életkora és a kanül malpozíciója között.
- **H5** A halálhoz képest eltelt idő (72 óra, vagy annál több) szignifikánsan befolyásolja a porcsérülések gyakoriságát.

2.2. Perkután tracheosztómás módszerek elemzése a porcsérülések gyakorisága szempontjából

- **H6** Szignifikáns különbség látható az alkalmazott módszerek között a porcsérülések gyakoriságának függvényében.
- **H7** A módosított Griggs-technika jár a legkevesebb porcsérüléssel

2.3. Perkután tracheosztómás módszerek vizsgálata a kanül helyzetének szempontjából

- **H8:** Szignifikáns különbség látható az alkalmazott módszerek között a kanül malpozíciója szempontjából.

2.4. A kadáverek antropometriai paramétereinek és a kanülpozíció közötti kapcsolat meghatározása

- **H9:** Szignifikáns összefüggés van a kadáverek jugulomentális távolságának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.
- **H10:** Szignifikáns összefüggés van a kadáverek nyakkörfogatának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.
- **H11:** Szignifikáns összefüggés van a kadáverek felkarkörfogatának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.

3. Módszerek

3.1. A vizsgálat szervezése

Randomizált, kontrollált vizsgálatunk 2015. március 1. és 2017. február 24. között történt a Semmelweis Egyetem I. számú Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetében, a Semmelweis Egyetem Regionális és Intézményi Tudományos és Kutatásetikai Bizottság engedélyének jóváhagyásával (engedélyszám: 117-1/2006 SE-TUKEB; 2014.03.17).

3.2. A bevonási és kizárási kritériumok

A kutatásba a fenti időszakban, a Semmelweis Egyetem I. számú Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetében vizsgált, 30 évesnél idősebb és 90 évesnél fiatalabb kadávereket vontuk be. A vizsgálatból kizárásra kerültek azon kadáverek, amelyeknél a korábban nyaki műtét vagy sugárkezelés történt, vagy a beteg halála előtt légútbiztosítást végeztek, illetve a holttesten látható nyaki eltérés vagy sérülés esetén. A korábbi centrális vénabiztosítás nem volt kizáró kritérium. A vizsgálat során két csoportot alakítottunk ki a halál idejéhez képest eltelt idő alapján: a 72 órán belül elhunytak és a 72 órán túl elhunytak csoportját.

3.3. A vizsgálat menete

Vizsgálatunkat a demográfiai és antropometriai adatok, valamint a halál idejéhez képest eltelt idő jegyzőkönyvben való rögzítésével kezdtük. A randomizációhoz 6 oldalú dobókockát használtunk, melynek során az '1' és '2' jelentette a standard Griggs-módszert, a '3' és '4' az Élő által módosított Griggs-technikát, az '5' és '6' pedig a Ciaglia szerinti Blue Rhino folyamatos dilatációs beavatkozást.

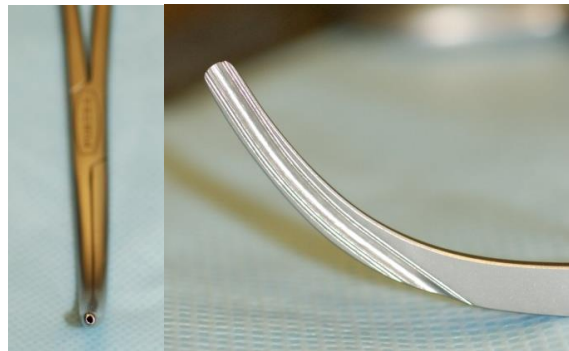
A beavatkozásokat egy aneszteziológus és intenzív terápiás szakorvos és jelen dolgozat szerzője végezte, aki fül-orr-gégész szakorvos, jártas a perkután technikák alkalmazásában. A randomizálást követően megtörténtek a műtéti beavatkozások, majd a boncmester segítségével eltávolításra került a nyaki komplexum, vigyázva annak épségére. Ezután azon szakorvos, aki nem ismerte, hogy melyik módszerrel történt a beavatkozás, a nyelőcsövet, majd a tracheát dorsalis oldalról felvágva megvizsgálta a műtét helyét. Boncolást követően azonosítottuk és dokumentáltuk a kanül tracheaporc részben való helyzetét és a porcsérülések számát, az érintett porcot/porcokat vagy a porcsérülés hiányát. Kutatásunk során a részletes jegyzőkönyvek mellett a műtéti területről fotódokumentáció is készült, a kadáverek anonimitásának biztosításával.

3.4. Az alkalmazott perkután tracheosztómás módszerek leírása

A műtétekhez mindhárom esetben a kadávereket standard sebészi tracheosztómának megfelelő helyzetbe fektettük, vállukat párnával kiemelve, nyakukat enyhén hyperextendálva. Így a tájékozódáshoz szükséges anatómiai pontok könnyen azonosíthatóvá váltak. A gyűrűporcot tapintással azonosítottuk, a bőrmetszés a gyűrűporc és a jugulum közötti távolság középvonalában történt. A standard Griggs- és a Blue Rhino módszerhez 20 mm széles haránt bőrmetszést, az Élő szerint módosított Griggs-technika esetén szélesebb, 50 mm-es haránt bőrmetszést ejtettünk. A vizsgálat során a standard és a módosított Griggs-technikához Portex® GRIGGS ©Percutaneous Dilation Tracheostomy szettet használtunk a megfelelő méretű Blue Line Ultra® tracheosztómás kanüllel. A Ciaglia szerinti folyamatos tágítós módszer Portex® ULTRAPerc ©Singre Stage Dilator Technique szettel, illetve megfelelő méretű Blue Line Ultra® kanüllel történt. A beavatkozásokhoz használt szettek és kanülok gyártója az ICU Medical Inc. San Clemente, CA, USA: A cuff-ot mindhárom esetben a használati utasításban leírt megfelelő mennyiségű levegővel felfújtuk, majd leengedtük és a kanült a boncolás előtt óvatos mozdulattal kigördítettük a légsőből.

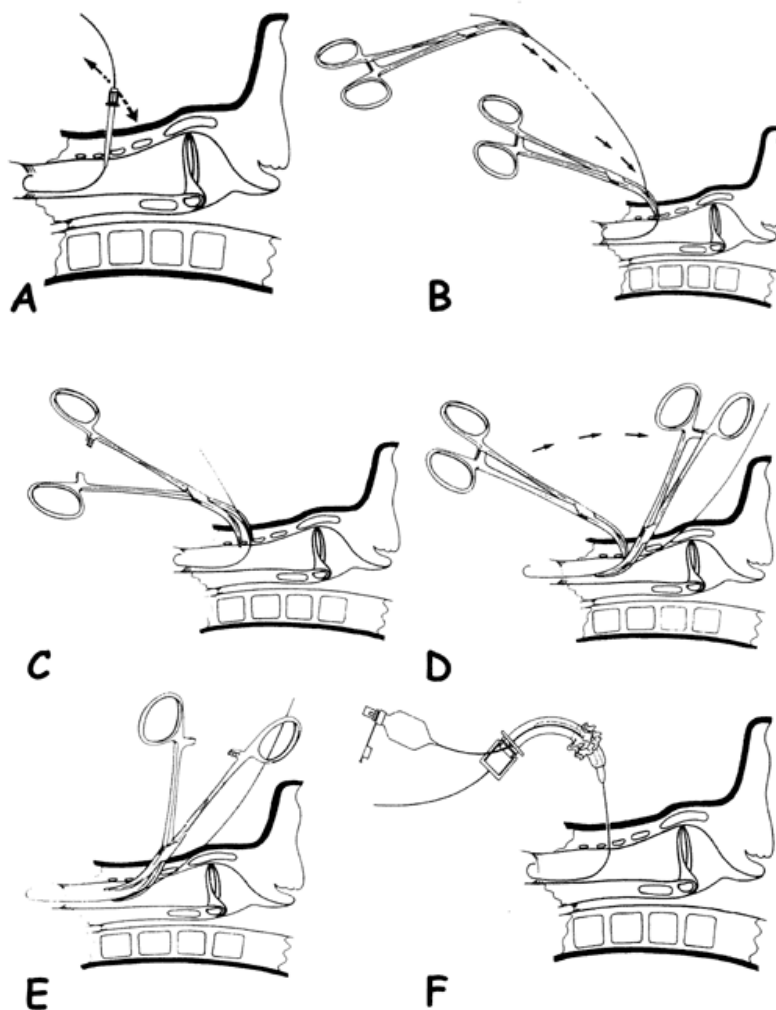
3.4.1. Standard Griggs-módszer

A 20 mm-es haránt bőrmetszést követően palpáció alapján azonosítottuk a légcső mellső falát, a gyűrűporcot és az első három tracheaporcot. A légcsövet egy 14 Gauge méretű branüllel megszűrtük. A szűrés megfelelő pozíciójáról a tűhöz csatlakoztatott, vízzel töltött fecskendőbe történő levegőaspirációval bizonyosodtunk meg. A tűt eltávolítva a branülon keresztül egy „J” végű vezetődrótot helyeztünk a légcsőbe, majd az elsődleges tágító eszközzel megkezdjük a légcsőtágítást. Ezen elsődleges tágító eltávolítása után a Griggs-eszközt (GWDF, Guide Wire Dilating Forceps, 22. ábra) zárt véggel leveztük a tracheáig, majd kinyitva felszabadítottuk a pretracheális szöveteket.



22. ábra: A Griggs-eszköz (GWDF, Guide Wire Dilating Forceps)(saját fotók)

Ezután újra összecsuksva a Griggs-eszközt, ismét ráhelyeztük a vezetődróra és begördítettük poszterio-kaudális irányban a légcső lumenébe. A vezetődrót könnyű mozgathatóságával meggyőződünk a Griggs-eszköz jó helyzetéről és arról, hogy nem csíptük be vagy nem gyúrtuk fel a drótot. Az eszközt két kézzel, egy óvatos mozdulattal a trachea tengelyére merőleges (horizontális) irányban teljesen kinyitottuk, ezzel egy lépésben feltágítva a légcsövet. A Griggs-eszköz nyitott állapotban való kigördítése után a vezetődrót mentén behelyeztük a tracheosztómás kanült a légcsőbe. A vezetődrótot eltávolítottuk, a kanül cuff-ját a méretének megfelelő mennyiségű levegővel felfújtuk (20). A technika lépései a 23. ábrán láthatóak.

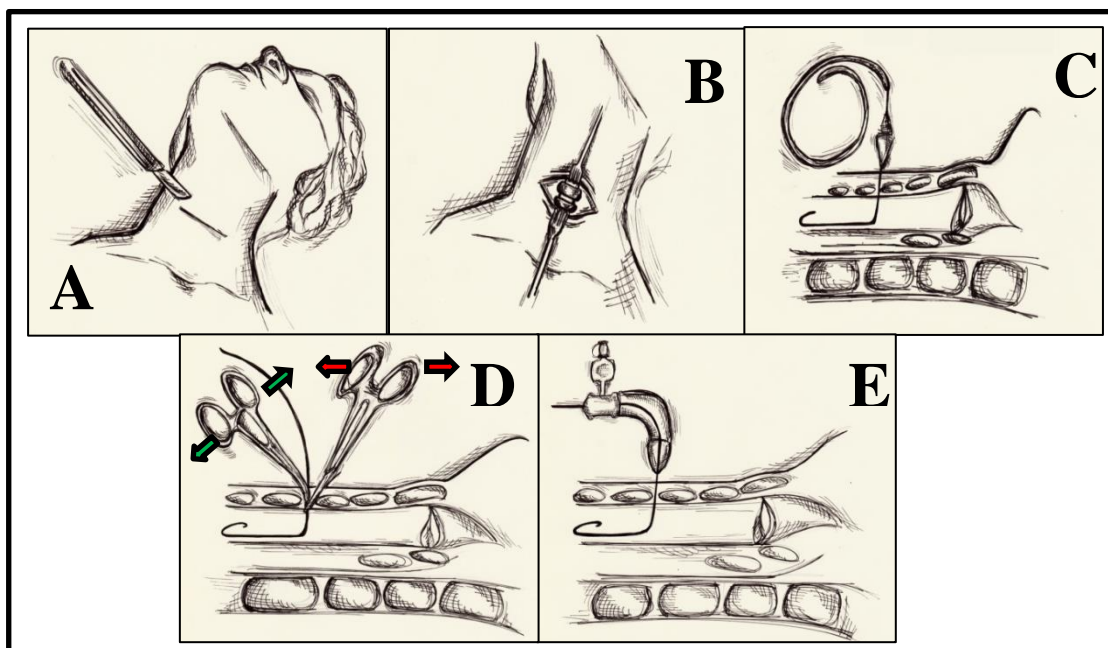


23. ábra: A standard Griggs-technika fő lépései: A: A vezetődrót behelyezése a légcsőbe, B-C-D: A Griggs-tágító eszköz begördítése a légcsőbe, E. Horizontális tágítás, F: A légcsőkanül behelyezése a vezetődrót mentén (forrás: a Replantmed Kft. jóvoltából)

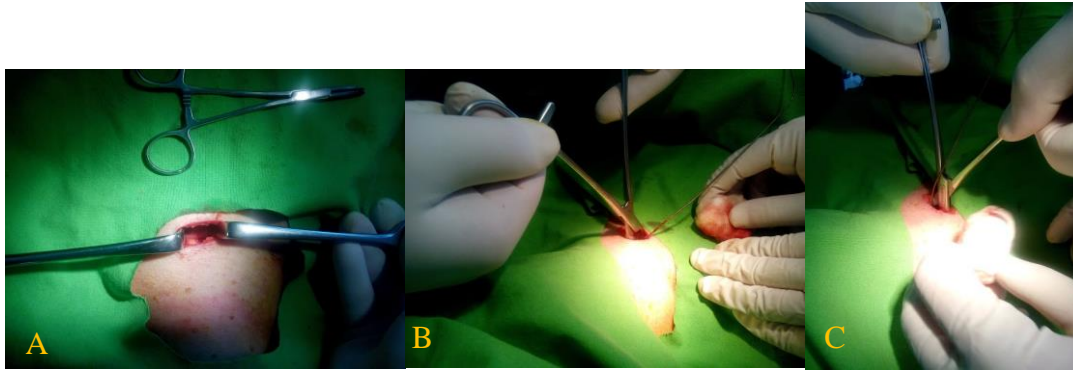
3.4.2. Módosított Griggs-technika

Ezen módszer alkalmazása során egy szélesebb, mintegy 50 mm széles transzverzális bőrmetszést végeztünk, ezáltal elegendő helyet biztosítva a légcső előtti szövetek tompa feltárására, valamint a légcső elülső falának látótérbe hozására. A pretracheális szöveteket a középvonalban a Griggs eszközzel tompán szétválasztottuk – Watters ajánlásának megfelelően figyelve a szöveti ellenállásra (61). Ezután Paran ajánlását

követve (62) a kiválasztott tracheaporc részbe a 14 Gauge méretű branült a tapintó ujjunk mellett vezettük be, miközben a tühöz csatlakoztatott fecskendőt folyamatos aspiráció mellett tartottuk. Miután levegőt aspiráltunk – ezáltal megbizonyosodtunk a branül jó helyzetéről, a vezetődrót és az elsődleges tágító eszköz bevezetése a standard Griggs-technikának megfelelően történt. Miután az elsődleges tágító eszközt eltávolítottuk, a csukott végű Griggs eszközt a vezetődrót mentén a bőrtől átlagosan 15 mm távolságra bevezettük a légcsőbe és két kézzel, óvatos mozdulattal a légcső hossz tengelyére merőlegesen teljesen kinyitottuk, így történt egy horizontális tágítás – szintén a standard Griggs-módszer előírásainak megfelelően. Ezt követően a Griggs-eszközt 90 fokkal elfordítottuk, majd ismét két kézzel óvatosan, teljesen kinyitottuk, ezzel egy második lépcsős, longitudinális tágítást is végeztünk. A Griggs-eszköz nyitott állapotban való eltávolítása után szintén vezetődrót mentén került a tracheakanül bevezetése, majd a cuff-ját az előírásnak megfelelő mennyiségű levegővel felfújtuk (25). A módszer főbb lépéseinek grafikus ábrázolása a 24. ábrán látható, míg a 25. ábrán a technikát műtéti fotókkal illusztráljuk.



24. ábra: Az Élő által módosított Griggs-technika: A: Széles, (maximum 50 mm hosszú) bőrmetszés, B: A prelaryngeális szövetek szétválasztása után a légcső látótérbe hozása, C: A vezetődrót behelyezése, D: Horizontális tágítás a vezetődrót mentén, a Griggs dilatációs eszközzel [zöld nyilak], majd a Griggs-eszköz 90 fokkal történő elfordítása után longitudinális tágítás [piros nyilak], E: légcsőkanül behelyezése a vezetődrót mentén (rajzolta: dr. Lukács Fanni)



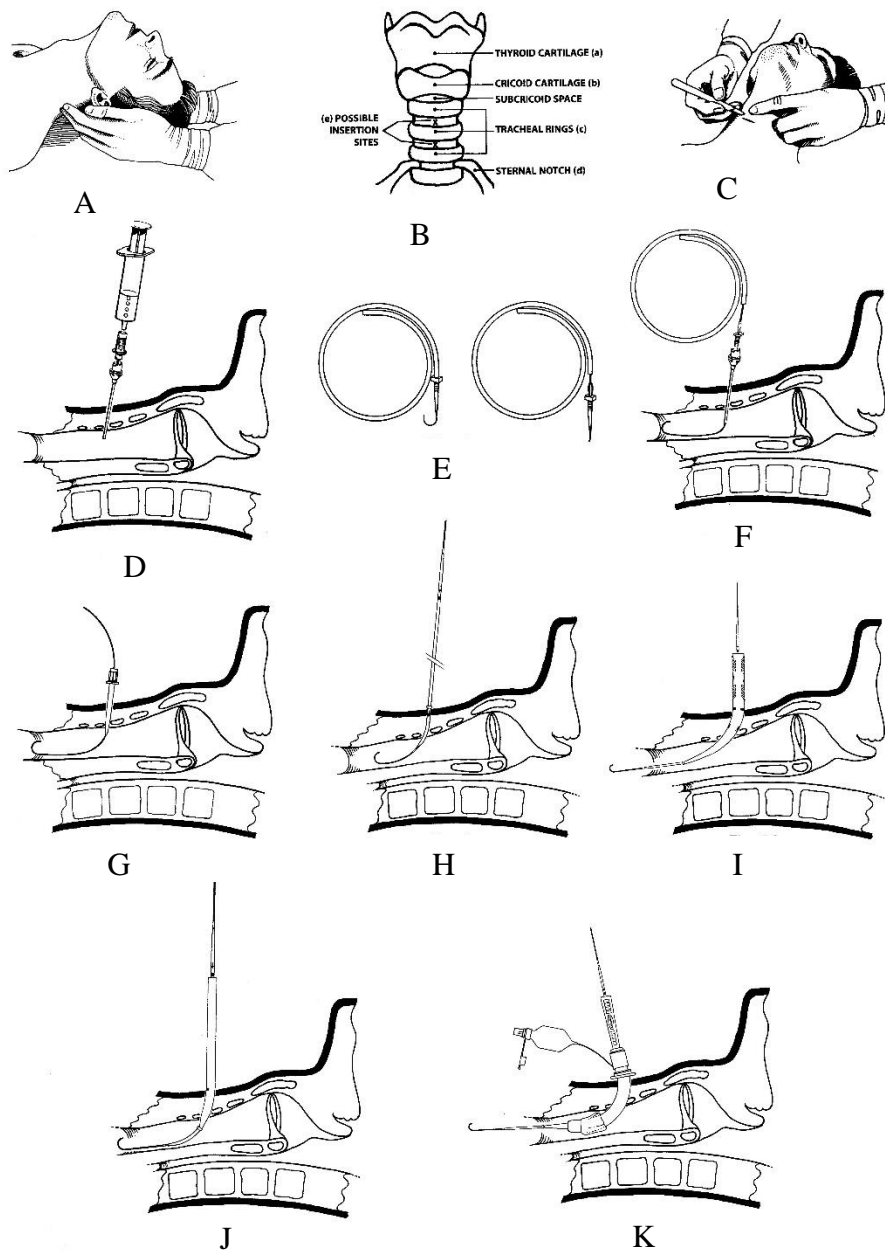
25. ábra: Az Élő által módosított Griggs-technika műtéti fotói: A: a légcső látótérbe hozása, B: horizontális tágitás, C: longitudinális tágitás (saját fotók)

Ezen módszer kifejlesztésének célja a szélesebb feltárással a preparáció biztosított eredményesebb vérzéscsillapítás, valamint a légcső látótérbe hozásával a pontosabb punkció biztosítása. A kétirányú tágitással nagyobb tracheaporcrés alakítható ki, így a kanül begördítése során kisebb a porcsérülés esélye, azáltal a késői tracheasztenózis kialakulásának előfordulása. A szélesebb feltárás miatt nem szükséges bronchoszkópos ellenőrzés, így elkerülhető az ezáltal okozott hypoxia, hypercapnia, koponyaűri nyomásfokozódás. (25, 63)

3.4.3. Ciaglia Blue Rhino folyamatos tágitás módszere

A 20 mm-es haránt bőrmetszést követően tapintással azonosítottuk a trachea elülső falát, megpróbálva lokalizálni a gyűrűporcot és az első három tracheaporcot. Ezután a légcsövet poszterio-kaudális irányban egy 14 Gauge méretű branüllel megszúrtuk, a tűhöz csatlakoztatott vízzel töltött fecskendőbe levegőt aspirálva meggyőződünk a szűrés jó helyzetéről, majd a tűn keresztül „J” végű vezetődrótot helyeztünk a tracheába. A branült eltávolítottuk a vezetődrót helybenhagyása mellett. A vezetődróra helyeztük rá az elsődleges tágitó eszközt, ezzel megkezdve a légcső óvatos feltágítását. Ennek eltávolítása után egy vezető katétert helyeztünk a vezetődróra, amelynek kissé kiemelkedő stop jelzéséig ráhúztuk a folyamatosan növekvő átmérőjű, tompa végű Blue Rhino tágitót, melyet a rajta levő bőrjelzésig begördítettünk a tracheába. A Blue Rhino eltávolítása után a tracheakanül bevezetése szintén a vezetődrót és a vezető katéter mentén történt, majd ezeket eltávolítottuk és a tracheosztómás kanül cuff-ját az

előírásnak megfelelő mennyiségű levegővel felfújjuk (19, 22). A módszert a 26. ábrán mutatjuk be.



26. ábra: Ciaglia BlueRhino folyamatos tágitó technika lépése: A: a nyak hyperextendálása, B: az anatómiai tájékozódási pontok, C: bőrmetszés, D: a légső punkciója, E-F: a vezetődrot és bevezetése a légsőbe, G. az eslődleges tágitóeszköz alkalmazása, H. a vezetőkátéter behelyezése, I-J: a Blue Rhino-tágitóeszköz használata, K: a tracheosztómás kanül begördítése (forrás: a Replantmed Kft. jóvoltából)

3.5 Antropometriai mérések

A vizsgálat során a kadáverek demográfiai és antropometriai adatait (nem, életkor, felkarkörfogat, nyakkörfogat, jugulomentális távolság) jegyzőkönyvben rögzítettük. Az antropometriai paramétereket standardizált helyzetben, flexibilis mérőszalaggal mértük. A felkarkörfogatot (Mid-upper arm circumference, MUAC) a bal karon, a könyök és a vállcsúcs közti távolság középvonalában, a nyakkörfogatot a gyűrűporc magasságában, a jugulomentális távolságot egyenes fejhelyzet mellett.

3.6. Statisztikai analízis

3.6.1. A vizsgálat elemszámának meghatározása

Az elemszám meghatározásához power-analízist végeztünk. A vizsgált csoportok (Griggs-technika, módosított Griggs-technika és Ciaglia Blue Rhino csoportok) közötti különbséget akkor tekintettük klinikailag jelentősnek, ha az várhatóan elérte vagy meghaladta a 20 %-ot. Korábbi vizsgálatunk során ez 9% volt, ezt használtuk számításainkhoz (25). Az előzőek alapján 150 beavatkozás elvégzését terveztük.

3.6.2. Az adatok feldolgozása

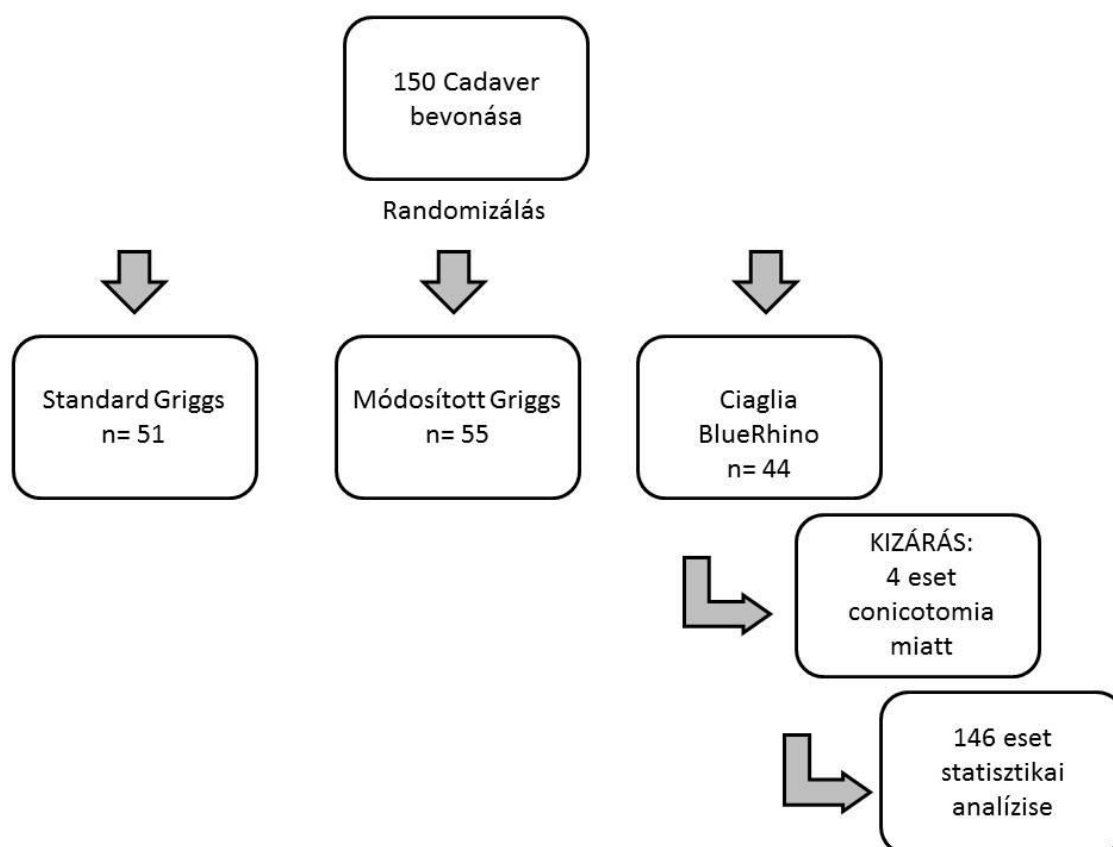
A kadáverek általános tulajdonságainak vizsgálatára, a porcsérülések gyakorisági összefüggéseinek és a kanül malpozíciójának statisztikai elemzésére SigmaStat 3.5 programmal (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA) végeztük el az általános statisztikai vizsgálatokat, majd a Pearson-féle khi-négyzet tesztet.

Az antropometriai paraméterek és a tracheakanül pozíciója közötti összefüggésekkel kapcsolatos adataink feldolgozása StatsDirect 3.3.5 programmal (StatsDirect Ltd., Wirral, UK) történt. Többváltozós logisztikus regressziót végeztünk, melynek során a

modellben azonosított prediktor ideális vágópontjának meghatározásához, illetve az így kapott cut off érték diagnosztikus értékének meghatározásához Receiver Operating Characteristic (ROC)-analízist végeztünk. A görbe alatti területet (Area under curve, AUC) Wilcoxon módszerével, a 95%-os konfidencia intervallumot De-Long szerint adtuk meg. Az ideális vágópontot a Youden-index értéke alapján határoztuk meg.

4. Eredmények

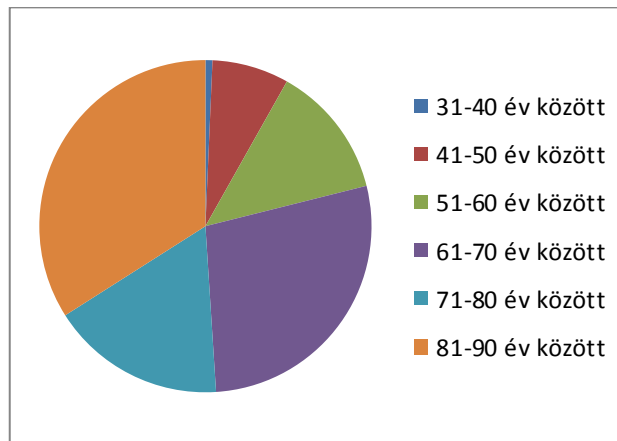
A vizsgálat időszakában a tervezett elemszámot, azaz 150 légsömetszést végeztünk el. Randomizálás után standard Griggs-módszert alkalmaztunk 51 esetben, módosított Griggs-technikát 55 esetben és Ciaglia Blue Rhino technikát 44 esetben. Boncolás során 4 esetben conicotomiát találtunk, mindegyik eset Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása során fordult elő. Ezt a 4 esetet kizártuk a vizsgálatból, így a statisztikai analízist 146 eseten végeztük el. A folyamatot az 27. ábra mutatja be.



27. ábra A vizsgálat menete

4.1. A kadáverek demográfiai adatainak bemutatása

Az adatfeldolgozásba bevont 146 kadáver közül 79 férfi és 67 nő volt. Átlagéletkoruk 70 év, ezért a további statisztikai analízisben a 70 év alatti és feletti csoportokat használtuk. A kadáverek életkor szerinti megoszlása a 28. ábra látható.



28. ábra. A kadáverek életkor szerinti megoszlása

4.2. A kadáverek általános adatainak összefüggése a porcsérülések gyakoriságával

A vizsgálat során két csoportra osztottuk a kadávereket aszerint is, hogy mennyi idő telt el a halál beálltának időpontja óta: korai posztmortem (kevesebb, mint 72 óra telt el a halál beállta óta), valamint késői posztmortem (több, mint 72 óra telt el a halál beálltának időpontja óta). A korai posztmortem csoportban a porcsérülés aránya 53,09% (43/81 esetből), míg a késői posztmortem csoportban 58,46% (38/65 esetből). Nem találtunk szignifikáns eltérést ezen két csoport között ($p=0,630$). Megvizsgáltuk a porcsérülés gyakoriságát a kor függvényében a fiatalabb, mint 70 éves (34/71 eset) és az idősebb, mint 70 éves (31/75 eset) csoportokban. Itt sem találtunk statisztikailag szignifikáns összefüggést ($p=0,529$), ahogyan szintén nem találtunk statisztikailag szignifikáns összefüggést a porcsérülések függvényében a nem szempontjából (nő 29/67 eset, férfi 36/79 eset; $p=0,913$) (64). A kadáverek általános tulajdonságai és porcsérülés gyakorisága közti összefüggést a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat: Összefüggés a porcsérülés gyakorisága és a kadáverek tulajdonságai között
(64)

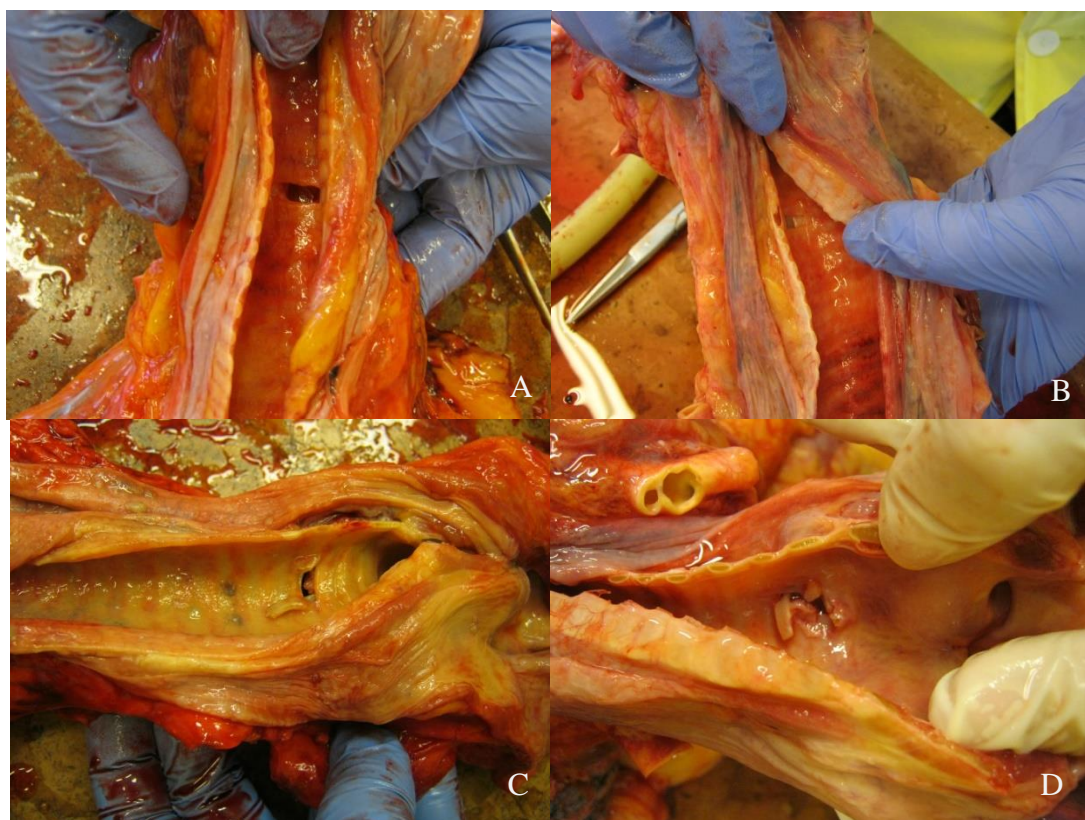
	nincs porcsérülés	van porcsérülés	porcsérülés %	p érték
korai posztmortem (kevesebb, mint 72 óra telt el a halál óta) (n= 81)	38	43	53,09 %	0,630
késői posztmortem (több, mint 72 óra telt el a halál óta) (n = 65)	27	38	58,46 %	
kadáver fiatalabb, mint 70 éves (n = 71)	34	37	52,11 %	0,529
kadáver idősebb, mint 70 éves (n = 75)	31	44	58,67 %	
nő (n = 67)	29	38	56,72 %	0,913
férfi (n = 79)	36	43	54,43 %	

4.3. A három technika összehasonlítása a porcsérülések gyakorisága szempontjából

Következő lépésként megvizsgáltuk a három különböző technikát a porcsérülések gyakorisága szempontjából. Standard Griggs-módszer esetén nem volt porcsérülés 26 esetben, sérült a porc 25 esetben (49,02%). Módosított Griggs-módszer alkalmazása esetén a porcsérülés hiánya 32 esetben volt látható, míg 23 esetben (41,82%) sérült a porc. Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása esetén találtuk a legkevesebb sérülés nélküli beavatkozást: 7 esetben, míg a porcsérüléssel járó esetek száma 33 (82,50%) volt (64). A különböző technikák és a porcsérülések adatait a 4. táblázat szemlélteti. A 29. ábrán néhány boncolás során készített fotó látható.

4. Táblázat: Összefüggés a porcsérülés gyakorisága és az alkalmazott módszerek között. (64)

Módszer	Nincs porcsérülés	Van porcsérülés	Porcsérülés előfordulása (%)
Griggs (n = 51)	26	25	49,02
módosított Griggs (n = 55)	32	23	41,82
Ciaglia Blue Rhino (n = 40)	7	33	82,50



29. ábra: Példák a boncolás során látott tracheasérülésekre: A nincs porcsérülés, B: egy porcot érintő sérülés, C és D: többszörös porctörések (saját fotók)

Statisztikai analízist végeztünk a különböző technikák és a porcsérülések arányaival kapcsolatban is. A következő eredményeket kaptuk: ha a Griggs-technikát vetjük össze a Ciaglia Blue Rhino módszerrel ($p=0,002$; OR: 4,903; 95% CI: 1,834-13,105), vagy, ha a módosított Griggs-módszert vetjük össze a Ciaglia Blue Rhino módszerrel, ($p<0,001$, OR: 6,559; 95% CI: 2,472-17,404) akkor mindkét esetben statisztikailag szignifikáns különbséget találtunk, tehát mindkét esetben a Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása

szignifikánsan magasabb kockázatot rejt magában a porcsérülés szempontjából. A Griggs- és a módosított Griggs-technikát összehasonlítva ($p=0,583$; OR: 0,748; 95% CI: 0,347-1,610) nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget a két módszer között a porcsérülés kialakulásának esélye szempontjából (64). Adatainkat az 5. táblázatban foglaltuk össze.

5. táblázat: Statisztikai analízis a különböző módszerek és a porcsérülések vonatkozásában. A statisztikailag szignifikáns eltérést ($p < 0.05$) a halványszürke háttér jelzi. (64)

Módszer	p érték	Odds Ratio	95% Konfidencia intervallum
Griggs vs módosított Griggs'	0,583	0,748	0,347 -1,610
Griggs vs Ciaglia Blue Rhino	0,002	4,903	1,834 – 13,105
módosított Griggs vs Ciaglia Blue Rhino	<0,001	6,559	2,472 -17,404

4.4. A három technika összehasonlítása a tracheosztómás kanül helyzetének szempontjából

Megvizsgáltuk a kanülpozíció és az alkalmazott technikák közötti összefüggését is. Jó kanül pozíciónak az 1-2. és 2-3. légsóporok közti részbe helyezett kanült fogadtuk el. Standard Griggs-módszer esetén 31 esetben kerül a tracheosztómás tubus jó helyzetbe és 20 esetben fordult elő malpozíció (39,22%). Módosított Griggs-módszer alkalmazása esetén 36 esetben tapasztaltuk a kanül jó pozícióját és 19 esetben (34,55%) fordult elő rossz kanülhelyzet. A Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása során a jó magasságba behelyezett tracheosztómás kanül 22 esetben fordult elő és 18 esetben (45,00%) láttunk malpozíciót (64). A különböző technikák és a kanülhelyzetek adatait a 6. táblázat mutatja be.

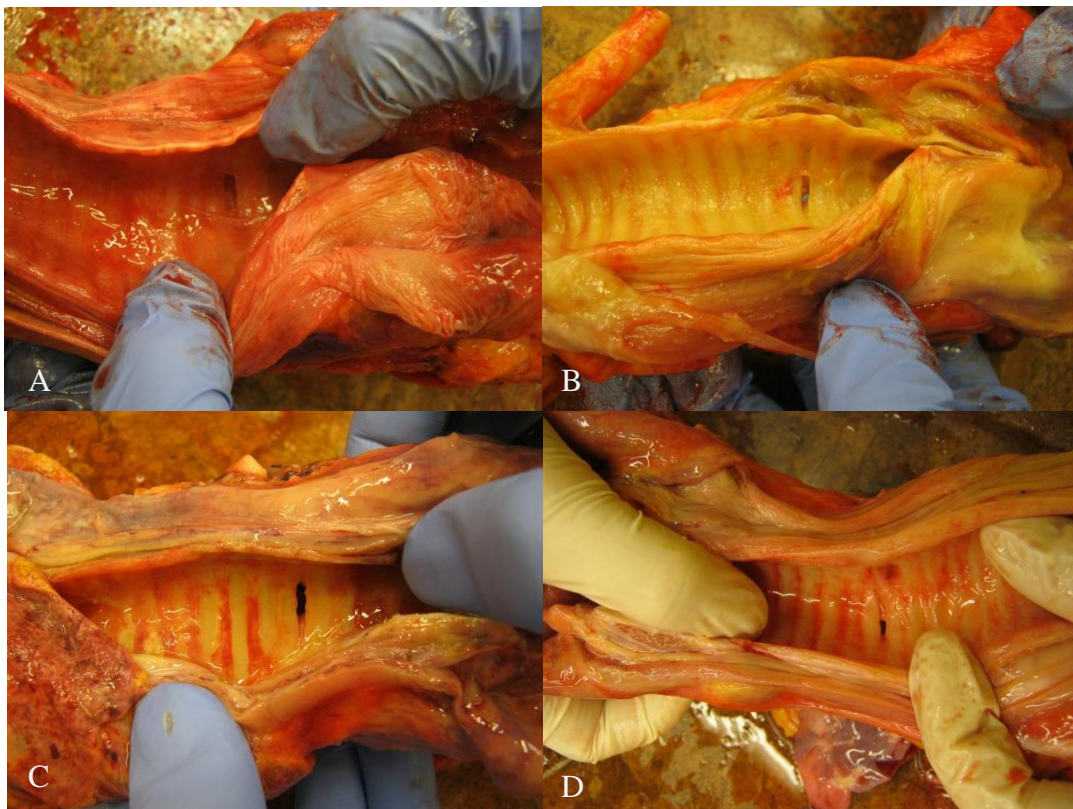
6. táblázat: Összefüggés a tracheosztómás kanül pozíciója és a különböző módszerek között (64)

Módszer	jó kanülhelyzet	rossz kanülhelyzet	rossz kanülhelyzet %
Griggs (n = 51)	31	20	39,22 %
módosított Griggs (n = 55)	36	19	34,55 %
Ciaglia Blue Rhino (n = 40)	22	18	45,00 %

A különböző módszerek és a kanül rossz helyzete (malpozíció) statisztikai analizését elvégezve nem találtunk szignifikáns különbséget a módszerek között. Griggs és módosított Griggs esetén: $p=0,767$, OR:0,818, 95% CI: 0,371-1,803; Griggs és Ciaglia Blue Rhino technika esetén $p=0,733$, OR:1,268, 95% CI: 0,548-2,935; módosított Griggs és Ciaglia Blue Rhino módszer összehasonlításakor: $p=0,413$, OR:1,550, 95% CI: 0,673-3,572). Tehát a kanül malpozíciója szempontjából nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget a három technika között (64). Statisztikai adatainkat az 7. táblázat ábrázolja. A 30. ábra néhány fotót mutat be a kanülpozíció illusztrálására.

7. táblázat: Statisztikai analízis a különböző módszerek és a rossz kanülhelyzet (malpozíció) szempontjából (64)

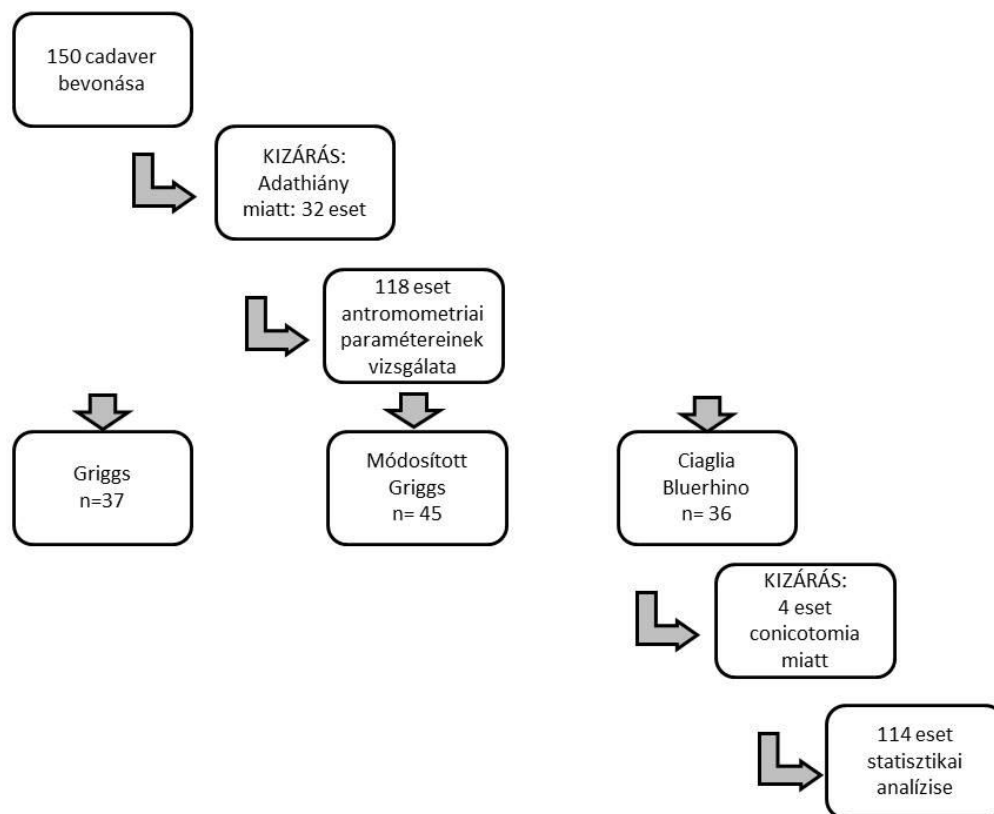
Módszer	p érték	Odds Ratio	95% Konfidencia intervallum
Griggs vs módosított Griggs	0,767	0,818	0,371 -1,803
Griggs vs Ciaglia Blue Rhino	0,733	1,268	0,548– 2,935
módosított Griggs vs Ciaglia Blue Rhino	0,413	1,550	0,673– 3,572



30. ábra: Példák a boncolás során azonosított kanülpozícióra A: 1-2 légcsőporc között, B-C: 2-3 légcsőporcok között, D: a 4. tracheaporc alatt (saját fotók)

4.5. Az antropometriai paraméterek vizsgálata

Vizsgálatunkból kizártunk 32 esetet adathiány miatt, így 118 kadáver antropometriai paramétereit vizsgáltuk a kanülhelyezettel való összefüggésben. A vizsgált kadáverek közül 65 férfi és 53 nő, átlagos életkoruk 71 év volt. Griggs-technikát alkalmaztunk 37 esetben, Élő szerint módosított Griggs-technikát 45 esetben és Ciaglia Blue Rhino módszert 36 esetben. A vizsgálatból a boncolás után további 4 eset kerül kizárássra conicotomia miatt, melyek mindegyike Ciaglia Blu Rhino technika alkalmazásakor fordult elő. A folyamatot a 31. ábra szemlélteti.



31. ábra Az antropometriai paraméterek mérésének folyamata

A nyakkörfogat esetén 24-67 cm közötti értékeket regisztráltunk (átlag 42,1 cm), a jugulomentalis távolság 7-19 cm között változott (átlag 13,4 cm), a felkarkörfogat 14-58 cm közti értékeket vett fel (átlag 28,9 cm) (65). A vizsgált kadáverek antropometriai paramétereit a 8. táblázat mutatja be.

8. táblázat A vizsgált kadáverek antropometriai paramétereit (65)

Antropometriai paraméterek (n=114)	Minimum	Maximum	Átlag ±SD
Nyakkörfogat (cm)	24	67	42,1±7,9
Jugulomentalis távolság (cm)	7	19	13,4±2,2
Felkarkörfogat (cm)	14	58	28,9±7,4

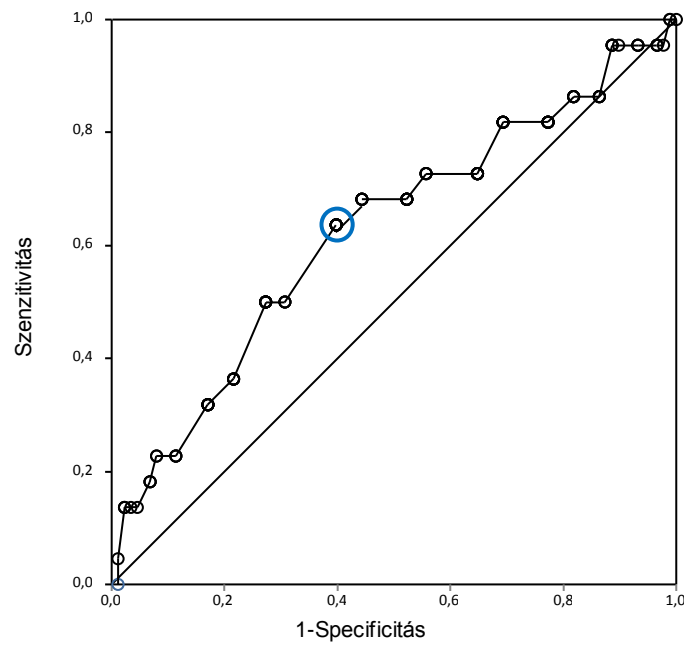
A negyedik tracheaporc alatt behelyezett kanülök száma összesen 30 db volt (26,31%), közülük legnagyobb arányban Ciaglia Blue Rhino módszer alkalmazásakor regisztráltunk kanül malpozíciót (n=15, 50%), melyet a Griggs-technika követett (n=8,

26,66%), míg legkisebb számban a módosított Griggs-módszer esetében tapasztaltunk nem megfelelő kanül helyzetet (n=7, 23,33%) (65). A vizsgált antropometriai paraméterek szerepét, illetve esélyhányadosát a nem megfelelő kanülpozíció kialakulásában a 9. táblázat szemlélteti.

9. táblázat Az antropometriai paraméterek szerepe a kanül 4. tracheaporc alá kerülésében. A szignifikancia meghatározásánál $p < 0,05$ értéket vettük figyelembe. A szignifikáns összefüggést a táblázatban a halványszürke háttér jelöli. (65)

Antropometriai paraméter (n=114)	p érték	Odds Ratio	95% Konfidencia intervallum
Nyakkörfogat (cm)	0,7602	0,98	0,9204 - 1,0624
Jugulomentális távolság (cm)	0,2016	1,16	0,9195 - 1,4881
Felkarkörfogat (cm)	0,0287	1,09	1,0090- 1,1785

Statisztikai elemzést végezve a többváltozós logisztikus regresszió eredménye alapján a nem megfelelő, vagyis a 4. tracheaporc alá helyezett kanül antropometriai paraméterekkel való összefüggése a felkarkörfogattal bizonyult szignifikánsnak ($p=0,0287$). A felkarkörfogat értékek ideális vágópontjának meghatározása Receiver Operating Characteristic (ROC) analízissel történt. Az ideális vágópont a 30 cm-es felkarkörfogat (32. ábra). A ROC görbe alatti terület (Wilcoxon becslés): 0,6239 (CI 95% 0,4837-0,7642) (65). A diagnosztikai módszer szenzitivitása 63,63%, míg specificitása 60,22% volt (65). Tehát a többváltozós logisztikus regressziós modellben a felkarkörfogatot azonosítottuk a nem megfelelő kanülpozíció prediktorának és az ideális vágópont értékét 30 cm-nél határoztuk meg.



32. ábra A felkarkörfogat ideális vágópont értékének meghatározása ROC analízissel. Az x tengelyen a 1-specificitást, az y tengelyen a szenzitivitást ábrázoltuk. Az ideális vágópont értéket a görbének a bal felső sarokhoz legközelebbi pontja mutatja (kék körrel kiemelve). Ez az érték a 30 cm-es felkarkörfogat. (65)

5. Megbeszélés

Elhúzódo gépi lélegeztetés esetén tracheosztóma képzése szükséges. Azon betegeknél beszélünk elhúzódo gépi lélegeztetésről, akiknél legalább 3 sikertelen spontán légzési kísérlet történt vagy az első spontán légzési tesztől számítva várhatóan legalább 7 napig gépi lélegeztetést igényelnek (a Magyar Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Társaság „Az akut respirációs distressz szindróma kezelése” című 2015-ben megjelent szakmai irányelv definíciója szerint). Az 1960-as évekig a légszűrés elvégzése a sebészek, fül-orr-gégészek feladata volt. A technikai fejlődéssel igény és lehetőség alakult ki a minimál invazív, ágy mellett elvégezhető technikák kifejlesztésére. A perkután technika alkalmazása számos előnnyel bír. A légszűrés így nem foglal műtői kapacitást, személyzetet, ezáltal kivitelezése könnyebben időzíthető (30, 66-68). A beavatkozás rövidebb idő alatt elvégezhető, nem szükséges a beteg elszállítása az intenzív osztályról, ezáltal kisebb a műtői megterhelés (69), nem foglal le a tracheosztóma képzése műtői személyzetet és kapacitást, ráadásul mindezek miatt költséghatékonyabb is (70). A sebészi légszűréssel szemben előnye, hogy kevesebb a vérzéses szövődés és a műtét alatti mortalitás (71-74). Kisebb a sebfertőzés lehetősége és a kedvezőtlen heg kialakulásának esélye a kisebb bőrmetszés miatt (37, 75, 76). Egy, az Amerikai Egyesült Államokban végzett, több mint 3000 esetet feldolgozó tanulmány az intenzív osztályon kezelt betegek széles körében biztonságosan alkalmazható eljárásnak találta a perkután dilatációs tracheosztómás módszereket (76). Ezzel összecseng a Magyar Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Társaság fent megnevezett szakmai ajánlása is, ami IA evidenciával javasolja ARDS esetén perkután technikával történő tracheosztóma képzést elhúzódo gépi lélegeztetés szükségessége esetén.

Számos klinikai vizsgálatot és metaanalízist olvashatunk, amelyek a különböző technikákat hasonlítják össze. 2002-ben egy vizsgálat végén azt az eredményt kapták, hogy a Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása során a betegek egyharmadában következik be a légszűrés törése, míg a Griggs-technika esetén a beavatkozások egyharmadában a kanül rossz magasságba való behelyezését igazolták (77). Anon 2004-ben a Ciaglia Blue Rhino és a Griggs-technikát hasonlította össze és nem talált különbséget sem a rövid, sem a hosszú távú szövődések szempontjából (78). Fickers 120 esetet megvizsgáló tanulmánya a betegeket a dekanülálás után 3 hónapig követte és

MR vizsgálattal mérte a légcső átmérőjét. Szignifikáns tracheasztenózist csak egy esetben talált, ez Ciaglia Blue Rhino technika alkalmazása mellett fordult elő, ám ebben az esetben felmerült a hosszas endotracheális intubáció kóroki szerepe is. A vizsgálatok során további elgondolkodtató eredményre is fény derült: a Griggs-csoportban a betegek mindössze 37.5%-nak, míg a Ciaglia Blue Rhino-csoportban csupán 31.8%-uknak nem volt semmilyen panasza a beavatkozás után (79).

Fickers másik vizsgálata során 372 beteg adatai alapján a major komplikációként azonosított stridor előfordulásának gyakoriságában nem mutatkozott különbség a fenti két módszer között, míg a minor komplikációk, mint például a hang megváltozása, gyakrabban fordultak elő Ciaglia Blu Rhino-technika esetén, míg a Griggs-módszer alkalmazása után többen panasztak rossz kozmetikai eredményt (80). Egy 2013-as metaanalízis szerint a Griggs-technika nagyobb számban jár intraoperatív vérzésekkel és gyakrabban fordul elő a kanül behelyezésekor technikai nehézség, azonban a rövid és hosszú távú szövődmények tekintetében ez a tanulmány nem talált különbséget a két módszer között (81). Egy 2019-es, disznó kadávereken végzett vizsgálat azt mutatta, hogy a Ciaglia Blue Rhino-módszer alkalmazásakor nagyobb erő kifejtése szükséges a légcső feltágításához, mint a Griggs-technika esetén és talán ennek is köze lehet a szövődmények kialakulásához (82). A fenti tanulmányokat áttekintve nem kapunk egyértelmű ajánlást arra, hogy a perkután tracheosztómás módszerek közül melyik a preferálandó. Vizsgálatunk célja a választáshoz kapcsolódó további összefüggések felderítése volt különös tekintettel a hosszú távú szövődmények megelőzésére ezen határterületi kérdésben, hiszen a beavatkozást az intenzív terapeuta végzi, a szövődményekkel pedig a fül-orr-gégész találkozik, gyakran évekkel később. Továbbá fontos célunk volt, annak bizonyítása, hogy a módosított Griggs-technika nemcsak a hatékonyabb vérzéscsillapítás lehetősége és a bronchoszkópia szükségtelensége, hanem a porcsérülések ritkább előfordulása miatt is biztonságosan alkalmazható a klinikai gyakorlatban.

5.1. A kadáverek demográfiai adatai

Vizsgálatunk elvégzését kadávereken terveztünk, mivel alapvető célkitűzésünk a légszömetszés utáni porcsérülések, mint a tracheasztenózis legfontosabb etiológiai tényezőinek tanulmányozása volt. Munkánk során így az első, alapvető kérdés, amelyre válaszolnunk kellett, hogy a kadáverek alkalmasak-e a légszömetszés szövődményeinek vizsgálatára? Ugyanis a pajzsporc meszesedése fokozódik az életkor előrehaladtával, így ez a tulajdonság például alkalmas életkor meghatározásra is (83-85). A meszesedés miatt a porcok veszíthetnek rugalmasságukból, így idősebb korban ezen meszesedési folyamat miatt, ha az a légszóporcokat is érinti, a légszömetszés nagyobb eséllyel járhat sérüléssel. A munkánk során megvizsgált kadáverek általános demográfiai adatai, mint a nem, vagy a kor nem befolyásolták sem a porcsérülések gyakoriságát, sem a kanül rossz pozícióba kerülését. Tehát a kadávereket tanulmányozhatjuk célkitűzéseinknek megfelelően.

5.2. A beavatkozás elvégzésének időpontja a halál beálltához képest

Miután megállapítottuk, hogy a kadáverek alkalmasak a perkután légszömetszés egyes szövődményeinek vizsgálatára, még elemeznünk kellett, hogy adatainkat befolyásolja-e a haláltól eltelt idő? A halál beállta után kezdődő folyamatok, azaz a halott kihülése (algor mortis), a hullai kiszáradás (exsiccatio postmortem) és a hullai rothadás (putredo) miatt megváltozik a szövetek minősége. A porcok veszítenek víztartalmukból, rigidebbé, feltételezésünk szerint törekenyebbé válnak. Ez a folyamat a haláltól eltelt idő előrehaladtával egyre kifejezettebb. Vizsgálatunk kezdetén a kadávereket két csoportba osztottuk: a 72 órán belül elhunytakra (korai posztmortem csoport), illetve a 72 órán túl elhunytakra (késői posztmortem csoport). A porcsérülések gyakorisága szempontjából nem találtunk szignifikáns eltérést a két csoport között, tehát azon feltételezésünk, mely szerint a porcok rigidebbé válása több porcsérülést eredményez, nem igazolódott.

Így eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy a kadáverek jó modellként használhatóak a perkután tracheosztómás módszerek egyes szövődményeinek elemzésében. Az adatok

interpretálásakor fontos azonban tisztában lennünk a kadáver vizsgálatok limitációival, mint például, hogy vérzéses szövődmények megítélésére és kohorsz vizsgálatra nem alkalmasak.

5.3. A porcsérülések

A laryngotracheális sztenózis egy igen heterogén betegségcsoport, melynek patogenezeise szerteágazó és a mai napig nem teljesen tisztázott. Mancioni 2021-es tanulmánya szerint a fő mechanizmus a különböző okokból létrejövő aberráns sebgyógyulás, amely fibrotikus hegek kialakulásához vezet. A leggyakoribb ok a szubglottikus tracheasztenózis kialakulásában a iatrogén eredet, azaz a tartós endotracheális intubáció, vagy a tracheosztóma képzés során okozott sérülések, de előfordulhat légcsőszűkület autoimmun betegségek és fertőzések következtében is (42). Ezért tehát különösen is fontos feladatunk a iatrogén sérülések megelőzése. Az Élő által módosított Griggs-technika kifejlesztésének egyik fő célja is ez volt. A porcsérülések szempontjából megvizsgálva a három különböző technikát, a porcsérüléseket legnagyobb arányban a Ciaglia Blue Rhino-technika alkalmazása esetén találtuk (82,50%). Ennek két okát látjuk: az egyik, hogy a beavatkozást vakon – azaz csupán tapintással azonosítva az anatómiai tájékozódási pontokat – végeztük el, így azt sem láthattuk, hogy a szűrés porcon keresztül, vagy a porcresben történt. A másik ok az, hogy a rinocéroszszarvra emlékeztető tágitó eszköz légcsőbe való begördítéséhez nagy erő szükséges, ahogy ezt Ronen állatkísérletes modelljében is bemutatta (82). Ronen vizsgálata azt is igazolta, hogy a nagy erő kifejtés a porcok sérüléséhez, töréséhez vezet. Ugyanezt az eredményt hozta Pancani 2018-ban publikált vizsgálata is (86).

A standard és a módosított Griggs-technika esetén a porcsérülések szempontjából statisztikailag szignifikáns különbség nem igazolódott a két módszer között, azonban tendencia szerint a módosított Griggs-módszer (41,82% versus 49,02%) alkalmazása esetén volt látható a legkevesebb sérülés. Ez egyrészt azért lehetséges, mert a szélesebb bőrmetszéssel és a prelaryngeális szövetek szétválasztásával látóterbe hoztuk a tracheát. Watters 2002-ben 12 kadáveren végzett méréseket arról, hogy milyen erővel tágitjuk fel a Griggs-eszközzel a légcsövet (61). Eredményei szerint olyan szempontból is hasznos a

prelaryngeális szövetek óvatos preparációja, hogy közben megérezzük az adott egyénre vonatkozó szöveti ellenállást, így a légső feltágításához csak a minimálisan szükséges erőt kell használnunk. 2004-ben Paran már ajánlást tett a légső szemellenőrzés és tapintás melletti punkciójára, így megbizonyosodhatunk arról, hogy két porc közé fogjuk bevezetni a kanült és nem a porcon keresztül, annak sérülését, illetve törését okozva (62).

Eredményeink igazolják a szakirodalmi adatokat, mely szerint a Ciaglia Blue Rhino-technika esetén nagyobb a porcsérülés lehetősége (77, 79-82). Vizsgálatunk igazolta azon feltételezésünket is, hogy a módosított Griggs-technika nem jár több porcsérüléssel, mint a megvizsgált másik két perkután tracheosztóma képzési módszer.

Meglepő eredmény, hogy ha a legkisebb porcsérülési aránnyal járó módosított Griggs-technikát nézzük, itt is az esetek 41,82%-ban, azaz közel felében láttunk porcsérülést, ami nagyon nagy arány. A klinikai adatok szerint a tracheasztenózis előfordulási gyakorisága 3-12%, tehát nem minden porcsérülés jár légsőszűkülettel. Ennek oka abban látszik, hogy a szűkületek nagy része tünetmentes, hiszen panaszok csak akkor jelentkeznek, ha a légső átmérője kevesebb, mint a felére szűkült. Másrészt kevés az ezirányú prospektív vizsgálat, így a kismértékű szűkületek felderítetlenek maradnak (87-89).

5.4. A légsőkanül helyzete

A tracheosztómás kanül behelyezése az 1-2. vagy 2-3. légsőporcok közé javasolt és az 3-4 légsőporcok közé is megengedett, amennyiben az anatómiai viszonyok más lehetőséget nem adnak. Ennek oka, hogy az 1. légsőporc fölé helyezett kanül esetén sérülhet a gyűrűporc. A gyűrűporc biztosítja a gége kellő tágasságát, így annak épsége mindenképpen megőrizendő. Irodalmi adatok szerint a 4. légsőporc alá helyezett kanül esetén nő a vérzéses szövődmények száma, ezek között is a ritka, de annál veszélyesebb trachea-artéria anonymsa fisztula kialakulásának esélye (54, 55).

Vizsgálatunk során a kanülpozíció és az alkalmazott technika összefüggésében nem találtunk statisztikailag szignifikáns eltérést. Standard Griggs-módszer esetén 39,22%-

ban, módosított Griggs-módszer alkalmazása esetén 34,55%-ban, Ciaglia Blue Rhino-technika alkalmazása során 45%-ban fordult elő malpozíció.

A Ciaglia Blue Rhino-technika esetén fordult elő a legnagyobb arányban a kanül malpozíciója, ennek háttérében szintén az állhat, hogy a beavatkozást e módszer esetén teljesen vakon végeztük. Tehát a kanül rossz helyzetének elkerülése szempontjából is, ugyanúgy, mint a porcsérülések elkerülése érdekében, előnyösebb a légcső vizualizálása. A szemellenőrzés melletti légcsőpunkciónak további előnye, hogy így teljesen szükségtelen bronchoszkóp alkalmazása a beavatkozás során (90-92). A bronchoszkóp használatát a tracheosztómás szettek gyártói, valamint a szakirodalom egy része javasolja. Vizsgálatunk limitációjának tekinthető, hogy a boncteremben nem volt lehetőségünk bronchoszkóp alkalmazására. A bronchoszkópia eszközt és tapasztalatot igényel, megnehezítheti a lélegeztetést, hypoxiához, hypercapniához vezethet és a perkután tracheosztóma képzés során bekövetkező légútvesztés egyik oka (93, 94). Egyes betegcsoportokban (koponyasérültek, agyi térfoglaló folyamatok esetén) kifejezetten előnytelen a tracheosztóma képzés során a bronchoszkóp használata, mert koponyaúri nyomásfokozódáshoz vezethet (95-97). Több módosítás történt az eredeti Griggs-technikán azért, hogy a bronchoszkóp használata elkerülhető legyen, ez például az Élő-szerinti módosítás egyik célja is (25, 98).

Megjegyezzük továbbá, hogy a statisztikai adatfeldolgozásból kizárt 4 eset, ahol conicotomia történt, szintén a malpozíciós esetek számát gyarapítja és ezek mindegyike Blue Rhino-technika alkalmazása esetén volt látható.

A szakirodalomban kevés adat található a kanül malpozícióról, néhány esetismertetés számol be a rossz kanülpozíció okozta szövődményekről (99, 100). Így például Blue Rhino-módszer alkalmazása után egy 70 éves férfinál a túl alacsony kanülpozíció miatt a betegmozgatás során a kanül becsúszott a jobb oldali bronchusba, így lélegeztetési képtelenség lépett fel, végül a tracheosztóma sebészi konverziójára volt szükség (101). Egy másik közleményben 10%-nak találták a tubus malpozíciós esetek arányát, itt nem tértek ki az alkalmazott módszerekre, azt azonban kijelentik, hogy nagyban függ a beavatkozást végző sebészi tapasztalatától. (102)

A kanül malpozíció megelőzésére több szerző javasolja nyaki ultrahangvizsgálat elvégzését a tracheosztóma képzés előtt/alatt. (103-106) A nyak ultrahang vizsgálata

ugyan eszközigényes, de gyakorlással könnyen elsajátítható és szövődménymentesen végezhető, így a klinikai gyakorlatban egyre sűrűbben használt vizsgálómódszer.

5.5. Az antropometriai paraméterek

A World Health Organization (WHO) adatai szerint az elhízás 1975 óta közel triplájára növekedett. Ma már a felnőtt populáció 13 %-át érinti. A definíció szerint obezitásról akkor beszélünk, ha a body mass index [BMI] ≥ 30 . Ez a növekedés különösen megfigyelhető az intenzív osztályok beteganyagában, irodalmi adatok szerint ebben a populációban minden ötödik beteg elhízott (107). Ezen betegeknél a szövődmények száma, a hosszabb kórházi tartózkodás esélye, valamint a rosszabb kimenetel kockázata is fokozott (107-109). Korábban az elhízást a perkután tracheosztóma képzés relatív kontraindikációjának tekintették, mivel obezitás esetén nehéz az anatómiai tájékozódási pontok azonosítása és a műtét is technikai nehézségekbe ütközhet, emiatt több tanulmány vizsgálta a módszer biztonságosságát (110-112). Egy 2023 elején publikált metaanalízis 18 vizsgálat eredményeit dolgozta fel (113). Eszerint a perkután dilatációs tracheosztóma képzéséhez köthető szövődmények aránya 16,6% volt, ez szignifikánsan magasabb, mint a nem elhízott betegek esetén (risk ratio 1,78, 95% CI: 1,38-2,28), sebészi konverzióra pedig az esetek 0,6%-ban volt szükség. A beavatkozáshoz köthető mortalitás 0,3% (2 a 727 betegből). Egyikük hirtelen szívhalált szenvedett a tracheosztóma képzés közben, a másik beteg az első posztoperatív napon masszív vérzés miatt hunyt el. Következtetésként az állapították meg, hogy bár a szövődmények kialakulásának esélye nagyobb, mint a nem elhízott betegek esetében, de a perkután technikák így is jól alkalmazhatóak obezitás esetén is.

Az intenzív osztályon, ágyban fekvő beteg BMI-jének (testtömeg osztva a testmagasság négyzetével) már a pontos meghatározása is nehézségekbe ütközhet, az anamnesztikus adatok e tekintetben pedig sokszor hiányosak. Vannak olyan betegágyak, melyek alkalmasak súlymérésre, azonban ezek használata nehézkes. Ilyen súlymérési lehetőség hiányában a testsúly, ezáltal a BMI is csak becsülhető. Kritikus állapotú betegek esetében egy flexibilis mérőszalag segítségével néhány antropometriai paraméter

mérése könnyen és olcsón kivitelezhető. Vizsgálatunk során olyan antropometriai adatok rögzítését tartottuk hasznosnak, melyek közel vannak a műtéti területhez.

A nyakkörfogat mérése obezitás esetében segíthet egyes betegségek rizikófaktorainak megítélésében, mivel szoros összefüggést mutat a felső testfelre lokalizálódó subcutan zsírszövet mértékével (114) és jól korrelál a BMI-vel (115). A 40 cm-nél nagyobb nyakkörfogat növeli a nehéz intubáció esélyét (116), a tracheosztóma képzés műtéti idejét, valamint a szövődmények incidenciáját (117). Vizsgálatunkban nem találtunk statisztikailag szignifikáns összefüggést a kanül 4. tracheaporc alatti helyzete és nyakkörfogat között.

A nyakon mért távolságok is előre jelezhetik a nehéz intubációt. Ezek közül mérhető a thyreomentális távolság, amely az áll és a pajzsporc felső éle közt mért távolság, a hyomentális távolság, melyet az áll és a nyelvcsont között mérünk, valamint a jugulomentális, vagy más néven sternomentális távolság, melyet az áll és a jugulum között mérünk. Ezek közül a tapintás nélkül azonosítható jugulomentális távolság mérhető a legprecízebben. A rövid (12 cm alatti) jugulomentális távolság a nehéz intubáció egyik prediktorának számít (118). Vizsgálatunk során nem találtunk statisztikailag szignifikáns összefüggést a kanül 4. tracheaporc alatti helyzete és a jugulomentális távolság között sem.

A felkarkörfogat (angol irodalomban mid-upper arm circumference, MUAC) mérését először gyermekek alultápláltsági mértékének megítélésre használták. Későbbi kutatások igazolták, hogy a felkarkörfogat jó korrelációt mutat a centrális obezitás mértékével is (119). Mivel a mérés olcsó és egyszerű, ezért a fejlődő országokban gyakran alkalmazzák, innen több irodalmi adat található. Viszonyításként a dél-afrikai populációban az enyhe alultápláltság esetén ($BMI < 18,5 \text{ kg/m}^2$) férfiak és a nők átlagos felkarkörfogata $< 23,9 \text{ cm}$. Túlsúly detektálásakor ($BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$) a férfiak felkarkörfogata $\geq 28,1 \text{ cm}$, míg a nőké $\geq 28,4 \text{ cm}$. Obezitás fennállásakor ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$) a férfiak átlagos felkarkörfogata $\geq 31,4 \text{ cm}$, a nőké $\geq 31,8 \text{ cm}$. (120)

Adatelemzésünk során a 30 cm-es felkarkörfogatot azonosítottuk ideális vágópontnak, mely fölött nagyobb esély van a kanül malpozíciójára, azaz a 4. légszóporc alá való behelyezésének. Érdekes irodalmi adat, hogy a kínai populációban a 30 cm-es felkarkörfogat a II. típusú, nem inzulin dependens diabetes rizikófaktorának mutatkozott (121).

Kutatási eredményeink igazolták a szakirodalmi megállapításokat, miszerint az obezitás a tracheosztóma képzése szempontjából is rizikófaktornak számít, valamint a felkarkörfogat jól használható az obezitás megítélésére (117, 121-124). Ezentúl javasoljuk ezen egyszerűen, gyorsan és olcsón kivitelezhető mérés elvégzését a légszűrés tervezésekor. Amennyiben 30 cm-nél nagyobb felkarkörfogatot rögzítünk, javasoljuk egyéb vizsgálómódszerek elvégzését a tracheosztóma képzése előtt. A nyaki ultrahang vizsgálat segítséget nyújthat az obezitás miatt tapintással nehezen azonosítható anatómiai tájékozódási pontok felismeréséhez, jelöléséhez. A preoperatív bronchoszkópia szintén segítséget nyújthat az anatómiai státusz felderítésében. Fül-orr-gégészeti konzultáció javasolt a sebészi tracheosztóma képzés megvitatására, hogy elkerülhető legyen a perkután technika konverziója, hiszen az a beteg számára nagyobb műtéti megterhelést és nagyobb esélyt jelent a szövődmények kialakulására (125, 126).

5.6. A továbblépés lehetőségei

A kadáver vizsgálatok limitációi miatt a további összefüggések pontosabb megvilágításához klinikai prospektív vizsgálatot tervezünk, melynek során rögzíteni kívánjuk a betegek adatait, antropometriai paramétereit, a beavatkozás módját és körülményeit, a beavatkozást végző orvos képesítését és tapasztalatát, illetve a rövidtávon fellépő esetleges szövődményeket. Ezután az utánkövetés során megvizsgáljuk a légsző átmérőjét képkalkotó vizsgálattal, valamint a beteg életminőségét is felmérjük kérdőív segítségével. Választ kaphatunk azon érdekes kérdésre is, hogy a légszőrés után kialakuló tracheasztenózis a műtéti beavatkozás helyén, avagy a tracheosztómás tubus cuff-jának magasságában, vagy a kanül végénél alakul-e ki. Legfőbb célunk mindezek tükrében a betegbiztonság növelése és a jobb életminőség elérése.

6. Következtetések, a célkitűzésekre és hipotézisekre adott válaszok

Az alábbiakban bemutatjuk a célkitűzéseinkre kapott válaszokat, megválaszoljuk hipotéziseinket, valamint összefoglaljuk a kutatásunk során kapott új eredményeinket.

6.1. A kadáverek demográfiai adatai, valamint a haláltól eltelt idő és a porcsérülések gyakorisága közötti kapcsolat vizsgálatának eredménye

Első lépésként a leíró statisztikai vizsgálatok alkalmazásával elemeztük a kadáverek demográfiai adatait, valamint a haláltól eltelt idő és a porcsérülések gyakoriságát. A vizsgálatunk során kapott eredmények alapján hipotéziseink az alábbiak szerint alakultak:

H1 hipotézisünk igazolást nyert, miszerint a férfi és a női nem nem befolyásolja a bekövetkező porcsérülések számát.

H2 hipotézisünk szintén igazolást nyert, azaz a férfi vagy női nem nincs hatással a kanül malpozíciójára.

H3 hipotézisünk valósnak bizonyult, mivel nem találtunk összefüggést a kadáverek életkora és a porcsérülések gyakorisága között.

H4 hipotézisünk is beigazolódott, mely szerint a kadáverek életkora nem befolyásolja a kanül rossz pozícióba kerülését.

H5 hipotézisünk megcáfolódott. Az a felfételezésünk, hogy a halálhoz képest eltelt idő (72 óra, vagy annál több) befolyásolja a porcsérülések gyakoriságát, nem volt statisztikailag kimutatható. Vizsgálatunk során tehát a megváltozott szöveti minőség nem okozott nagyobb számú porcsérülést.

Összefoglalva, válaszolva az első célkitűzésünkre, megállapíthatjuk, hogy a kadáverek általános tulajdonságai, úgymint a nem vagy a kor nem befolyásolják sem a porcsérülések gyakoriságát, sem a kanül rossz pozícióba kerülését. Továbbá a

kadáverek halálának ideje és a vizsgálat időpontja között eltelt idő mértéke sincs hatással a porcsérülések gyakoriságára. Így kijelenthetjük, hogy a kadáverek jól használhatóak a perkután tracheosztóma-képzési technikák összehasonlító modelljeként.

6.2. Perkután tracheosztómás módszerek elemzésének eredménye a porcsérülések gyakorisága szempontjából

Munkánk következő lépéseként elvégeztük a három perkután légszomszési módszer összehasonlító statisztikai vizsgálatát. Hipotézisünkre a válaszok a következőképpen alakultak:

H6 hipotézisünk igazolódott, tehát van statisztikailag szignifikáns különbség az alkalmazott módszerek között a porcsérülések gyakoriságának függvényében.

H7 hipotézisünk részben helytálló, azaz a módosított Griggs-technika statisztikailag szignifikánsan kevesebb porcsérüléssel jár, mint a Blue Rhino technika, viszont a standard Griggs-módszerrel összevetve nem látható szignifikáns különbség

Összegezve, a második célkitűzésre adott válaszul megállapíthatjuk, hogy a porcsérülések gyakorisága változik az alkalmazott módszer függvényében. Mind a standard Griggs-technika, mind a módosított Griggs-módszer kisebb eséllyel okoz porcsérülést, mint a Ciaglia Blue Rhino-technika. A két Griggs-technika között nincs statisztikailag szignifikáns különbség. A módosított Griggs-technika tehát non-inferior, a klinikai gyakorlatban legalább annyira biztonságosan alkalmazható, mint a standard Griggs-módszer a porcsérülések megelőzése szempontjából.

6.3. Perkután tracheosztómás módszerek vizsgálati eredménye a kanül helyzetének szempontjából

Adatfeldolgozásunk következő lépésében a három műtéti technika elemzését a kanül rossz helyzetbe kerülése szempontjából vizsgáltuk meg és a következő eredményre jutottunk:

H8 hipotézisünk nem igazolódott, mivel nem találtunk statisztikailag szignifikáns különbséget a három perkután tracheosztómás módszer és a kanül malpozíciója között.

Összegezve, a harmadik célkitűzésre adott válaszul megállapíthatjuk, az alkalmazott módszer nem befolyásolja a kanül rossz helyzetbe kerülését.

6.4. A betegek antropometriai paraméterei és a kanülpozíció közötti kapcsolat meghatározásának eredménye

Vizsgálatunk utolsó lépéseként elemeztük az antropometriai adatokat a kanül malpozíciójának szempontjából, és így a következő válaszokat kaptuk a hipotéziseinkre:

H9 hipotézisünk nem igazolódott, azaz nem találtunk szignifikáns összefüggést a kadáverek jugulomentális távolságának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.

H10 hipotézisünk sem bizonyult igaznak, azaz vizsgálataink alapján nincs szignifikáns összefüggés a kadáverek nyakkörfogatának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.

H11 hipotézisünk igazolódott, miszerint van statisztikailag szignifikáns összefüggés a kadáverek felkarkörfogatának mérete és a rossz pozícióban behelyezett kanül között.

Összegezve, válaszul a negyedik célkitűzésre, megállapíthatjuk, hogy a felkarkörfogat, mint az elhízás egyik objektív mérőszáma, befolyásolja a tracheosztómás kanül rossz pozícióba való kerülését, míg a nyakkörfogat és a jugulomentális távolság mérete nem befolyásolja a kanül malpozícióját.

7. Összefoglalás

Bevezetés: Napjainkban az intenzív terápia technikai és tudományos fejlődése lehetővé tette egyre nagyobb számú súlyos állapotú beteg gyógyítását. Ez sok esetben elhúzódó gépi lélegeztetést tesz szükségessé, amelyhez tracheosztóma képzése szükséges. A légszűrés elvégzésére a minimál invazív, ágy mellett elvégezhető perkután technikák javasoltak. **Célkitűzések:** Kutatócsoportunk célja volt a perkután tracheosztómás módszerek közti választáshoz tényeken alapuló támpontok biztosítása. Különösen fontosnak tartottuk a betegbiztonság növelését, a hosszú távú szövődmények elkerülését és a jó életminőség elérését, amelyekre már a tracheosztóma tervezésekor is gondolnunk kell. **Módszerek:** Munkánk során három, a Magyarországon leggyakrabban használt Seldinger-technikán alapuló perkután tracheosztómás módszert: a Ciaglia Blu Rhino folyamatos tágitási technikát, a Griggs-módszert és az Élő által módosított Griggs-technikát hasonlítottuk össze 150 kadáveren egy randomizált, kontrollált vizsgálatban. **Eredmények:** Kapott eredményeinket elemezve megállapítottuk, hogy a kadáverek neme, kora, valamint a haláltól eltelt idő független mind a porcsérülések gyakoriságától, mind a légszűrés rossz helyzetbe való kerülésétől. A porcsérülés – mint a hosszú távú, életminőséget jelentősen rontó tracheasztenózis egyik oki tényezője – szempontjából szignifikáns különbséget találtunk a három módszer között. A folyamatos tágitáson alapuló Ciaglia Blu Rhino technika alkalmazása magasabb porcsérülési eséllyel jár, mint a két Griggs-technika. A Griggs-módszerek között nem találtunk statisztikailag szignifikáns eltérést. A kanül malpozíció szempontjából a három módszer között nem volt különbség. Megvizsgálva a kadáverek antropometriai paramétereit közül az elhízást jelző felkarkörfogatot és nyakkörfogatot, valamint a nehezen kivitelezhető légszűrés egyik prediktorának számító jugulomentális távolság és a kanül malpozíciója közötti összefüggéseket, a 30 cm-es, vagy annál nagyobb felkarkörfogatot találtuk kockázatosnak ebben a vonatkozásban. **Következtetések:** Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a kadáverek alkalmasak a perkután tracheosztómás technikák vizsgálatára. Eredményeink alapján a perkután tracheosztómás technikák közül a Griggs-módszer, vagy az Élő által módosított Griggs-technika alkalmazását javasoljuk. Hasznosnak tartjuk az egyszerűen mérhető antropometriai paraméterek vizsgálatát, 30 cm-es felkarkörfogatot fölött pedig javasoljuk egyéb preoperatív vizsgálatok elvégzését és fül-orr-gégészeti konzultációt.

8. Summary

Introduction: Nowadays the development of intensive care allows the treatment of an increasing number of critically ill patients. These treatments often require prolonged mechanical ventilation, which raises the need for a tracheostomy. The procedure itself is recommended to be performed using the bedside, minimally invasive, percutaneous technique. **Objectives:** Our goal was to provide an evidence-based choice between the percutaneous tracheostomy techniques. We find it particularly relevant elevating patient safety, avoiding long term complications and reaching a good quality of life, all of which should be considered when planning a tracheostomy procedure. **Methods:** We compared the three, in Hungary most often used Seldinger-based tracheostomy techniques, the Ciaglia Blue Rhino continuous dilation method, the Griggs technique and the Griggs method modified by Élő on 150 cadavers in a randomised, observational study. **Results:** After analysing the age, sex and elapsed time from the death of the cadavers we established that these factors are independent from the occurrence of cartilage injury or tube displacement. We found a significant difference of the incidence of cartilage injury between the three methods, which is one of the causes of tracheostenosis, which leads to impaired long term quality of life. The continuous dilation Ciaglia Blue Rhino technique causes a higher rate of cartilage injury, than the other two Griggs techniques. However by comparing the two Griggs methods we observed no statistically significant difference. There was no difference in the chance of tube malposition in all three techniques. Assessing the cadavers' anthropometric parameters regarding tube malposition, specifically the obesity-indicative mid-upper arm circumference (MUAC) and neck circumference and the jugulomenthal distance, the first one proved to be considered as a predictor of difficult tracheostomy. We identified if the value of mid-upper arm circumference is 30 cm or higher the procedural risk of malposition is increased. **Conclusion:** We established that cadavers are suitable for the assessment of percutaneous tracheostomy techniques. Based on our results we recommend performing the Griggs or the modified Griggs method. We found useful the assessment of the easily measurable anthropometric parameters. If mid-upper arm circumference is 30 cm or higher we recommend other tests and/or ENT (ear, nose, and throat) consultation.

9. Irodalomjegyzék

1. Pratt LW, Ferlito A, Rinaldo A. (2008) Tracheotomy: historical review. *Laryngoscope*, 118: 1597-1606.
2. Frost EA. (1976) Tracing the tracheostomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 85: 618-624.
3. Ambesh SP. Principles and practice of percutaneous tracheostomy. Jaypee Brothers Publishers 2010.
4. Blomstedt P. (2014) Tracheostomy in ancient Egypt. *The Journal of Laryngology & Otology*, 128: 665-668.
5. McClelland RM. (1972) Tracheostomy: its management and alternatives. *Proc R Soc Med*, 65: 401-404.
6. Myers EN, Johnson JT. Tracheotomy: Airway management, communication, and swallowing. Plural Publishing 2007.
7. Goodall E. (1934) The story of tracheostomy. *Br J Child Dis*, 31: 1934.
8. Cheatham ML. (2008) The death of George Washington: an end to the controversy? *Am Surg*, 74: 770-774.
9. Morens DM. (1999) Death of a president. *N Engl J Med*, 341: 1845-1849.
10. Jackson C. (1909) Tracheotomy. *The Laryngoscope*, 19: 285-290.
11. Wilson JL. (1932) Acute anterior poliomyelitis. *New England Journal of Medicine*, 206: 887-893.
12. Björk VO. (1960) Partial resection of the only remaining lung with the aid of respirator treatment. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 39: 179-188.
13. Booth JB. (2000) Tracheostomy and tracheal intubation in military history. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 93: 380-383.
14. Pratt LW, Moore VJ, Marshall PJ, Sullivan GE. (1968) Should T and A's be intubated? *Laryngoscope*, 78: 1398-1409.
15. Meade JW. (1961) Tracheotomy—its complications and their management: a study of 212 cases. *New England Journal of Medicine*, 265: 519-523.
16. Seldinger SI. (1953) Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol*, 39: 368-376.

17. Shelden CH, Pudenz RH, Tichy FY. (1957) Percutaneous tracheotomy. *Journal of the American Medical Association*, 165: 2068-2070.
18. Toy FJ, Weinstein JD. (1969) A percutaneous tracheostomy device. *Surgery*, 65: 384-389.
19. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. (1985) Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest*, 87: 715-719.
20. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. (1990) A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet*, 170: 543-545.
21. Fantoni A, Ripamonti D, Lesmo A, Zanoni CI. (1996) [Translaryngeal tracheostomy. A new era?]. *Minerva Anesthesiol*, 62: 313-325.
22. Byhahn C, Wilke HJ, Halbig S, Lischke V, Westphal K. (2000) Percutaneous tracheostomy: ciaglia blue rhino versus the basic ciaglia technique of percutaneous dilational tracheostomy. *Anesth Analg*, 91: 882-886.
23. Zgoda MA, Berger R. (2005) Balloon-facilitated percutaneous dilational tracheostomy tube placement: preliminary report of a novel technique. *Chest*, 128: 3688-3690.
24. Frova G, Quintel M. (2002) A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med*, 28: 299-303.
25. Elő G, Zubek L, Hargitai Z, Iványi Z, Branovics J, Gál J. (2012) Prevention of tracheal cartilage injury with modified Griggs technique during percutaneous tracheostomy - Randomized controlled cadaver study. *Interv Med Appl Sci*, 4: 206-209.
26. Szentágothai J, Réthelyi M. *Funkcionális anatómia: egyetemi tankönyv: az ember anatómiája, fejlődéstana, szövettana és tájanatómiája*. Medicina 1989.
27. Sobotta J. *Atlas and text-book of human anatomy v. 2, 1906 Vol. 2*. WB Saunders company 1909.
28. Scurry Jr WC, McGinn JD. (2007) Operative tracheotomy. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 18: 85-89.
29. Cipriano A, Mao ML, Hon HH, Vazquez D, Stawicki SP, Sharpe RP, Evans DC. (2015) An overview of complications associated with open and percutaneous tracheostomy procedures. *Int J Crit Illn Inj Sci*, 5: 179-188.

30. Cheung NH, Napolitano LM. (2014) Tracheostomy: epidemiology, indications, timing, technique, and outcomes. *Respir Care*, 59: 895-915; discussion 916-899.
31. Wright CD. (2003) Minitracheostomy. *Clin Chest Med*, 24: 431-435.
32. Shukla R, Sahu S, Kant S, Dubey KP, Swain A, Uppalapati VK. (2020) Emergent airway management in blunt tracheal trauma: A novel use of the mini-tracheostomy kit. *J Family Med Prim Care*, 9: 439-441.
33. Adly A, Youssef TA, El-Begermy MM, Younis HM. (2018) Timing of tracheostomy in patients with prolonged endotracheal intubation: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 275: 679-690.
34. Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah Á N, Valente O. (2015) Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 1: Cd007271.
35. Al-Ansari MA, Hijazi MH. (2006) Clinical review: percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care*, 10: 202.
36. Freeman BD, Isabella K, Cobb JP, Boyle WA, 3rd, Schmiege RE, Jr., Kollef MH, Lin N, Saak T, Thompson EC, Buchman TG. (2001) A prospective, randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med*, 29: 926-930.
37. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. (2006) Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*, 10: R55.
38. Simon M, Metschke M, Braune SA, Püschel K, Kluge S. (2013) Death after percutaneous dilatational tracheostomy: a systematic review and analysis of risk factors. *Crit Care*, 17: R258.
39. Gwilym S, Cooney A. (2004) Acute fatal haemorrhage during percutaneous dilatational tracheostomy. *Br J Anaesth*, 92: 298.
40. Crofts SL, Alzeer A, McGuire GP, Wong DT, Charles D. (1995) A comparison of percutaneous and operative tracheostomies in intensive care patients. *Canadian journal of Anaesthesia*, 42: 775-779.
41. Holdgaard H, Pedersen J, Jensen R, Outzen K, Midtgaard T, Johansen L, Møller J, Paaske P. (1998) Percutaneous dilatational tracheostomy versus conventional surgical tracheostomy: a clinical randomised study. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 42: 545-550.

42. Marchioni A, Tonelli R, Andreani A, Cappiello GF, Fermi M, Trentacosti F, Castaniere I, Fantini R, Tabbi L, Andrisani D, Gozzi F, Bruzzi G, Manicardi L, Moretti A, Baroncini S, Samarelli AV, Pinelli M, De Santis G, Stefani A, Marchioni D, Mattioli F, Clini E. (2022) Molecular Mechanisms and Physiological Changes behind Benign Tracheal and Subglottic Stenosis in Adults. *Int J Mol Sci*, 23.
43. Whited RE. (1983) Posterior commissure stenosis post long-term intubation. *Laryngoscope*, 93: 1314-1318.
44. Zouk AN, Batra H. (2021) Managing complications of percutaneous tracheostomy and gastrostomy. *J Thorac Dis*, 13: 5314-5330.
45. Dollner R, Verch M, Schweiger P, Deluigi C, Graf B, Wallner F. (2002) Laryngotracheoscopic findings in long-term follow-up after Griggs tracheostomy. *Chest*, 122: 206-212.
46. Raghuraman G, Rajan S, Marzouk JK, Mullhi D, Smith FG. (2005) Is tracheal stenosis caused by percutaneous tracheostomy different from that by surgical tracheostomy? *Chest*, 127: 879-885.
47. van Heurn LW, Theunissen PH, Ramsay G, Brink PR. (1996) Pathologic changes of the trachea after percutaneous dilatational tracheotomy. *Chest*, 109: 1466-1469.
48. Law RC, Carney AS, Manara AR. (1997) Long-term outcome after percutaneous dilatational tracheostomy. Endoscopic and spirometry findings. *Anaesthesia*, 52: 51-56.
49. Grillo HC, Mathisen DJ. (1988) Surgical management of tracheal strictures. *Surg Clin North Am*, 68: 511-524.
50. Barros Casas D, Fernández-Bussy S, Folch E, Flandes Aldeyturriaga J, Majid A. (2014) Non-malignant central airway obstruction. *Arch Bronconeumol*, 50: 345-354.
51. Filauro M, Mazzola F, Missale F, Canevari FR, Peretti G. (2020) Endoscopic Preoperative Assessment, Classification of Stenosis, Decision-Making. *Frontiers in Pediatrics*, 7.
52. Kim SS, Khalpey Z, Hsu C, Little AG. (2017) Changes in Tracheostomy- and Intubation-Related Tracheal Stenosis: Implications for Surgery. *Ann Thorac Surg*, 104: 964-970.

53. Reed MF, Mathisen DJ. (2003) Tracheoesophageal fistula. *Chest Surg Clin N Am*, 13: 271-289.
54. Khanafer A, Hellstern V, Meißner H, Harmening C, Schneider K, Henkes H. (2021) Tracheoinnominate fistula: acute bleeding and hypovolemic shock due to a trachea-innominate artery fistula after long-term tracheostomy, treated with a stent-graft. *CVIR Endovasc*, 4: 30.
55. Bloss RS, Ward RE. (1980) Survival after tracheoinnominate artery fistula. *Am J Surg*, 139: 251-253.
56. Campisi P, Forte V. (2016) Pediatric tracheostomy. *Semin Pediatr Surg*, 25: 191-195.
57. Leverment JN, Pearson FG, Rae S. (1975) Tracheal size following tracheostomy with cuffed tracheostomy tubes: an experimental study. *Thorax*, 30: 271-277.
58. Ireton J. (2007) Tracheostomy suction: a protocol for practice. *Paediatr Nurs*, 19: 14-18.
59. Kou YF, Chorney SR, Johnson RF. (2022) Multidisciplinary Pediatric Tracheostomy Teams. *Otolaryngol Clin North Am*, 55: 1195-1203.
60. Cochrane LA, Bailey CM. (2006) Surgical aspects of tracheostomy in children. *Paediatr Respir Rev*, 7: 169-174.
61. Watters M, Thorne G, Cox C, Monk C. (2002) Tracheal trauma from percutaneous tracheostomy using the Griggs method. *Anaesthesia*, 57: 249-252.
62. Paran H, Butnaru G, Hass I, Afanasyv A, Gutman M. (2004) Evaluation of a modified percutaneous tracheostomy technique without bronchoscopic guidance. *Chest*, 126: 868-871.
63. Eló G, Péntes I. (2002) [Role of percutaneous tracheostomy in intensive care: a review]. *Orv Hetil*, 143: 875-879.
64. Bódis F, Orosz G, Tóth JT, Szabó M, Élő LG, Gál J, Élő G. (2023) Percutaneous tracheostomy: Comparison of three different methods with respect to tracheal cartilage injury in cadavers—Randomized controlled study. *Pathology and Oncology Research*: 3.
65. Bódis F, Orosz G, Szabó M, Molnár V, Tóth TJ, Élő LG, Tamás L, Élő G. (2023) [Role of anthropometric parameters in percutaneous tracheostomies performed on cadavers]. *Orv Hetil*, 164: 630-635.
66. Tai HP, Lee DL, Chen CF, Huang YT. (2019) The effect of tracheostomy delay time on outcome of patients with prolonged mechanical ventilation: A

- STROBE-compliant retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)*, 98: e16939.
67. Pauliny M, Christova E, Mackova J, Liska M. (2012) Percutaneous dilation tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients. *Bratisl Lek Listy*, 113: 409-411.
 68. Khaja M, Haider A, Alapati A, Qureshi ZA, Yapor L. (2022) Percutaneous Tracheostomy: A Bedside Procedure. *Cureus*, 14: e24083.
 69. Kaylie DM, Andersen PE, Wax MK. (2003) An analysis of time and staff utilization for open versus percutaneous tracheostomies. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 128: 109-114.
 70. Heikkinen M, Aarnio P, Hannukainen J. (2000) Percutaneous dilational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med*, 28: 1399-1402.
 71. Melloni G, Muttini S, Gallioli G, Carretta A, Cozzi S, Gemma M, Zannini P. (2002) Surgical tracheostomy versus percutaneous dilatational tracheostomy. A prospective-randomized study with long-term follow-up. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 43: 113-121.
 72. Youssef TF, Ahmed MR, Saber A. (2011) Percutaneous dilatational versus conventional surgical tracheostomy in intensive care patients. *N Am J Med Sci*, 3: 508-512.
 73. Cinotti R, Voicu S, Jaber S, Chousterman B, Paugam-Burtz C, Oueslati H, Damoiseil C, Caillard A, Roquilly A, Feuillet F, Mebazaa A, Gayat E. (2019) Tracheostomy and long-term mortality in ICU patients undergoing prolonged mechanical ventilation. *PLoS One*, 14: e0220399.
 74. Johnson-Obaseki S, Veljkovic A, Javidnia H. (2016) Complication rates of open surgical versus percutaneous tracheostomy in critically ill patients. *Laryngoscope*, 126: 2459-2467.
 75. Brass P, Hellmich M, Ladra A, Ladra J, Wrzosek A. (2016) Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy. *Cochrane Database Syst Rev*, 7: Cd008045.
 76. Dennis BM, Eckert MJ, Gunter OL, Morris JA, Jr., May AK. (2013) Safety of bedside percutaneous tracheostomy in the critically ill: evaluation of more than 3,000 procedures. *J Am Coll Surg*, 216: 858-865; discussion 865-857.

77. Ambesh SP, Pandey CK, Srivastava S, Agarwal A, Singh DK. (2002) Percutaneous tracheostomy with single dilatation technique: a prospective, randomized comparison of Ciaglia blue rhino versus Griggs' guidewire dilating forceps. *Anesth Analg*, 95: 1739-1745, table of contents.
78. Añón JM, Escuela MP, Gómez V, Moreno A, López J, Díaz R, Montejo JC, Sirgo G, Hernández G, Martínez R. (2004) Percutaneous tracheostomy: Ciaglia Blue Rhino versus Griggs' Guide Wire Dilating Forceps. A prospective randomized trial. *Acta Anaesthesiol Scand*, 48: 451-456.
79. Fikkers BG, Staatsen M, van den Hoogen FJ, van der Hoeven JG. (2011) Early and late outcome after single step dilatational tracheostomy versus the guide wire dilating forceps technique: a prospective randomized clinical trial. *Intensive Care Med*, 37: 1103-1109.
80. Fikkers BG, Staatsen M, Lardenoije SG, van den Hoogen FJ, van der Hoeven JG. (2004) Comparison of two percutaneous tracheostomy techniques, guide wire dilating forceps and Ciaglia Blue Rhino: a sequential cohort study. *Crit Care*, 8: R299-305.
81. Cabrini L, Landoni G, Greco M, Costagliola R, Monti G, Colombo S, Greco T, Pasin L, Borghi G, Zangrillo A. (2014) Single dilator vs. guide wire dilating forceps tracheostomy: a meta-analysis of randomised trials. *Acta Anaesthesiol Scand*, 58: 135-142.
82. Ronen O, Rosin I, Taitelman UZ, Altman E. (2019) Comparison of Ciaglia and Griggs Percutaneous Tracheostomy Techniques - A Biomechanical Animal Study. *Indian J Crit Care Med*, 23: 247-250.
83. Aramaki T, Ikeda T, Usui A, Funayama M. (2017) Age estimation by ossification of thyroid cartilage of Japanese males using Bayesian analysis of postmortem CT images. *Leg Med (Tokyo)*, 25: 29-35.
84. Dang-Tran KD, Dedout F, Joffre F, Rougé D, Rousseau H, Telmon N. (2010) Thyroid cartilage ossification and multislice computed tomography examination: a useful tool for age assessment? *J Forensic Sci*, 55: 677-683.
85. Tabatabaee SM, Vasheghani Farahani M, Alimohammadi A, Shekarchi B. (2020) Investigating the association between chronological age and thyroid cartilage ossification using CT imaging. *Med J Islam Repub Iran*, 34: 130.

86. Pancani S, Virga A, Spina R, Peris A, Corvi A. (2018) Experimental measurement of forces during percutaneous dilatational tracheostomy. *Proc Inst Mech Eng H*, 232: 423-433.
87. Lebiedz P, Suca A, Gümüs E, Radke RM, Kaya E, Hilker E, Reinecke H. (2010) 7-year survey after percutaneous dilatational tracheotomy on a medical intensive care unit. *J Investig Med*, 58: 977-981.
88. Kost KM. (2005) Endoscopic percutaneous dilatational tracheotomy: a prospective evaluation of 500 consecutive cases. *Laryngoscope*, 115: 1-30.
89. Páez M, Buisán F, Almaraz A, Martínez-Martínez A, Muñoz F. (2005) [Percutaneous tracheotomy with the Ciaglia Blue Rhino technique: a critical analysis after 1 year]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*, 52: 466-473.
90. Barba CA, Angood PB, Kauder DR, Latenser B, Martin K, McGonigal MD, Phillips GR, Rotondo MF, Schwab CW. (1995) Bronchoscopic guidance makes percutaneous tracheostomy a safe, cost-effective, and easy-to-teach procedure. *Surgery*, 118: 879-883.
91. Winkler W-B, Karnik R, Seelmann O, Havlicek J, Slany J. (1994) Bedside percutaneous dilational tracheostomy with endoscopic guidance: experience with 71 ICU patients. *Intensive Care Medicine*, 20: 476-479.
92. Brimacombe J, Clarke G. (1994) Endoscopy in percutaneous tracheostomy. *British Journal of Hospital Medicine*, 51: 496-496.
93. Beiderlinden M, Karl Walz M, Sander A, Groeben H, Peters J. (2002) Complications of bronchoscopically guided percutaneous dilational tracheostomy: beyond the learning curve. *Intensive care medicine*, 28: 59-62.
94. Reilly P, Sing R, Giberson F, Anderson III H, Rotondo M, Tinkoff G, Schwab C. (1997) Hypercarbia during tracheostomy: a comparison of percutaneous endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy. *Intensive care medicine*, 23: 859-864.
95. Kleffmann J, Pahl R, Ferbert A, Roth C. (2020) Factors influencing intracranial pressure (ICP) during percutaneous tracheostomy. *Clin Neurol Neurosurg*, 195: 105869.
96. Kocaeli H, Korfali E, Taşkapılıoğlu O, Ozcan T. (2008) Analysis of intracranial pressure changes during early versus late percutaneous tracheostomy in a neuro-intensive care unit. *Acta Neurochir (Wien)*, 150: 1263-1267; discussion 1267.

97. Kleffmann J, Pahl R, Deinsberger W, Ferbert A, Roth C. (2012) Effect of percutaneous tracheostomy on intracerebral pressure and perfusion pressure in patients with acute cerebral dysfunction (TIP Trial): an observational study. *Neurocrit Care*, 17: 85-89.
98. Atweh NA, Possenti PP, Caushaj PF, Burns G, Pineau MJ, Ivy M. (1999) Dilatational percutaneous tracheostomy: modification of technique. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 47: 142-144.
99. Toursarkissian B, Zweng TN, Kearney PA, Pofahl WE, Johnson SB, Barker DE. (1994) Percutaneous dilatational tracheostomy: report of 141 cases. *Ann Thorac Surg*, 57: 862-867.
100. Vigliaroli L, De Vivo P, Mione C, Pretto G. (1999) Clinical experience with Ciaglia's percutaneous tracheostomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 256: 426-428.
101. Kirschbaum A, Maier T, Teymoortash A. (2016) Transmediastinal Trachea Closure after Dilational Tracheotomy Positioned Too Low Down. *Thorac Cardiovasc Surg Rep*, 5: 4-7.
102. Schmidt U, Hess D, Kwo J, Lagambina S, Gettings E, Khandwala F, Bigatello LM, Stelfox HT. (2008) Tracheostomy tube malposition in patients admitted to a respiratory acute care unit following prolonged ventilation. *Chest*, 134: 288-294.
103. Kumar P, Kumar S, Hussain M, Singh R, Ahmed W, Anand R. (2022) Comparison of percutaneous tracheostomy methods in ICU patients: Conventional anatomical landmark method versus ultrasonography method - A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth*, 66: S207-s212.
104. Rudas M, Seppelt I, Herkes R, Hislop R, Rajbhandari D, Weisbrodt L. (2014) Traditional landmark versus ultrasound guided tracheal puncture during percutaneous dilatational tracheostomy in adult intensive care patients: a randomised controlled trial. *Crit Care*, 18: 514.
105. Rajajee V, Fletcher JJ, Rochlen LR, Jacobs TL. (2011) Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: a feasibility study. *Crit Care*, 15: R67.
106. Rodríguez SJ, Esteves LE. (2011) Real-time ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy. *Crit Care*, 15: 443.
107. Schetz M, De Jong A, Deane AM, Druml W, Hemelaar P, Pelosi P, Pickkers P, Reintam-Blaser A, Roberts J, Sakr Y, Jaber S. (2019) Obesity in the critically ill: a narrative review. *Intensive Care Med*, 45: 757-769.

108. Meacham R, Vieira F. (2012) Is obesity truly a risk factor for mortality after tracheotomy? *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 121: 733-737.
109. Bercault N, Boulain T, Kuteifan K, Wolf M, Runge I, Fleury JC. (2004) Obesity-related excess mortality rate in an adult intensive care unit: A risk-adjusted matched cohort study. *Crit Care Med*, 32: 998-1003.
110. Kaese S, Zander MC, Lebiez P. (2016) Successful Use of Early Percutaneous Dilatational Tracheotomy and the No Sedation Concept in Respiratory Failure in Critically Ill Obese Subjects. *Respir Care*, 61: 615-620.
111. Marshall RV, Haas PJ, Schweinfurth JM, Replogle WH. (2016) Tracheotomy Outcomes in Super Obese Patients. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 142: 772-776.
112. Darrat I, Yaremchuk K. (2008) Early mortality rate of morbidly obese patients after tracheotomy. *Laryngoscope*, 118: 2125-2128.
113. Roy CF, Silver JA, Turkdogan S, Siafa L, Correa JA, Kost K. (2023) Complication Rate of Percutaneous Dilatational Tracheostomy in Critically Ill Adults With Obesity: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, doi:10.1001/jamaoto.2022.4824.
114. Sjöström CD, Håkangård AC, Lissner L, Sjöström L. (1995) Body compartment and subcutaneous adipose tissue distribution-risk factor patterns in obese subjects. *Obesity research*, 3: 9-22.
115. Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U, D'Agostino Sr RB, Levy D, Robins SJ, Meigs JB, Vasan RS, O'Donnell CJ, Fox CS. (2010) Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: the Framingham Heart study. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*, 95: 3701-3710.
116. Langeron O, Birenbaum A, Le Saché F, Raux M. (2014) Airway management in obese patient. *Minerva Anesthesiol*, 80: 382-392.
117. Cordes SR, Best AR, Hiatt KK. (2015) The impact of obesity on adult tracheostomy complication rate. *Laryngoscope*, 125: 105-110.
118. Ulrich B, Listyo R, Gerig H, Gabi K, Kreienbühl G. (1998) The difficult intubation. The value of BURP and 3 predictive tests of difficult intubation. *Der Anaesthesist*, 47: 45-50.
119. Hou Y, Jia X, Xuan L, Zhu W, Deng C, Wang L, Zhao Z, Li M, Lu J, Xu Y. (2019) Association between mid-upper arm circumference and cardiometabolic risk in Chinese population: a cross-sectional study. *BMJ open*, 9: e028904.

120. Charlton KE, Kolbe-Alexander TL, Nel JH. (2005) Development of a novel nutrition screening tool for use in elderly South Africans. *Public Health Nutr*, 8: 468-479.
121. Zhu Y, Lin Q, Zhang Y, Deng H, Hu X, Yang X, Yao B. (2020) Mid-upper arm circumference as a simple tool for identifying central obesity and insulin resistance in type 2 diabetes. *PLoS One*, 15: e0231308.
122. Mamidi IS, Benito DA, Lee R, Thakkar PG, Goodman JF, Joshi AS. (2021) Obesity is a predictor of increased morbidity after tracheostomy. *Am J Otolaryngol*, 42: 102651.
123. Wan R, Shin H, Docherty C, Bhatti H, Spector C, Thai B, Muller A, Martin A, Gile K, Liu A, Ong A. (2022) Tracheostomy dislodgement: Are obese patients at increased risk? *Am J Surg*, 223: 566-568.
124. Reilly JJ. (2017) Mid-upper arm circumference (MUAC): new applications for an old measure. *Arch Dis Child*, 102: 1-2.
125. Kumar M, Jaffery A, Jones M. (2002) Short-term complications of percutaneous tracheostomy: experience of a district general hospital--otolaryngology department. *J Laryngol Otol*, 116: 1025-1027.
126. Gilbey P. (2012) Fatal complications of percutaneous dilatational tracheostomy. *Am J Otolaryngol*, 33: 770-773.

10. Saját publikációk jegyzéke

1.

Percutaneous tracheostomy: Comparison of three different methods with respect to tracheal cartilage injury in kadavers—Randomized controlled study

Fruzsina Bódis; Gábor Orosz; József T. Tóth, Marcell Szabó, László Gergely Élő, János Gál; Gábor Élő

Pathol. Oncol. Res., 19 January 2023

<https://doi.org/10.3389/pore.2023.1610934>

(IF: 2,847)

2.

Az antropometriai paraméterek szerepe a kadáveren végzett percutan tracheostomás módszerek elemzésében

Bódis Fruzsina dr., Orosz Gábor dr., Szabó Marcell dr., Molnár Viktória dr., Tóth T. József dr. Phd, Élő László Gergely dr., Tamás László Prof. dr. Phd, Élő Gábor dr. Phd

Orvosi Hetilap, 2023/164/16, 630-635

<https://doi.org/10.1556/650.2023.32746>

(IF:0,707)

11. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki *dr. Tamás László* Professzor Úrnak, hogy e határterületi téma vizsgálatát támogatta és lehetővé tette doktori programjának keretein belül. Hálásan köszönöm témavezetőmnek, *dr. Élő Gábornak*, hogy a perkután tracheosztómás technikák iránt felkeltette az érdeklődésemet, majd aneszteziológiai tanulmányaim során mentorként is mindvégig mellettem állt. Hálás vagyok neki a munkám során nyújtott iránymutatásért. Nagyon köszönöm *dr. Orosz Gábornak* a sok boncteremben eltöltött hajnali óráit, a biztatást és a cikkekkel kapcsolatos kiváló kritikai észrevételeit. Köszönöm *dr. Tóth T. Józsefnek* és *dr. Szabó Marcellnek* a statisztikai vizsgálatokban és a cikkek megírása során nyújtott segítségüket.

Köszönet illeti *dr. Matolcsy András* Professzor Urat, *dr. Rácz Gergelyt* és *Zalavári Jánost*, hogy lehetővé tették vizsgálatunk elvégzését a Semmelweis Egyetem I. számú Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetében.

A cikkek és a disszertáció lektorálását köszönöm *dr. Hauser Balázsnak*, *dr. Laki Juditnak*, *dr. Molnár Viktóriának* és *dr. Polgár Líviának*. Köszönet *dr. Lukács Fanninak* az igényes illusztrációkért.

Köszönöm a bírálóbizottságok és az opponensek munkáját.

Végül, de egyáltalán nem utolsósorban családomnak szeretném kifejezni a köszönetemet. Férjem, *dr. Kiss Attila* szeretete és támogatása nélkül ez a doktori értekezés nem valósulhatott volna meg. Hálás vagyok édesapámnak, *dr. Bódis Lajosnak*, hogy megtanított a tudomány szeretetére és a precizitás fontosságára, valamint hála illeti édesanyámat, *dr. Bódisné Rakitovszky Viktóriát*, hogy mindig biztatott és segített az otthoni háttér biztosításában. Köszönöm gyerekeimnek, *Olíviának*, *Gáspárnak* és *Ágostonnak*, hogy türelmesek voltak sokszor fáradt édesanyjukkal