

**VividTrac[®] videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata
szimulált körülmények között, kezdő felhasználók körében**

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Dr. Keresztes Dóra

Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar
Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Intézet



Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola

Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Bogár Lajos

Programvezető: Dr. Szántó Zalán

Témavezetők: Dr. Nagy Bálint János, Dr. Woth Gábor László

Pécsi Tudományegyetem

OGYDHT, Pécs

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Irodalmi háttér	3
2.1. A laringoszkópia története.....	3
2.1.1. A direkt laringoszkópia története	3
2.1.2. Az indirekt laringoszkópia története	4
2.2. A videólaringoszkópok csoportosítása.....	4
2.3. Az általunk vizsgált videólaringoszkópok besorolása és technikai paraméterei	7
2.4. A videólaringoszkópia előnyei és hátrányai	8
2.4.1. Videólaringoszkópok összehasonlítása a direkt laringoszkóppal	8
2.4.2. A különböző videólaringoszkópok összehasonlítása	10
2.5. Intubációs nehezítettség, a nehéz légút fogalma.....	13
2.5.1. Nehéz légút prediktorai	14
2.5.2. A három oszlop modell	18
2.6. Videólaringoszkópok szerepe a nehéz légút biztosítása során	19
2.7. Videólaringoszkóp szerepe a fertőző betegek ellátásában, különös tekintettel a COVID-19-re	21
2.7.1. A COVID-19	21
2.7.2. COVID-19 betegek endotracheális intubációja	22
2.8. Kardiopulmonális reszuszcitáció	23

2.8.1. Statisztika.....	23
2.8.2. Légútbiztosítás az emeltszintű újraélesztés során.....	23
2.8.3. Videólaringoszkóp szerepe az újraélesztés során végzett endotracheális intubációban	24
2.9. A videólaringoszkópok szerepe a fertőzött betegek újraélesztésében, különös tekintettel a COVID-19-re	26
2.10. A szimulátorok szerepe a kutatásban és oktatásban	26
3. Célkitűzés	27
3.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	28
3.1.1. Elsődleges célkitűzés.....	28
3.1.2. Másodlagos célkitűzés.....	28
3.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	28
3.2.1. Elsődleges célkitűzés.....	28
3.2.2. Másodlagos célkitűzés.....	29
3.3. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	29
3.3.1. Elsődleges célkitűzés.....	29
3.3.2. Másodlagos célkitűzés.....	29
4. Anyagok és Módszerek	30

4.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált körülmények között, kezdő felhasználók körében.....	30
4.1.1. Közös módszertan	30
4.1.2. Vivid Trac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében	31
4.1.3. VividTrac ® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett, normál és nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében	33
4.2. Statisztikai analízis.....	35
5. Eredmények	36
5.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	36
5.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	38
5.3. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	40
6. Megbeszélés	41
6.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	42
6.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos kardiopulmonális reszuscitáció alatt végzett endotracheális intubáció során, kezdő felhasználók körében	45
6.2.1. Normál légúti körülmények között végzett vizsgálat.....	46

6.2.2. Nehéz légúti körülmények között végzett vizsgálat	48
7. Következtetés.....	51
8. Tézisek	52
8.1. VividTrac® videolaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében.....	52
8.1.1. Elsődleges célkitűzés.....	52
8.1.2. Másodlagos célkitűzés.....	52
8.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos mellkaskompresszió alatt végzett normál légúti intubáció során, kezdő felhasználók körében.....	53
8.2.1. Elsődleges célkitűzés	53
8.2.2. Másodlagos célkitűzés.....	53
8.3. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos mellkaskompresszió alatt végzett nehéz légúti intubáció során, kezdő felhasználók körében	54
8.3.1. Elsődleges célkitűzés.....	54
8.3.2. Másodlagos célkitűzés.....	55
9. Irodalomjegyzék	56
10. A szerző publikációi	74
11. Köszönetnyilvánítás.....	82

Rövidítések jegyzéke

ALS	Advanced Life Support – emeltszintű újraélesztés
ANOVA	analysis of variance - varianciaelemzés
ASA	American Society of Anesthesiologists – Amerikai Aneszteziológiai Társaság
AT	Airtraq®
ATLS	Advanced Trauma Life Support
CCD	charge-coupled device – töltés csatolt eszköz
CMOS	complementary metal-oxide semiconductor – komplementer fém oxid félvezető
C/L	Cormack-Lehane érték
COVID-19	Coronavirus Disease 2019 – Koronavírus betegség 2019
CPR	cardiopulmonary resuscitation – kardiopulmonális reszuszcitáció
DL	direct laringoszkópia/direkt laringoszkóp
ERC	European Resuscitation Council - Európai Újraélesztési Társaság
ETI	endotracheális intubáció
fps	frames per second – képkocka per másodperc
FPSR	first-pass success rate (első intubációs kísérletből származó sikerarány)
ID	egyedi gyártású indirekt laringoszkóp
IDD	interdental distance – interdentális távolság
IDS	Intubation Difficulty Scale – intubációs nehézségi skála
IQR	interquartile range-interkvartilis tartomány
IT	intubation time – intubációs idő
KV	King Vision®
LT	laryngoscopy time – feltárási idő
LED	Light-Emitting Diode – fénykibocsátó dióda
MILS	manuális in-line stabilisation
mtsai.	munkatársai
OLED	organic light-emitted diode – szerves fénykibocsátó dióda
PATEM	Preserved According Thiel's Embalming Method
POGO	Percent of Glottic Opening – hangrés feltárási mértéke
px	pixel

SARS-CoV-2	Sever acut respiratory syndrome coronavirus-2 - súlyos akut légzőszervi szindróma- koronavírus-2
SCA	sudden cardiac arrest – hirtelen szívhalál
SGA	supraglottic airway device - szupraglottikus eszköz
SMD	sternomental distance sternomentalis távolság
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TIT	tube insertion time – tubusbevezetési idő
TMD	thyreomental distance - thyreomentális távolság
VL	videólaringoszkópia
VT	VividTrac®
WHO	World Health Organizations - Egészségügyi Világszervezet

Ábrajegyzék

1. ábra. McGRATH® MAC, VL Macintosh-féle, tubusvezető nélküli lapoccal, integrált monitorral.....	5
2. ábra. GlideScope® 60°-ban hajlított lapoccal, külön álló monitorral.....	6
3. ábra. GlideScope® 60°-ban hajlított lapoccal, DL Macintosh-féle lapoccal, VL Macintosh-féle lapoccal.....	6
4. ábra. Anatómiai formájú, tubusvezetős lapoccal rendelkező VL-ok.....	7
5. ábra. Mallampati beosztás.....	15
6. ábra. LEMON 3-3-2 szabály.....	16
7. ábra. Nyaki gerinc rögzítése által okozott változás a szájnyitás, Mallampati score és a nyak mobilitás tekintetében.....	16
8. ábra. A vizsgálatba bevont eszközök.....	32
9. ábra. Laerdal® Airway Management Trainer.....	33
10. ábra. Nehéz légút szimulációja MILS alkalmazásával.....	33
11. ábra. Advanced Life Support (ALS) szimulátor és kontroll monitor.....	34
12. ábra. Folyamatos CPR Advanced Life Support (ALS) szimulátoron.....	35

Táblázatjegyzék

1. táblázat. Nehéz légúti vizsgálat eredményei.....	36
2. táblázat. Folyamatos mellkaskompresszió mellett, normál légúti szituációban végzett vizsgálat eredményei.....	38
3. táblázat. Folyamatos mellkaskompresszió mellett, nehéz légúti szituációban végzett vizsgálat eredményei.....	40

1. Bevezetés

Az aneszteziológia és a kritikus állapotú betegellátás egyik sarokköve a sikeres légútbiztosítás. Már több évtizede, hogy felismerték, az anesztéziához kapcsolódó szövődmények vezető oka a sikertelen endotracheális intubáció (ETI) és a sikertelen légútbiztosítás [1]. Ennek megfelelően a kritikus betegellátásban dolgozók számára elengedhetetlen, hogy birtokában legyenek az ETI képességének. Az intubáció „gold standardja” máig a direkt laringoszkóp (DL) Macintosh- féle lapoccal. Ennek biztonságos és sikeres alkalmazásához azonban nagy gyakorlat szükséges. A DL használatának nehézsége abból fakad, hogy a hangrés látótérbe kerüléséhez egy vonalba kell hozni a hangszalagokat, az orofarinxot, a szájüreget és a szájnyílást [2]. A fej hátrahajtásával, az úgynevezett „szagló” pozíció elérésével kialakíthatóak az optimális viszonyok, de az ETI-t így is számos várt illetve nem várt tényező befolyásolhatja, mint például a nyaki gerinc immobilitása, a laringoszkópiát nehezítő tényezők (micrognathia, macroglossia, post irradiációs állapot), a légút szűkületei (tumor, gyulladás), melyek aztán nehéz légút kialakulásához és nehéz intubációhoz vezethetnek [3]. Ahhoz, hogy DL-lel megfelelő gyakorlatot szerezzünk és ezzel 90% feletti intubációs sikerarányt érjünk el, megelőzően legalább 50 intubációt kell végrehajtanunk. Belátható, hogy ilyen tapasztalattal csak azok rendelkezhetnek, akik a betegellátás speciális területein dolgoznak. A nehéz légút előfordulása azonban még esetükben is 20-szor gyakrabban fordul elő, ha sürgős szituációban kell az ETI-t végrehajtani [4]. Azonban számtalan esetben fordul az elő, hogy a légútbiztosítást szakterülettől függetlenül kellene elvégezni annak érdekében, hogy elkerüljünk olyan fatális szövődményeket, mint a hipoxia és az aspiráció [5,6]. Az ellátó tapasztalatának hiányából eredő szövődmények előfordulási esélyét viszont növeli, hogy a műtőn kívüli környezetben a nehéz légút előfordulási gyakorisága egyébként is magasabb [5,7]. Egy ilyen, leggyakrabban műtői környezeten kívül végzett, sürgős beavatkozás a kardiopulmonális reszuscitáció (CPR). A CPR kulcsponja a folyamatos, jó minőségű mellkaskompresszió és a megfelelő légútbiztosítás [8]. Az ETI, mint emeltszintű légútbiztosítási módszer előnye, hogy véd a gyomor felfúvódása és a légúti aspiráció ellen, a beteg mozgatása során kisebb a tömítetlenség, a tubus kimozdulásának esélye és így a légútvesztés veszélye, továbbá a lélegeztetés folyamatos mellkaskompresszió mellett is végezhető [8,9]. Folyamatos mellkaskompressziók mellett azonban az ETI kivitelezése nem egyszerű feladat, még egy gyakorlott intubáló számára sem. Az intubációs kísérlettel eltöltött értékes idő, míg a mellkaskompresszió szünetel vagy

ineffektív, a koronáriák keringése csökken és ezáltal a sikeres CPR esélye romlik. Az intubáció sikertelensége, illetve az intubációs kísérlettel töltött idő tovább növeli a szövődmények előfordulását. Az Európai Újraélesztési Társaság (ERC) 2021-ben megjelent ajánlásában ezért csak azoknak javasolja az ETI elvégzését a CPR során, akik 2 intubációs kísérlet alatt több mint 95%-ban képesek sikeres ETI-t végrehajtani. Van azonban egy terület, ahol a CPR alatti korai ETI előnyt élvez. A koronavírus (SARS-CoV-2) betegek (COVID-19) újraélesztése során elsődleges, kiemelt szerepet kapott az ETI a vapor keletkezésének és ezáltal a fertőzés transzmissziójának csökkentése érdekében [9,10].

A videótechnika fejlődésével, a flexibilis száloptikás videóeszközök megjelenésével a kereskedelmi forgalomban elérhetővé váltak az úgynevezett videólaringoszkópok (VL). Céljuk, a légútbiztosításból származó kockázatok csökkentése és az intubációs sikerarány növelése. Kiküszöbölve a DL nehézségeit, a VL-ek optikai rendszere egy monitoron jeleníti meg a gégebemenetet anélkül, hogy azt direkt látótérbe kellene hozni. További előnyük, hogy számos VL elérhető tubusvezetős lapoccal, mely segít a tubust a tracheába irányítani, ezáltal elősegítheti az ETI sikerességét [2,11,12]. A VL-ek előnye a csekély intubációs tapasztalattal rendelkezők körében jelentkezik nagyobb mértékben. Alkalmazásukkal jobb első intubációs kísérletből származó sikerarány (FPSR-first-pass success rate) és gyorsabb intubációs idő (IT-intubation time) érhető el, mint a DL-lel. Ezen eszközök nehéz légút esetében is előnyt jelenthetnek a DL-hez képest. Az alkalmazott VL fajtájától függően azonban a gyakorlott felhasználók esetében is tapasztalható volt az előnyük az alacsonyabb szövődmény ráta és a hangrész jobb vizualizációja terén [13–22].

A COVID-19-es betegek ellátása során még inkább előtérbe kerültek a VL-ek. Ezen légzési elégtelen betegeknél a vaporizáció elkerülése érdekében javasolták a korai, mandzsettás tubussal történő ETI-t. Ennek elvégzésére ideális eszköz a VL, mely nagyobb FPSR-t biztosít az ellátásban résztvevő, gyakran csak kevés intubációs tapasztalattal rendelkező ellátó számára, valamint a kamera és monitor rendszerének köszönhetően lehetővé teszi az ellátó és beteg távolságának maximalizálását is. A COVID-19-ben szenvedő kritikus állapotú betegek ETI-je során az FPSR kevesebb mint 80%, valamint 20% felett van a kettőnél több intubációs kísérlet száma. Tovább nehezíti a helyzetet a szkafander jellegű egyéni védőfelszerelés viselése a betegellátás során. Ebből kifolyólag olyan eszközök alkalmazására van szükség, mely maximalizálja az FPSR-t és csökkenti az egy intubációs kísérlettel eltöltött időt még a

tapasztalatlan intubálók számára is [23]. Igaz mindez a kritikus állapotú, invazív gépi lélegeztetésre szoruló hypoxiás beteg ellátására és a CPR-jára egyaránt. Több tanulmány is igazolta, hogy egyéni védőfelszerelésben elvégzett intubáció során a VL alkalmazásával jobb eredmények érhetőek el, mint DL-lel [24,25]. CPR kapcsán pedig még gyakorlott felhasználó esetén is csökkenthető a mellkas kompressziók megszakításának ideje az intubáció alatt, ez pedig tovább javíthatja a kimenetelt [26]. A VL-ek korai sikere, majd annak reneszánsza, a kereskedelmi forgalomban elérhető eszközök széles palettájához vezettek. A különböző alakú, méretű, lapoc formájú eszközök egyértelmű előnyei viszont egyelőre nem tisztázottak. Az összefoglaló tanulmányokból kitűnik, hogy a VL-ek különböző csoportjai eltérő légúti szituációkban jelenthetnek előnyt, ugyanakkor egy azon csoportba tartozó VL-ek között is felmerülnek különbségek az előnyüket és hátrányukat tekintve [27,28]. A 2019-es SARS-CoV-2 pandémia megjelenésével pedig újabb szempontok jelentek meg a megfelelő eszköz kiválasztása kapcsán, úgy mint a gazdaságosság (pl. egyszer felhasználható eszközök), vagy a VL monitorának tulajdonságai [29,30].

2. Irodalmi háttér

2.1. A laringoszkópia története

2.1.1. A direkt laringoszkópia története

Az ETI „gold standardja” mai napig a DL. Ennek kezdetét Phillip Bozzini nevéhez kötik, aki 1809-ben egy spekulum segítségével fényforrást vezetett be az orr- és szájgaratba. 1829-ben Benjamin Guy Babington a nyelv és a szupraglottikus képletek elkampózásával képes volt látótérbe hozni a gégét is. A DL atyjának Manuel Garcíát tartjuk, akinek elsőként sikerült vizualizálnia saját gégéjét. Egy fogászati és egy kézi tükör segítségével vezette a nap fényét a gége irányába és így képes volt látótérbe hozni saját hangszalagjait. 1857-ben Ludwig Türck betegeken próbálta vizsgálni Garcia módszerét, melyet aztán Johan Czermak tökéletesített tovább. Czermak gyertyafényt használt fényforrásként és egy konkáv sebészeti tükör segítségével fókuszálta azt egy pontba [31,32]. 1864-ben egy német orvos, Tobold már tükör nélkül tudta vizualizálni egy beteg gégéjét. Egy évvel később Veltolini tovább fejlesztette azt és egy spatula segítségével a nyelvet a szájfenékhez szorította. Alfred Kirstein 1890-ben alkotta meg az úgynevezett autoszkópot, mely a mai DL-hez hasonló, külső fényforrással rendelkező eszköz volt. Ő írta le a laringeális feltárás alapvetéseit, a megfelelő technikát, az ideális fej- és nyak pozíciót, a feltárás sikerességéhez szükséges három tengelyt [2,32,33]. Az 1930-as

években még az egyenes lapocú DL-t tekintették a legmegfelelőbb eszköznek az ETI-k elvégzéséhez, ezzel azonban Macintosh nem értett egyet és kifejlesztett egy hajlított lapocot, melynek segítségével az epiglottis indirekt módon megemelhető és ezáltal nagyobb teret nyerünk az endotracheális tubus bevezetéséhez.[34]. A Macintosh-féle lapoc a mai napig a direkt ETI alap eszköze.

2.1.2. Az indirekt laringoszkópia története

A laringoszkópia következő fejlődési szakaszát a flexibilis száloptikás kábelek megjelenése jelentette. 1967-ben Calder számolt be az első sikeres száloptikás ETI-ről. Ezek a száloptikás rendszerek azonban még nem rendelkeztek megfelelő képminőséggel, méretük pedig tovább korlátot jelentett a felhasználhatóságukban. A laringoszkópok terén Miller egyenes lapocának és Macintosh hajlított lapocának kifejlesztése óta nem történt nagyobb változás, egészen a 2000-es évekig. 1998-ban Weiss úgy módosított egy DL-t, hogy egy száloptikát rögzített egy Macintosh-féle lapochoz, később pedig Berci és Kaplan egy kamera fejjel, valamint egy disztálisan elhelyezkedő fényforrással és optikai kábellel egészítette ki azt. 2001-ben jelent meg a GlideScope[®], mely már egy jó minőségű, fekete-fehér képet adó, párasodás mentesítő rendszerrel felszerelt eszköz volt [2,35]. A digitális képalkotó technika fejlődésével ugrásszerű változás vette kezdetét a VL-ek területén. Ilyen technikai fejlesztés volt először a CCD (charge-coupled device), melynek segítségével az analóg jelek digitálissá alakíthatóvá váltak, majd a CMOS (complementary metal-oxide semiconductor) digitális fényérzékelő technikák megjelenése, melyek a videó chipek kifejlesztéséhez voltak nélkülözhetetlenek. A LED (Light-Emitting Diode) fényforrások és az (üveg)száloptikás rendszerek egyaránt nagy népszerűségnek örvendenek a VL-ek fejlesztése terén. A legújabb VL-ek már a fent említett technikákat ötvözik, ezáltal egyre tartósabbá, megbízhatóbbá és elérhetőbbé válva a mindennapi felhasználás során.

2.2. A videólaringoszkópok csoportosítása

A kereskedelmi forgalomban elérhető VL-ek többféle szempont alapján csoportosíthatók.

- direkt szemkontrollal vagy monitorral használható eszközök,
- integrált monitorral vagy külső monitorhoz csatlakoztatható eszközök,
- száloptikával vagy lencserendszerrel rendelkező eszközök,

- tubusvezetővel vagy tubusvezető nélküli lapoccal rendelkező eszközök,
- standard lapoccal, hajlított lapoccal vagy anatómiai kialakítású, tubusvezető lapoccal rendelkező VL-ek.

A standard lapocú VL-ek vagy egyenes, úgynevezett Miller lapoccal vagy hajlított, úgynevezett Macintosh-féle lapoccal rendelkeznek. A hagyományos DL-hez képest itt egy kamera jelenti a plusz felszereltséget. Használata megegyezik a DL-lel. A tubussal való manipuláció direkt szemkontroll vagy kamera kép alapján is történhet. Ezek a lapocok tubusvezetővel nem rendelkeznek, így a tubus bevezetését lágy vezető vagy nyárs segítheti. Ilyen VL a V-MAC[®] (Karl Storz, Tuttlingen, Németország), a C-MAC[®] (Karl Storz, Tuttlingen, Németország) és a McGRATH[®] MAC (Aircraft Medical, Edinburgh, Egyesült Királyság) (1. ábra).



1. ábra: McGRATH[®] MAC, VL Macintosh-féle, tubusvezető nélküli lapoccal, integrált monitorral

(Forrás: <https://www.medtronic.com> 2023.11.17.)

A következő csoportba tartozó, hajlított lapoccal rendelkező eszközökre jellemző, hogy lapocuk íveltebb, mint a Macintosh-féle lapocé és a szagittális síkban rendelkeznek egy anterior görbülettel, mely a nyak és a fej minimális pozicionálását követően jobb rálátást biztosítanak a gége. Hajlított lapoc alkalmazása esetén nem szükséges a száj-orofarinx-glottis hármastengelyének egy síkba hozatala, ami a DL egyik nehézségét jelenti. Ezen eszközök használata eltér a DL-től. A szájüregbe helyezése a középvonalban, a nyelv félretolása nélkül történik, a szájpadlás és a hátsó garatfal mentén, míg a lapoc el nem éri az epiglottist. A sikeres intubációhoz általában szükség van a tubusba, egy előre 60 fokban meghajlított, a lapoc ívéhez illeszkedő nyárs behelyezésére. A gége direkt vizualizációja ezen eszközök mellett nem

lehetséges. Ilyen lapoccal van ellátva a GlideScope® (Verathon Medical, Bothell, WA, Amerikai Egyesült Államok) (2. ábra), a C-MAC® D-BLADE (Karl Storz, Tuttlingen, Németország) és a McGRATH® Series 5 (Aircraft Medical, Edinburgh, Egyesült Királyság).



2. ábra: GlideScope® 60°-ban hajlított lapoccal, külön álló monitorral

(Forrás: <https://www.verathon.com> 2023.11.17.)



3.ábra: GlideScope® 60°-ban hajlított lapoccal, DL Macintosh-féle lapoccal, VL Macintosh-féle lapoccal

(Forrás: <https://www.researchgate.net> 2023.11.17.)

Az előzőekkel szemben a harmadik csoportba tartozó, anatómiai kialakítású, tubusvezetővel rendelkező eszközök előnye, hogy a tubus előre behelyezhető a vezető csatornába. A lapoc a középvonalon kerül behelyezésre a szájüregbe a nyelv félretolása nélkül, egész addig, míg el nem éri az epiglottist, majd annak direkt megemelésével látótérbe hozhatóak a hangszalagok. Ezt követően a tubus légcsőbe való behelyezését a tubusvezető segíti. Ehhez fontos azonban, hogy a gégebemenet a monitor közepén helyezkedjen el. Ebbe a csoportba tartozik a világon

széles körben vizsgált Pentax-AWS® 200 (AWS; Pentax Corporation, Tokyo, Japan) [36], az Airtraq® (AT) (Prodol, Vizcaya, Spanyolország), mely azonban nem rendelkezik saját kamerával, csak egy optikai rendszerrel, mely az eszközbe van építve. Egy másik ilyen VL a már saját kamerarendszerrel rendelkező VividTrac® VT-A100 (VT) (Vivid Medical, Palo Alto, Amerikai Egyesült Államok), és a King Vision® (KV) (Ambu, Kopenhága, Dánia) (4. ábra) [1,2].



4.ábra: Anatómiai formájú, tubusvezetős lapoccal rendelkező VL-ek (balra: VT, jobbra: KV)

(Forrás: <https://www.desertcart.in> 2023.11.17.)

2.3. Az általunk vizsgált videólaringoszkópok besorolása és technikai paramétere

A KV egy többször felhasználható VL, mely cserélhető, egyszer használatos, anatómiai formájú, polikarbonát lapoccal rendelkezik. Lapoca tubusvezetős és tubusvezető nélküli változatban, 3 különböző méretben is elérhető. A fényforrás és a kamera a lapocba bevezetve található. A fényforrás és a lapoc vége közötti távolság 34 mm. A felnőtt, 3-as méretű tubusvezetővel rendelkező lapoc antero-posterior átmérője 18mm, szélessége 29 mm. Cserélhető, 3 darab AAA elem található benne, mely 90 perces működést tesz lehetővé. Saját OLED (organic light-emitted diode) technológiás, 2,4” monitorral rendelkezik, melynek felbontása 4:3 képarányú, 320x240 pixel (px). A párasodás gátló kamera CMOS (complementary metal oxide semiconductor) technológiájú, felbontása 4:3 képarányú, 640x480 px, képfelvételi sebessége 30 frames per second (fps). A KV kamerájának látótere vertikális irányban kiterjedt. A képernyőről nem készíthető saját felvétel illetve mentés [29,37,38].

A VT a teljes eszközt tekintve egyszer használatos VL, mely egy külső, USB kábellel hozzá csatlakoztatható monitorral működik. Ennek megfelelően a monitor tulajdonságai a csatlakoztatott eszköz paramétereitől függenek. A párasodás gátló kamera CMOS technológiájú, felbontása 4:3 képarányú, 640x480 px, képfelvételi sebessége 30 fps. Egy felnőtt és egy gyerek méretben elérhető. A felnőtt méretben a kamera távolsága a lapoc végétől 60mm. A kamera látótere horizontális irányba kiterjedt. Áramellátását USB kábelen kapja. A VL használatához szükség van egy Vivid Vision® alkalmazásra a csatlakoztatott eszközön, melynek segítségével videó- és képfelvételek is készíthetők élőben, amik aztán megoszthatóak és menthetőek. Lapoca rozsdamentes acélból készül [29].

Az általunk használt AT egy optikai VL, mely két anatómiai formájú, egymással párhuzamosan elhelyezkedő csatornából áll. Az egyikben található az optika, mely egy műanyag prizmából és lencséből áll, a másik csatorna pedig a tubus vezetésére szolgál. Az eszköz akár monitor nélkül is használható direkt szemkontroll mellett, valamint telefonadapterre rögzített mobiltelefon képernyőjén keresztül is alkalmazható az Airtraq Mobile® applikáció segítségével. Az AT egy egyszer használatos eszköz. Anatómiai, 90°-ban hajlított műanyag lapoca 4 méretben elérhető, valamint felnőtt méretben egy-egy nasalis és dupla lumenű tubussal való intubációhoz alkalmas lapoccal is rendelkezik. A 3-as méretű felnőtt lapoc antero-poszterior átmérője 16mm. A párasodás csökkentését egy LED segítségével oldották meg [12].

2.4. A videólaringoszkópia előnyei és hátrányai

2.4.1. Videólaringoszkópok összehasonlítása a direkt laringoszkóppal

Számos tanulmányt folytattak arra vonatkozóan, hogy összehasonlítsák a kereskedelmi forgalomban kapható különféle VL-eket a DL-lel szemben. A légútbiztosítás során a cél, a sikeres ETI, a lehető legrövidebb idő alatt, a legkevesebb kísérletből, a legkisebb szövődmények árán. Buis és munkatársai (mtsai.) áttekintő tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy a DL-lel, tervezett műtői körülmények között, optimalizált környezetben minimum 50 intubációra van szükség ahhoz, hogy az intubációs sikerarány betegenként legalább 90% legyen, maximum két intubációs kísérletből. Sürgősségi szituációban a nehéz intubáció előfordulási gyakorisága 20-szor magasabb, így az ezen a területen dolgozóknak még nagyobb intubációs tapasztalattal kell rendelkezniük [4]. Míg DL esetében 50 intubáció szükséges a 90% feletti sikerarányhoz, addig VL esetében, annak

típusától függően akár 5 intubáció is elegendő lehet, ugyanakkor az 50 intubációból szerzett gyakorlati készség hosszabb ideig megmarad és kérdéses az is, hogy az 5 intubációból nyert gyakorlat mennyire ültethető át a klinikumban felmerülő légútbiztosítási nehézségek sikeres megoldására [4,37]. A VL-ok esetében rövidebb képzéssel és gyakorlási periódussal is hatékonyabb intubáció érhető el, mint a DL-lel [39,40]. Maharaj és mtsai megvizsgálták, hogy miképp változik a tapasztalattal nem rendelkező felhasználók intubációs képessége félévvel egy intubációs tréninget követően a DL és az AT esetében. 6 hónappal a képzést követően a résztvevők nagyobb jártasságot mutattak a VL használatában, mint a DL-ében. Magasabb volt az intubációs sikerarány, alacsonyabb volt az intubációs kísérletek száma, az IT és a szövődmények száma a DL-hez képest [41]. Tehát VL-lel nem csak rövidebb idő alatt lehet szert tenni intubációs képességre, de az a képesség tovább fenn is marad, mint a DL esetében. Számos kutatás erősíti meg a VL-ek előnyét a DL-lel szemben sürgősségi vagy nehéz légúti szituációban is a kezdő intubálók körében. Itt is kimutatható a jobb FPSR, rövidebb IT, a légút jobb feltárhatósága. Ez mellett ritkábban fordulnak elő olyan szövődmények, mint a fogsérülés vagy nyelőcső intubáció. Bizonyos szájnyitási probléma, valamint a fej reklinációjának akadályoztatottsága esetén nagyobb intubációs sikerarány érhető el egyes VL-ek alkalmazásával [15,21,42,43]. Ezen tényezők azért is fontosak, mert a betegellátás során az ETI sikeressége nagyban meghatározza a betegek életkilátásait [44]. A nagy tapasztalattal bíró ellátók esetében a VL-ek előnye azonban már nem olyan egyértelműen bizonyított [45][46]. Lewis és mtsai. által készített összefoglaló tanulmány a gyakorlott intubálók esetén nem talált szignifikáns különbséget az FPSR, az intubációs kísérletek száma és az IT tekintetében a VL-ek és a DL között, de jobb feltárhatóság, kevesebb nyelőcső intubáció, illetve laringeális és légúti trauma volt tapasztalható a VL használata kapcsán. Optikai rendszerüknek köszönhetően a feltárás és a tubus bevezetése vizuális kontroll mellett történik. Vélhetően ez az egyik oka, hogy kevesebb fent említett szövődmény tapasztalható az alkalmazásukkal [21]. A képernyőnek köszönhetően az asszisztencia is figyelemmel kísérheti az intubáció menetét, valamint az oktatásban is segítséget nyújthat a monitorrendszer. A képi információ rögzíthető és visszanezhető. Alkalmazásukkor felmerülhetnek azonban speciális problémák. Problémát okozhat az optikai rendszer beszennyeződése, párasodása, mely néhány eszköz esetében gyakrabban fordul elő más VL-hez képest [47]. VL használata során megszűnik a mélység érzékelés, ezért elengedhetetlen hozzá a megfelelő szem-kéz koordináció. Technikailag összetett eszközökről lévén szó, a meghibásodásuk is többretű lehet [30,35]. Arima és mtsai. kórházon kívüli újraélesztések kapcsán írták le a VL-ek azon hátrányát a DL-lel szemben, hogy

a napsütés nagyban képes rontani a monitoron a látási viszonyokat[48]. A VL-ek további hátránya lehet, hogy számos eszköz csak egyszer használható és drága. Ez is lehet az oka, hogy hazánkban még mindig korlátozottan érhetőek el a VL-ek a különböző munkaállomásokon [49].

2.4.2. A különböző videólaringoszkópok összehasonlítása

Az előző fejezetben említett előnyök és hátrányok nem ugyanolyan mértékben igazak minden VL-re. Még a klasszikus csoportosítás szerinti, ugyanazon csoportba tartozó VL-ek között is nagy különbségek mutatkozhatnak. De Carvalho és mtsai. által végzett összefoglaló tanulmányban összesen 12 VL és a Macintosh-féle lapoccal rendelkező DL került összehasonlításra. A bevonásra került vizsgálatok nagy részét elektív, műtői környezetben végezték altatás és izomrelaxáns hatása alatt. Az intubációs sikerarányt tekintve, DL-lel 99,14%-ban, VL-lel 99,65%-ban hajtottak végre sikeres intubációt. VL-lel 94%-ban már az első intubációs kísérlet sikeres volt, míg DL esetében ez a szám 89,6% volt. Két kísérleten belül azonban mindkét eszközzel 90% feletti sikerarány volt elérhető. Az IT-t vizsgálva nem volt különbség a VL-ek és a DL között. A DL esetén 33.06 másodpercet, míg a VL-ek esetén 34,87 másodperces IT-t mértek. Nagyobb különbséget találtak azonban a nehéz intubáció megjelenésének tekintetében, azaz ahol az Intubation Difficulty Scale (IDS) >5 volt. DL-lel az intubációk 54,9%-át értékelték nehéznek, míg VL esetében ez a szám mindössze 26,3% volt. A feltárhatóságot vizsgálva a VL-ek jobb eredményt adtak, mint a DL. DL-lel az átlagos POGO érték (Percent of Glottic Opening – hangrés feltárásának mértéke) 65,5% volt, VL esetén ez a szám 86,77%. A fenti adatok kapcsán nem tettek különbséget a VL-ok között, azokat egy homogén csoportnak tekintették. Ha azonban az eredményeket VL típusokra lebontjuk, abban is találhatunk szignifikáns eltéréseket. A vizsgált 12 VL-ből 7 eszköz tekintetében jelent meg szignifikánsan kisebb IDS érték a DL-lel szemben és 4 esetben mértek csak szignifikánsan jobb POGO értéket, mint a DL-lel [28]. Tehát a VL-eket nem tekinthetjük homogén csoportnak a DL-lel szemben. A VL-ek fajtankénti eltérő tulajdonságai ugyanis nagyban befolyásolhatják az eredményeiket és alkalmazhatóságukat.

2.4.2.1. A videólaringszkópok használatát befolyásoló tényezők

Lapoc tulajdonság:

Az előzőekben már leírásra kerültek a VL-ek különböző lapoc típusai. Itt szeretném azonban bemutatni, hogy milyen különbségeket eredményezhet a lapoc ívének mértéke, a lapoc keresztirányban mért átmérője vagy épp a tubusvezető csatorna és a lapoc vége között mért távolság. A lapoc ívét vizsgálva De Carvalho és mtsai. azt találták, hogy a Macintosh-féle lapoccal rendelkező C-MAC[®] és a hajlított lapocú C-MAC[®] D-Blade közül ez utóbbival a hajlított lapocnak köszönhetően jobb feltárhatóság érhető el [28]. Másik előnye a hajlított lapocnak, hogy kisebb erő kifejtésre van szükség a feltáráshoz, ezáltal kisebb a fogsérülés veszélye is [50]. A hajlított vagy anatómiai lapocú eszközöknél nem szükséges a beteg fejének hátrahajtása a sikeres beavatkozáshoz. VL alkalmazása esetén azt találták, hogy MILS mellett a C1 nyaki csigolya elmozdulásának mértéke kisebb, mint a DL alkalmazása esetén, ez pedig előnyt jelenthet olyan felhasználási területen mint a potenciálisan nyaki gerinc sérültek ellátása [51,52]. Raymondos és mtsai. összetett nehéz légúti szituációban végzett vizsgálatai a lapoc ívének jelentőségén túl, rávilágítottak arra is, hogy minél rövidebb az optika és a lapoc vége között mérhető távolság, annál jobb az intubációs sikerarány[50].

A VL-ek lapocait összevethetjük az alapján is, hogy rendelkeznek e tubusvezetővel vagy sem. Kleine-Brueggeney és mtsai. 3 tubusvezetős és 3 tubusvezető nélküli VL-t hasonlítottak össze nehéz légúti szituációban, tapasztalt aneszteziológusok kezében. A tubusvezetővel nem rendelkező VL-ek használata során magasabb intubációs sikerarányt és kevesebb lágyszöveti traumát regisztráltak [53,54]. Ennek hátterében az állhat, hogy a tubusvezetőnek köszönhetően a tubus egy meghatározott ív mentén halad, ez azonban nem tudja lekövetni minden beteg légúti anatómiáját. Tubusvezető nélkül a tubussal történő manipuláció vagy egy vezető használata megkönnyítheti a tubus bevezetését egyes anatómiai helyzetekben. Greenland és mtsai. a légút primer görbületének torzulása esetén a tubusvezető nélküli, hajlított lapoccal rendelkező VL-eket találták előnyösebbnek a tubusvezetős lapoccal szemben. Higgs és mtsai. az irodalmi adatok alapján azt javasolják, hogy egy sikertelen intubációt követően hajlított lapocú, tubusvezetővel nem rendelkező VL-t válasszunk a következő intubációs kísérlet elvégzéséhez [55]. Amennyiben egy VL tubusvezetővel rendelkezik, nem mindegy, hogy a tubusvezető csatorna vége milyen messze van a lapoc végétől. Ez szintén befolyásolja a tubus útjának ívét. [27]. Wetsch és mtsai. autóba szorult sérültek intubációját vizsgálták DL-lel és 5 fél VL alkalmazásával. Tapasztalt aneszteziológus kezében hiába nyújtottak jó feltárhatósági értéket a

VL-ek, a DL alkalmazása esetében érték el leggyorsabban a sikeres ETI-t és az első hatékony lélegeztetést. Tubusvezetővel nem rendelkező VL-ek esetében pedig szignifikánsan hosszabb volt az intubációs késlekedés [56]. Az előző fejezetben részletezett, a vizsgálatainkba bevont VL-ekre vetítve tehát az egyes eszközök technikai paraméterei korlátozhatják felhasználhatóságukat. A KV-nek hátránya lehet, hogy a tubusvezetős lapocának nagy az antero-poszterior irányú átmérője, mely csökkent szájnýtás esetén nehezzé teheti az eszköz szájüregbe való bevezetését. Cierniak és mtsai által végzett összehasonlító tanulmányban nagy tapasztalattal rendelkező aneszteziológusok szubjektív véleménye alapján is a KV nehezen vezethető be a szájüregbe [29]. Eismann és mtsai. vizsgálatában nyakrögztítő gallérral szimulált szájnýtási nehézség esetén a C-MAC® D-Blade vékony lapoca előnyt jelentett más vizsgált VL-hez képest a lapoc szájüregbe való bevezetésében. Más anatómiai eltérés esetében azonban, mint a retrognathia, pedig már a KV hozott kiemelkedő eredményt [57]. A VT rozsdamentes acélból készült lapoca ugyan nem törik el, azonban nagy erőbehatásra képes elhajlani, így a tubust már nem lehet könnyedén a tracheába vezetni [29].

Optikai rendszer:

Egy eszköz optikai rendszere is befolyásoló tényező lehet egy eszköz használhatóságának megítélésében. Cierniak és mtsai. a VT-t vizsgálva azt tapasztalták, hogy az eszköz erős fénye túlexpozícióhoz vezethet a túl közeli képletek esetében és ezáltal ronthatja a képminőséget, ez mellett ha a kamerája bepárásodik, nehezen tisztítható, páratlanítható [29]. A párásodás fontos kérdés a VL-ek esetében. Az AT bekapcsolása után 35-40 másodperc szükséges, hogy a lencse felmelegedjen és az ne párásodjon be [58]. Ez az idő egy sürgős intubáció esetén, ahol nem számítunk előre a nehéz légútra túlságosan hosszú lehet.

Monitor:

A VL-ek kiválasztásának további kritériuma lehet az eszköz monitor rendszere. A KV fix képernyője előnyt jelenthet abból a szempontból, hogy nem kell gondoskodni külön képi eszközről a VL használatához, saját monitora az eszköz tetején rögzítve található. Ez azonban a hátrányát is jelentheti, hisz a fix képernyő együtt mozog a laringoszkóppal, így ez utóbbi mozgatása során, főképp mikor az eszköz a szájüregbe bevezetésre kerül, a képernyő sokszor nehezen látható. Ez mellett a monitor fizikai akadályt is képezhet például egy obez beteg esetében, amikor a lapoc szájüregbe vezetése során a monitor nekiütközik a beteg mellkasának

[29]. Ezzel szemben a VT nem rendelkezik saját monitorral. Erre akár egy laptop is csatlakoztatható, ezzel pedig kapunk egy nagyméretű képernyőt, mely az eszköz mozgatása során is fix, így a VL mozgatásától független jól látható marad mindenki számára. Ennek nagy szerepe lehet a sikeres csapatmunkában vagy épp az oktatás terén. A nagy képernyő lehetőséget nyújt arra is, hogy az ellátó a lehető legnagyobb távolságból végezze az intubációt a légutaktól. De nem feltétlen van szükség monitorra. Az AT úgy került kialakításra, hogy monitor nélkül is használható direkt szemkontroll mellett, ilyenkor azonban az intubáló fizikailag nagyon közel kerül a beteghez, mely az ellátó számára nem feltétlen jelent biztonságos környezetet [59].

Az összefoglaló tanulmányok eredményeinek ismeretében nem jelenthető ki egy VL-ről sem, hogy minden tekintetben kiemelkedőbb lenne a másikonál [28]. Mindegyik VL-nek meg van a maga előnye és a hátránya. A fenti megfontolásokon túl a megfelelő eszköz kiválasztási kritériumai között szerepelhet még, hogy legyen felhasználó barát, könnyen irányítható, könnyű, ne foglaljon nagy helyet, elektromos hálózat nélkül is sokáig tudjon működni és nem utolsó sorban legyen olcsó [30]. Mint korábban említettem, talán ez utóbbi miatt a VL-ek még mindig nem olyan elterjedtek Magyarországon. Egy 2019-es Magyarországra vonatkozó kérdőíves tanulmány szerint a kérdőívet kitöltő aneszteziológiai és intenzív terápiás orvosok mindössze 65%-nál érhető el VL egy vagy több munkaállomáson [49].

2.5. Intubációs nehezítettség, a nehéz légút fogalma

Az ETI még optimális körülmények között is nagy gyakorlatot igényel és ez fokozottan igaz nehéz légút esetén. Az Amerikai Aneszteziológiai Társaság (ASA-American Society of Anesthesiologists) definíciója szerint nehéz légútról akkor beszélünk, ha egy gyakorlott aneszteziológus nehézséget tapasztal a maszkos lélegeztetés, laringoszkópia, szupraglottikus eszközzel (SGAD-supraglottic airway devices) való lélegeztetés, ETI, extubáció vagy invazív légút biztosítása során.

Nehéz maszkos lélegeztetés: nem lehet megfelelő lélegeztetést végezni (kilélegzett széndioxid mérés monitorozással megerősítve) a következő problémák közül egy vagy több előfordulása miatt; nem megfelelő maszk tömítettség, túlzott gáz szivárgás vagy túlzott ellenállás a gáz beáramlásával vagy kiáramlásával szemben.

Nehéz laringoszkópia: Többszöri laringoszkópiás kísérlet során sem lehet a hangszalag egy részét sem látótérbe hozni.

Nehéz lélegeztetés szupraglottikus eszközzel: nem lehet megfelelő lélegeztetést biztosítani a következő problémák közül egy vagy több jelenléte miatt: nehéz a SGAD lehelyezése, többszöri próbálkozást igényel a SGAD lehelyezése, nem megfelelő a SGAD tömítettsége, túlzott gázszivárgás, vagy túlzott ellenállás a gáz beáramlásával vagy kiáramlásával szemben.

Nehezített vagy sikertelen ETI: az ETI többszöri próbálkozást igényel, vagy többszöri intubációs kísérletet követően sikertelennek bizonyul.

Nehéz vagy sikertelen extubáció: A légút átjárhatóságának és a megfelelő lélegeztetésnek az elvesztése az endotracheális tubus vagy a SGAD eltávolítása után olyan betegnél, akinek ismert vagy várhatóan nehéz légútja van (azaz veszélyeztetett az extubáció).

Nehéz vagy sikertelen invazív légút: Olyan anatómiai eltérések vagy rendellenességek, melyek megakadályozzák vagy csökkentik annak a lehetőségét, hogy légútbiztosítási eszköz kerüljön a légcsőbe behelyezésre a nyak elülső felszínén keresztül [60].

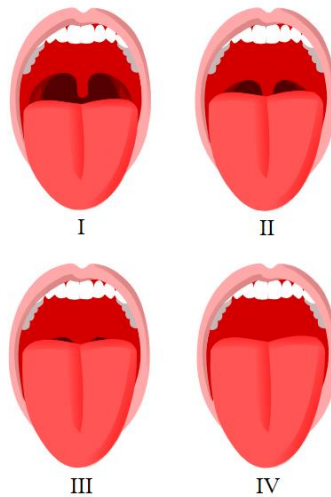
A nehéz légút egy összetett jelenség, melyet meghatároz a beteg, a klinikum és az intubáló személy gyakorlati jártassága [61]. Míg műtői környezetben a nehéz légúti szituáció előfordulási aránya 1,2-3,8% között van, addig sürgősségi szituációban elérheti a 20%-ot is [62].

Amennyiben légútbiztosítási nehézség lép fel, úgy várható a szövődmények előfordulásának a növekedése is. A laringoszkópiás kísérletek számával nő a hipoxémia, regurgitáció, az aspiráció és a szívmeállítás valószínűsége. Legfeljebb 2 laringoszkópos kísérlet esetén a hipoxémia előfordulási gyakorisága 11%, míg 3 vagy több kísérlet esetén 70%. A szívmeállítás valószínűsége az előbbi esetben 0,7%, utóbbiban már 11% [63]. Ezért nagyon fontos, amennyiben lehet, előre felmérjük egy esetleges nehéz légút fennállásának lehetőségét.

2.5.1. Nehéz légút prediktorai

- Mallampati beosztás: A nyelvgyök szájpadrástól való távolságának a meghatározása megtekintés alapján (5. ábra) [64].

- Grade I: lágy szájpad, teljes uvula és a garatív látható
- Grade II: lágy szájpad és a teljes uvula látható
- Grade III: lágy szájpad és az uvula gyök látható
- Grade IV: csak a kemény szájpad látható



5. ábra Mallampati beosztás

(Forrás: <https://en.wikipedia.org> 2024.04.29.)

- TMD: thyreomentális távolság- mely felnőtt esetében > 6,5 cm
- IDD: interdentalis távolság- alsó és felső frontfogak közötti távolság, mely ideálisan > 30mm
- SMD: sterno-mentális távolság, mely ideális esetben > 13 cm
- MOANS: maszkos lélegeztetési nehezíttség előre jelzője [65]
 - **Mask:** Maszk illeszkedése elégtelen (arc szőrzet, arc deformitás)
 - **Obesity/Obstruction:** Túlsúly (Body Mass Index > 26), alvási apnoe szindróma
 - **Age:** Magas élet kor > 50év
 - **No teeth:** Fogazat hiánya
 - **Stiffness:** Rossz mellkas/ tüdő compliance
- LEMON: DL során felmerülő nehézség előrejelzője [65]
 - **Look:** Ránézésre megállapítható nehezíttség: arcszőr, arc deformitás, rövid nyak, előre álló fogak
 - **Evaluate a 3-3-2 rule:** 3-3-2 szabály megvizsgálása (6. ábra)

- 3: < 3 harántújj távolság a frontfogak közötti távolság
- 3: < 3 harántújj távolság a nyelvgyök és állcsúcs között
- 2: < 2 harántújj távolság a nyelvgyök és pajzsporc között
- Mallampati score: I-IV
- (Obstruction/ obesity)
- Neck mobility: Nyak merevség. A beteg nem tudja állcsúcsával megérinteni a mellkasát illetve extendálni a fejét.



6. ábra LEMON 3-3-2 szabály

(Forrás: <https://www.slideserve.com/yitro/the-difficult-airway-management-in-adult-critical-care>, 2024.05.07.)



7. ábra Nyaki gerinc rögzítése által okozott változás a szájnyitás, Mallampati score és a nyak mobilitás tekintetében [66]

- RODS: Extraglotticus eszköz használatában felmerülő nehézség előrejelzője [65]
 - **Restricted mouth opening:** Csökkent szájnyitás, fogak közti távolság < 25mm
 - **Obstruction:** Sérülés, heg, daganat, gyulladás, ödéma a garatban, gégében

- **Disrupted/distorted airway:** sérült, deformált légút
- **Stiff lung/ cervical spine:** magas légúti ellenállás/rossz compliance, merev nyaki gerinc
- **SHORT/ SMART:** invazív légútbiztosítás nehezítettségének előrejelzői [65]
 - **Surgical scares:** disztrorzió korábbi nyaki műtét miatt
 - **Hematoma/infection/Mass:** vérömleny, gyulladás, elváltozás a nyakon
 - **Obesity/Access:** Túlsúly, rövid nyak
 - **Radiation therapy:** Sugárterápiát követő hegszövet
 - **Tumor:** tumoros elváltozás

Látható, hogy több értékelési rendszer is van, mely abban próbálja meg segíteni az ellátót, hogy előre felmérje egy esetlegesen felmerülő nehéz légút lehetőségét. Egyik rendszer sem képes azonban 100%-os pontossággal előre jelezni azt, ezért ezek használata mellett is találkozhatunk nem várt nehéz légúttal. Az intubáció nehézségének értékelésére létezik egy kvantitatív skála is. Ez az úgynevezett IDS, mely 7 fontos paramétert vesz figyelembe. Ezzel számszerűsíthető és ezáltal egy skálán elhelyezhető az intubáció nehézségi foka, melynek értéke az intubációból származó tapasztalatokon alapul.

IDS értékelési paraméterei:

- intubációs kísérletek száma ($N^1 =$ kísérletek száma)
- intubációt végzők száma ($N^2 =$ intubációs kísérletet végző személyek száma)
- alkalmazott alternatív technikák száma ($N^3 =$ alternatív eszközök, útvonalak száma)
- Cormack – Lehane érték (C/L): a hangrés feltárhatóságának mértéke ($N^4 = C/L - 1$)
- alkalmazott emelőerő mértéke: normál ($N^5 = 0$) / megnövekedett ($N^5 = 1$)
- alkalmazott laringeális nyomás: nem ($N^6 = 0$) / igen ($N^6 = 1$)
- hangszalag pozíciója: abductio ($N^7 = 0$) / adductio ($N^7 = 1$)

Könnyű intubáció: $IDS=0$

Enyhén nehezített: $IDS \leq 5$

Fokozottan nehéz intubáció: $IDS > 5$

Sikertelen intubáció [67]

2.5.2. A három oszlop modell

A várható nehéz légút megjósolása kritikus pontja a légúti menedzsmentnek. Az előző fejezetben leírt vizsgáló módszereknek, mint már említettem, egyike sem alkalmas nagy megbízhatósággal előre jelezni a nehéz légutat. Greenland megalkotta a három oszlop modelljét, melynek segítségével az intubáló jobban megértheti a DL összetettségét és ezáltal a kialakult nehéz légúti szituációt, megkönnyítve ezáltal az ideális eszköz kiválasztását az ETI-hez, ugyanis a nehéz intubációk mindegyike visszavezethető a három oszlop valamelyikében vagy többen is fennálló eltérésre.

2.5.2.1. Elülső oszlop

Az elülső oszlopot egy képzeletbeli, fordított háromszög alakú piramis adja a nyakon. A fordított piramis alapját adó háromszög csúcsai a két temporo-mandibuláris ízület és az alsó első metsző fogak adják. A piramis oldalai lefelé mutatnak és a hyoid porcon egyesülnek. A piramis tartalma az úgynevezett szubmandibuláris tér. A laringoszkópia során a mandibula előre tolódik, így a szubmandibuláris tér antero-poszterior irányba összenyomódik és látóérbe kerül az epiglottis. A laringoszkópia sikere abban áll, hogy az intubáló mennyire képes a száj nyitására majd az ezen oszlopot alkotó szubmandibuláris szöveteket eltolására. Az ezt meghatározó tényező a szubmandibuláris tér térfogatának relatív vagy abszolút csökkenése (micrognathia, retrognathia, keskeny szájpad, rövid thyreomentális távolság, előre álló fogak, nagy nyelv), a szubmandibuláris szövetek compliance-nek csökkenése (ödéma, gyulladás, sugárkezelés utáni állapotok), a temporomandibuláris ízület mozgékonyságának csökkenése (csökkent szájnyitás, csökkent előreemelhetőség), a ligamentum stylohyoideum mozgékonysága. Ezen tényezők felmérése támpontot adhat egy esetleges nehéz légút fennálltára.

2.5.2.2. Hátsó oszlop

A hátsó oszlopot a nyak hátsó része, a nyaki gerinc, és az occipito-atlanto-axiális tengely adja. Az intubáláshoz szükséges optimális állapotok eltéréséhez szükség van a nyaki gerinc mozgékonyságára, valamint arra, hogy a beteg képes legyen felvenni az úgynevezett „szaglós” pózt. Az ezekben való eltérés szintén előre jelzője lehet a nehéz intubációnak.

2.5.2.3. Középső oszlop

A középső oszlop a légáramlás útjának felel meg. Az ebben való bármi eltérés nehéz intubációhoz vezethet. Ilyen az idegen test, tumor, gyulladással szövet, zsírlerakódás, mandulák megnagyobbodása [3,68].

Tehát ezen három oszlop bármelyikében bekövetkező változás nehéz intubációhoz vezethet. Ennek ismerete befolyásolhatja az eszközválasztásunkat a VL-ek széles tárházából.

2.6. Videólaringoszkópok szerepe a nehéz légút biztosítása során

Ahogy a fenti fejezetekből látható, a nehéz légút nagyon összetett lehet. A nehéz légút olyan kritikus helyzetet teremthet, mely könnyen a beteg oxigenizálhatóságának rovására mehet, így annak gyors megoldására kell törekednünk. A VL-ok a nehéz légúti helyzetben megkönnyíthetik az ETI-t. Serocki és mtsai. 96 olyan fül-orr-gégészeti betegen vizsgáltak két VL-t (C-MAC[®] D-Blade, GlideScope[®]) és a DL-ot, akiknél várható volt nehéz intubáció. A VL-ek esetében szignifikánsan jobb volt a hangrész feltárhatóságának mértéke és a sikeres intubációk aránya a DL-hez képest. DL használatával 18 esetben, a GlideScope[®] alkalmazásával 2 esetben a C-MAC[®] D-Blade esetében pedig egyszer sem tapasztaltak 3 vagy annál magasabb C/L értéket. Ugyanazon betegen a DL alkalmazásával meghatározott C/L érték 54 esetben bizonyult jobbnak és 3 esetben rosszabbnak a C-MAC[®] D-Blade használatával és 47 esetben értek el jobb C/L-t valamint 1 esetben rosszabbat a GlideScope[®] használatával, mint a DL-lel. Addig míg a VL-ekkel 100% volt a sikeres intubáció aránya, addig DL-lel 4 betegen nem tudtak sikeres ETI-t végrehajtani. A feltárási idő (LT-laryngoscopy time) tekintetében nem volt különbség az eszközök között, viszont az IT szignifikánsan hosszabb volt a VL-ek alkalmazása esetén. Ennek oka lehet, hogy a tanulmányt gyakorlott aneszteziológusokkal végezték, akiknek nagy tapasztalatuk volt a DL használatával, ugyanakkor az indirekt technikák jó szem-kéz koordinációt igényelnek, mely meghosszabbíthatja az IT-t. Az IT-ban mért néhány másodperc késlekedés azonban még mindig a beteg javára válhat, szemben a sikertelen intubációval, mely gyakrabban fordult elő a DL használata esetén. [69]. Hasonlóan jobb feltárhatóságot és jobb intubációs sikerarányt találtak Malik és mtsai. is, akik a Pentax-AWS[®]-t és a GlideScope[®]-ot hasonlították össze a DL-lel, előre várható nehéz légúti szituációban, összesen 75 betegen. Az IT tekintetében azonban ez esetben sem volt gyorsabb az ETI a VL alkalmazásával [70]. Amikor tubus vezetővel rendelkező és tubusvezető nélküli VL-eket

hasonlítottak össze, akkor sem találtak különbséget sem a hangrész feltárhatósága, sem az intubációs sikerarány sem pedig az IT vonatkozásában [70,71] A VL-ek tehát előnyt jelenthetnek a DL-lel szemben még gyakorlott felhasználók esetében is, ugyanakkor VL alkalmazása esetén is minden ötödik intubáció sikertelenségbe fulladhat [50]. Ezért a nehéz intubáció természetétől függően a megfelelő eszköz kiválasztása fontos lehet. Reymondos és mtsai. retrognathiát és nyaki gerinc immobilizációt szimulálva hoztak létre összetett nehéz légutat, melyen összehasonlították a DL-t, három Macintosh-féle lapocú VL-t (GlideScope[®], C-MAC[®], A.P. Advance[™], McGrath[®] MAC), négy hajlított lapocú VL-t (GlideScope[®] GVL (többször használatos) és AVL (egyszer használatos); McGrath[®] Series 5, C-MAC[®] D-Blade) három tubusvezetős, anatómiai lapoccal rendelkező VL-t (Airway Scope[®], Airtraq[®], A.P. Advance[®] nehéz légúti lapoccal) és az i-scoopot (Reymondos által agyagból kiöntött eszköz prototípusa, Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, Hannover Medical School, Hannover, Németország). A vizsgálatot 25 gyakorlott aneszteziológus bevonásával végezték. A felvázolt nehéz légúti szituációban egy aneszteziológus sem tudott sikeres intubációt végrehajtani az alábbi eszközökkel, DL Macintosh-féle lapoccal, C-MAC[®], A.P. Advance[®], McGrath[®] MAC, GlideScope[®] GVL, GlideScope[®] AVL, a fennmaradó többi VL-lel mindössze 13 résztvevő tudott sikeres ETI-t végrehajtani. Vizsgálatuk eredményeiből jól kitűnik, hogy mennyire befolyásolja a VL lapocának formája, az optika és a lapoc végének távolsága a sikeres intubációt egy ilyen összetett helyzetben. A DL-lel és a GlideScope[®] GVL, GlideScope[®] AVL használatával a hangrész egyáltalán nem volt látótérbe hozható. Az i-scoop alkalmazásával mind a 25 aneszteziológus sikeres ETI-t hajtott végre. 12 résztvevőnek kizárólag az i-scoop használatával, míg 13 résztvevőnek több eszközzel is sikerült intubálnia. A legtöbb sikeres intubációt az Airway Scope[®] és Airtraq[®] használatával végezték. Az IT minden esetben az i-scooppal volt a legrövidebb. Ha megvizsgáljuk az alkalmazott VL-eket, jól látszik, hogy a Macintosh-féle lapoccal rendelkező DL-lel és az ugyanolyan formájú lapoccal rendelkező VL-ekkel, még ha látótérbe is volt hozható az epiglottis, 100%-ban sikertelen volt az intubáció. A GlideScope[®] AVL ugyan hajlított lapoccal rendelkezik, de ezen eszköz esetében mérhető a legnagyobb távolság az optika és a lapoc vége között. McGrath[®] Series 5, C-MAC[®] D-Blade esetében a lapoc még íveltebb és az optika és lapoc vége közötti távolság kisebb. Ezen eszközökkel a résztvevők több mint fele képes volt az epiglottist látótérbe hozni, de csak a legrövidebb lencse-lapocvég távolságú C-MAC[®] D-Blade használatával tudott 2 résztvevő sikeres ETI-t végrehajtani, a többi esetben a lapoc elzárta a hangrészt. Az Airway Scope[®] és Airtraq[®] használatával a résztvevők nagy része ugyan jól látótérbe tudta hozni a

hangrést, mégis sikeres ETI-t csak kevesebb mint a fele tudott végrehajtani. Az A.P. Advance® nehéz légúti lapoccal rendelkező eszközével 8 esetben tudták látótérbe hozni a hangrést, sikeres intubációt azonban ezzel az eszközzel sem tudtak végezni. Az eszközre jellemző, hogy ennek van a legszélesebb lapoc átmérője antero-poszterior irányban és a tubusvezetővel rendelkező VL-ek közül ennek van a legnagyobb lencse-lapocvég távolsága. A Airway Scope® és Airtraq® lapocának keresztirányú átmérője ugyan kisebb, de még így gyakran lehetetlen volt a lapoc végét annyira megemelni, hogy a tubusvezető csatorna kimeneti nyílása a hangréssel egy magasságba kerüljön. A legtöbb résztvevő ezért a jó látótérbehozott hangrész ellenére sem tudta a tubust átvezetni azon. Az i-scoop vezető rúdja keskenyebb, mint a tubusvezetővel ellátott lapocok és a lencsék nem középen, hanem laterálisan helyezkednek el az ívelt vezető rúd csúcán. Ennek alkalmazásával pedig minden résztvevő sikeres ETI-t hajtott végre az összetetten nehéz légút esetében is[50]. Ruetzler és mtsai. két VL-ot hasonlítottak össze DL-lel, öt különböző nehéz légúti szituációban. Szimuláltak nehéz légutat nyelv ödémával, nyaki gerinc immobilizációval, pharyngeális obstructióval, valamint ezek kombinációjával. A McGrath® VL alkalmazásával minden esetben jobb IT-t mértek, mint a TruView és a DL esetében [72].

2.7. Videólaringoszkóp szerepe a fertőző betegek ellátásában, különös tekintettel a COVID-19-re

2.7.1. A COVID-19

2019 decemberében a kínai Wuhan városában tömeges megbetegedéseket észleltek. Ennek hátterében, egy korábban már ismert, ám ez idáig humán fertőzést nem okozó vírus, a SARS-CoV-2 vírus állt [73,74]. A vírus terjedésével kialakult COVID-19 (Corona Virus Disease-19) világjárvány új kihívás elé állította az ellátórendszert. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO-World Health Organizations) adatai alapján 2023. május 22-én a heti új esetszám 3.893.033 volt, míg a halálozás 15.695. 2023. november 23-ig az összes esetszám 772.166.617 volt [75]. A világjárvány óriási terhet rótt az egészségügyi rendszerre. Az ellátást nehezítette, hogy fokozott figyelmet kellett fordítani az ellátók védelmére is. A COVID-19 gyakori megjelenési formája volt a vírusos penumónia. A betegek magas számban igényeltek gépi lélegeztetést, melyhez elengedhetetlen volt az ETI. Tekintettel, hogy a SARS-CoV-2 vírus cseppfertőzéssel terjed és nagyon magas számban volt kimutatható a köpetben és a felső légutakban, így az olyan beavatkozások, melyek aeroszol képződéssel járnak, mint például az ETI, fokozott rizikót

jelentettek az ellátókra nézve [23,76]. A SARS-CoV-2 túlnyomó részt cseppfertőzéssel terjed, de a kontaminálódott felülettel való közvetlen érintkezés útján is képes lehet betegséget okozni [77]. Műanyag illetve rozsdamentes acél felületeken akár 72 órán át is fertőzőképes maradhat a vírus [78].

2.7.2. COVID-19 betegek endotracheális intubációja

A COVID-os betegek ETI-je során a védőeszközök kiterjedt alkalmazása mellett kiemelt szerepet kaptak a VL-ek. Ugyanakkor elmondhatjuk, hogy számtalan esetben találkozunk ismeretlen infekciós státuszú beteggel, akinél akutan szükséges légutat biztosítani, így a VL-ek protektív szerepe az ellátóra nézve, bármilyen felső légúti fertőzés esetén fennáll. 2020-ban megjelent egy európai ajánlás (Guidelines from the Difficult Airway Society, the Association of Anaesthetists the Intensive Care Society, the Faculty of Intensive Care Medicine and the Royal College of Anaesthetists) a COVID-19 betegek légútbiztosítására vonatkozóan. Az ajánlás megfogalmazza, hogy a fertőzött betegek légútbiztosításához olyan eljárás javasolt, mely a legrövidebb idő alatt, a legtapasztaltabb ellátó személy kezében, azonnali, első sikeres ETI-t eredményez. Ehhez az elsődlegesen ajánlott eszköz a VL. A VL-ek ugyanis nem csak jobb intubációs eredményeket adhatnak, hanem az ellátó biztonságát is szolgálhatják azáltal, hogy az intubáló személy fizikailag távolabb kerül a betegtől és így csökkenhet a megfertőződés kockázata [79]. A megfelelő VL kiválasztásához a korábbiakban leírt szempontokon túl továbbiakat is érdemes figyelembe venni. Az ajánlás nem javasol egy VL márkát sem a kereskedelmi forgalomban elérhető eszközök közül. Bármelyik VL használható, mellyel az ellátónak tapasztalata van. Tubusvezető nélküli, hagyományos vagy hajlított lapocú VL-ek alkalmazása esetén szükségessé válhat a lágy- vagy merev vezető használata. Ilyenkor gondoskodni kell az egészségügyi személyzet szekunder fertőződésének csökkentéséről. A tubusvezetővel rendelkező eszközök esetében a vezetők használatára általában nincs szükség. Amennyiben lehetséges, az egyszerhasználatos eszközök részesítendőek előnybe, ez azonban tovább növelheti az eszközök költségét [23]. További problémát jelenthet, hogy a védőeszközök sokszor nehezítik, beszűkítik a látási viszonyokat, ezáltal megnyújtják az IT-t [80]. Panatzopoulos és mtsai. kétszer olyan hosszú IT-t mértek DL alkalmazása esetén, amennyiben a korábbi tapasztalattal nem rendelkező felhasználók egyéni védőfelszerelést viseltek, mint ha nem volt rajtuk ilyen. Az egyéni védőfelszerelés jelentősen megnehezítette a DL-lel való intubációt. VL esetében azonban nem találtak ilyen különbséget a védőeszköz

viselő és nem viselő csoport között, továbbá a VL használata esetén szignifikánsan gyorsabban hajtottak végre sikeres ETI-t védőöltözetben, mint a DL alkalmazásával [14]. Más tanulmányok is bizonyították, hogy VL alkalmazása mellett az epiglottis jobban látótérbe hozható, jobb C/L érték érhető el az egyéni védőfelszerelés alkalmazása mellett is valamint az IT is rövidebb, mint DL esetén [80,81]. Tekintettel arra, hogy a pneumóniában szenvedő COVID-19-es betegek ellátásában sokszor olyan személyzet is részt vett, akik nem rendelkeztek kellő gyakorlattal ETI terén, a VL-ek nagy előnyt jelenthettek, hisz használatuk gyorsabban megtanulható és rövid képzést követően is nagyobb intubációs sikerarány érhető el velük a kezdő felhasználók körében [39,40,82].

2.8. Kardiopulmonális reszuszcitáció

2.8.1. Statisztika

Európában a 3. vezető halálok a hirtelen szívmegállás (SCA-sudden cardiac arrest). A túlélést és a neurológiai kimenetelt nagyban befolyásolja, hogy idejében, tapasztalt ellátók által történik-e a CPR. Nem mindegy tehát, hogy a SCA kórházon belül vagy kórházon kívül következik-e be. A kórházon kívüli szívmegállás aránya 67-170/ 100000 lakos. Ennek 50-60%-ában a mentőegység kezdi meg vagy folytatja a CPR-t. A túlélés aránya a kórházi elbocsátáskor átlagosan 8% (0-18%). A kórházon belüli szívmegállás aránya 1,5-2,8 / 1000 kórházi beteg felvétel. Ezek túlélési aránya 15-34% az elbocsátást követő 30 napra vetítve. Azokban az európai országokban, ahol gyakorlott, összeszokott csapat végzi a CPR-t, a betegek több mint 90%-nál tapasztaltak jó neurológiai kimenetelt. Azokban az európai országokban azonban, ahol a SCA ellátását nem erre specializálódott szakemberek végzik, rosszabb neurológiai kimenetel várható. A tartós vegetatív állapot a betegek akár 33-50%-nál is előfordulhat [9].

2.8.2. Légútbiztosítás az emeltszintű újraélesztés során

A légútbiztosítás a sikeres CPR egyik kulcspontja. Az ERC 2021-es irányelve szerint a CPR alatti légútbiztosítást és a lélegeztetést egyszerű, alapszintű technikákkal kell kezdeni, majd emelni azt, az ellátó gyakorlatának megfelelően, a kielégítő lélegeztetés biztosítása érdekében. A légútbiztosítás azonban nem mehet a hatékony mellkas kompressziók rovására. A cél, hogy a mellkaskompresszió kevesebb mint 5 másodpercig szüneteljen légútbiztosítás céljából. Ezt követően azonban az endotracheális tubus, illetve SGAD mellett már folyamatos mellkaskompressziót lehet végezni. A SGAD mellett gyakran előfordul ilyenkor szivárgás, így

vissza kell térni a 30 kompresszió : 2 befúvás protokolljához [9]. Az endotracheális tubus számos előnnyel jár a többi légútbiztosítási eszközzel szemben. Folyamatos mellkaskompresszió mellett is effektív lélegeztetés végezhető mellette, kevesebb a szivárgás előfordulása, megakadályozza a gyomor felfújódását, a gyomortartalom aspirációját, kisebb a kicsúszás, a légút vesztés esélye, ezáltal növekszik a betegbiztonság [8,84]. Kevés tapasztalattal rendelkező ellátók esetében azonban a DL alkalmazása megnyújthatja a kompressziós szünetet és a növelheti az intubációs kísérletek számát [18].

2.8.3. Videólaringoszkóp szerepe az újraélesztés során végzett endotracheális intubációban

A CPR során végzett ETI nagy gyakorlatot igényel. Az ERC ezért azt javasolja, hogy az végezzék emeltszintű légútbiztosítást a CPR során, aki képes két kísérletből legalább 95% valószínűséggel sikeresen intubálni. A CPR sikerességét befolyásolja az is, hogy milyen mértékben jártasak az ellátók abban, mennyire vannak összeszokva és képesek együtt dolgozni. Még a kórházi csapatok esetében is sokszor előfordul, hogy ad hoc módon alakulnak ki úgynevezett „reanimációs teamek” és így nem az abban legjártasabbak végzik a CPR-t [9]. Az irodalomban számos kutatást végeztek a VL-ekkel CPR alatt gyakorlott, valamint gyakorlattal nem rendelkező felhasználók körében egyaránt. Tapasztalt felhasználók esetében a VL-ek előnye a mellkaskompressziók megszakítási idejének rövidülésében mutatkozott meg a DL-lel szemben [26]. Japánban 109 kórházon kívüli CPR alatt vizsgálták a már korábban jó eredményeket mutató Pentax-AWS® VL-t. A vizsgálatba 11 intubációban jártas orvost vontak be. Ennek során semmilyen vizsgált paraméterben sem találtak szignifikáns különbséget az eszközök között nehéz légút esetében, ugyanakkor normál légút esetén az első kísérletből történő intubációs sikerarány a DL esetében magasabb volt. Ennek oka lehetett, hogy a vizsgálatot tapasztalt intubálókkal végezték, akiknek a DL-lel nagyobb tapasztalatuk volt, mint a VL-lel, valamint a VL optikája gyakran beszennyeződött és a kültéri CPR során a napsütés is korlátozta a VL monitorán a látási viszonyokat. [48]. Schuerner és mtsai. sem találták jobbnak az általuk vizsgált C-MAC®-et a DL-hez képest tapasztalt intubálók kezében sem az IT, sem az intubációs kísérletek száma sem pedig az FPSR tekintetében [85]. Az irodalom azonban számos esetben erősítette meg a VL-ek előnyét a tapasztalatlan felhasználók körében főképp az FPSR tekintetében [16–20,86,87]. Kezdő felhasználó esetében a DL használata megnyújthatja a kompressziós szünetet és növelheti az intubációs kísérletek számát, ugyanakkor a VL

használata javítja a C/L értéket és csökkenti az intubációs kísérletek számát a CPR alatt [1,18,46]. Egy összefoglaló tanulmány szerint, mely klinikai körülmények között végzett vizsgálatokat tekintett át, a tapasztalattal nem rendelkező ellátók körében a VL javítja az FPSR-t, továbbá a használatával csökken a komplikációk száma és a hangrés nagyobb mértékben hozható látótérbe mint DL alkalmazása esetén [88]. A különböző VL-ek alkalmazása során felmerülő különbségek a CPR során is nyomon követhetőek. Han folyamatos mellkaskompresszió mellett normál és nehéz légúti körülmények között is összehasonlította a Pentax-AWS[®] VL-ot a DL-lel. 32 résztvevő bevonásával szimulált CPR során folyamatos mellkaskompressziók mellett végeztek ETI-t normál és nehéz légúti szituációban, mely során mindkét esetben 100%-os sikerarányt regisztráltak a VL-lel, szemben a DL alkalmazásával, ahol előbbi esetben 18,7%, utóbbi esetben 37,5%-ban tapasztaltak sikertelen intubációt. Az LT, az IT és a POGO érték is szignifikánsan jobb volt a Pentax-AWS[®] esetében, mint DL-lel [17]. Koyama, Shin és Kim a DL mellett más VL-lel is összevetette a Pentax-AWS[®]-t. Koyama tanulmányában az AT-vel szemben, Shin és Kim vizsgálatában pedig a GlideScope[®]-pal szemben is jobb intubálási eredményeket találtak a Pentax-AWS[®] esetén [19,86,89]. Okada és mtsai 25 tapasztalattal nem rendelkező orvos kezében hasonlította össze a Pentax-AWS[®]-t a tubusvezetős és a tubusvezető nélküli lapoccal rendelkező KV-vel. Folyamatos mellkaskompresszió mellett a tubusvezető nélküli KV esetében előfordult sikertelen intubáció, valamint az IT is megnyúlt. A tubusvezetővel rendelkező eszközök esetében nem volt befolyásoló tényező a folyamatos mellkaskompresszió. Az IT ez utóbbi két eszköz esetében szignifikánsan rövidebb volt a tubusvezető nélküli VL-hez képest. A résztvevők a folyamatos mellkaskompressziók alatt végzett intubáció során a tubus bevezetését jelölték meg nehézségként azon eszköznél, mely nem rendelkezett tubusvezetős lapoccal. A tubusvezető hiánya gyakorlott aneszteziológusok kezében is szignifikánsan megnövelte az IT-ot folyamatos mellkaskompressziók mellett [87]. Ugyanerre a következtetésre jutottak Komasaawa és mtsai. is, akik a Pentax-AWS[®]-t a McGrath[®] MAC VL-lel hasonlították össze folyamatos mellkaskompressziók mellett [90].

2.9. A videólaringoszkópok szerepe a fertőzött betegek újraélesztésében, különös tekintettel a COVID-19-re

A COVID-19 magas halálozási rátával járt, így gyakran kellett újraélesztést végezni a fertőzött betegeknél. A CPR-t a WHO az aeroszol képződéssel járó folyamatok közé sorolta [10], így az ellátók fertőződésének csökkentése érdekében a koronavírusos betegek újraélesztése során javasoltá vált a korai, mandzsettás tubussal történő ETI, melyhez az elsőként választandó eszköz a VL [91,92]. A VL-ek létjogosultságát az adja, hogy egyéni védőeszközben végzett CPR során alkalmazásukkal jobb feltárhatóságot, gyorsabb IT-t, nagyobb intubációs sikerarányt érhetünk el, mint a DL-lel [24,81]. Gadek és mtsai. 44 aktív mentőtiszt bevonásával végeztek összehasonlító vizsgálatot, szimulált COVID-19 -es betegek CPR-ja során. Amíg védőfelszerelés nélkül nem találtak különbséget a vizsgált VL (McGrath® MAC) és a DL között, addig védőfelszerelésben mind az intubációs sikerarány, mind pedig az IT szignifikánsan jobb volt a VL esetében [81]. Szarpak és mtsai. 90 kórházon kívüli szívmegeállás CPR-ja során vizsgálták a VL-t a DL-lel szemben egyéni védőfelszerelés viselése közben. Tanulmányukban a VL használata jobb FPSR-t és IT-t regisztráltak, mint a DL esetén [25]. A VL protektív szerepe a fertőzés átvitele szempontjából, más felső légúti fertőzésben szenvedő beteg esetében is fennáll. A CPR során az esetek többségében nincs adatunk a beteg infektív státuszára vonatkozóan, így ez esetben talán még nagyobb szerepe lehet a VL-ek alkalmazásának, mint egyéb ETI kapcsán.

2.10. A szimulátorok szerepe a kutatásban és oktatásban

A szimulációs oktatásnak nagy szerepe van az graduális és postgraduális képzésben. A hallgatóknak lehetősége nyílik biztonságos környezetben felkészülni új, ritka vagy épp magas kockázatú beavatkozásokra [93]. Az ETI képességének elsajátítása kompetencia szinttől független nehéz feladat. A 90% feletti sikerarányhoz szükséges tapasztalat megszerzésére hivatott szimulációs központokban lehetőség nyílik a beteg veszélyeztetése nélkül a megfelelő készségek megszerzésére. A szimulációs központokban azonban nem csak a beteg veszélyeztetés problémáját tudjuk kiküszöbölni, de a fertőző betegek ellátása kapcsán az ellátó biztonsága is megoldott. Épp ezért a COVID-19-es betegek ellátása során az új eljárásokban rejlő bizonytalanságok kiküszöbölésére javasolt a folyamatos, szimulációs oktatás [23]. A szimulációs oktatás képes épp oly hatékony lenni, mint a valós, klinikai körülmények között

végzett oktatás [94]. A ma már elérhető magas hűségű szimulátorokon vizsgálható és nyomon követhető a légzés, pulzus, vérnyomás, szaturáció, de még a tudatállapot is. Ezen értékek a szimuláció folyamatával párhuzamosan változtathatóak egy számítógépes program segítségével. Nehéz légutat nem csak MILS segítségével szimulálhatunk, hanem akár nyelv ödémával vagy légúti idegen testtel is. A CPR-t szimuláló Ambu® Man Advanced szimulátoron pontosan láthatjuk a mellkaskompresszió mélységét, frekvenciáját, regisztrálhatjuk az első sikeres lélegeztetést és a lélegeztetés hatékonyságát. Ezen eszközökkel a vizsgálati körülmények könnyen standardizálhatóak. Több tanulmány is bizonyította, hogy egy szimulátoron begyakorlott folyamat jól átültethető a klinikai gyakorlatba [95]. Mindezt a kritikus állapotú beteg légútbiztosítására vonatkozóan is megerősítették [96]. A szimulátorok egyértelmű előnyeinek ellenére, azok nem képesek a szövetek viselkedését és megjelenését utánozni [97]. A formalin fixált kadáverek hátránya a merevség, a nem konzervált holttestek eltarthatósága rövid és fennáll a fertőzés kockázata [98]. A jövőben ezeknek lehet megfelelő alternatívája a jelenleg csak korlátozottan elérhető PATEM (Preserved According Thiel's Embalming Method), mely módszerrel jól megőrizhető a szövetek színe, konzisztenciája és alkalmasak lehetnek a légútbiztosítás oktatására [99].

3. Célkitűzés

Célunk az volt, hogy az ez ideáig keveset, illetve újraélesztés alatt még sohasem vizsgált, 2013 óta kereskedelmi forgalomban is elérhető VT VL-t a kezdő felhasználók körében, biztonságos, szimulált környezetben hasonlítsuk össze más kereskedelmi forgalomban elérhető VL-okkal, egy egyedi gyártású VL-lel és a jelenleg gold standardként alkalmazott DL-lel. Erre a célra felállított, egy nehéz légutat szimuláló scenárióra, valamint folyamatos mellkaskompressziók mellett normál és nehéz légutat szimuláló scenárióra vonatkozóan fogalmaztuk meg célkitűzéseinket.

3.1. VividTrac® videolaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

3.1.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el szimulált nehéz légút esetén.

3.1.2. Másodlagos célkitűzés

Másodlagos végpontként határoztuk meg vizsgálatunkban az alábbiakat:

- sikeres intubációhoz szükséges kísérletek száma, sikertelen intubáció száma
- LT, tubusbevezetési idő (TIT-tube insertion time), IT
- POGO
- a vizsgált eszköz alkalmazásához kapcsolatosan a technikai nehézség, feltáráshoz szükséges fizikai erő és az ismételt használati hajlandóság
- tubusvezető használata
- szövődmények: fogsérülés, nyelőcső intubáció

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ek és a DL-hez képest.

3.2. VividTrac® videolaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

3.2.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el szimulált körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett végzett ETI kapcsán normál légúti szituációban.

3.2.2. Másodlagos célkitűzés

Másodlagos végpontként határoztuk meg vizsgálatunkban az alábbiakat:

- sikeres intubációhoz szükséges kísérletek száma, sikertelen intubáció száma
- LT, TIT, IT
- POGO
- a vizsgált eszköz alkalmazásához kapcsoltan a technikai nehézség, feltáráshoz szükséges fizikai erő és az ismételt használati hajlandóság
- tubusvezető használata
- szövődmények: fogsérülés, nyelőcső intubáció

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ek és a DL-hez képest.

3.3. VividTrac® videolarinoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

3.3.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el szimulált körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett végzett ETI kapcsán nehéz légúti szituációban.

3.3.2. Másodlagos célkitűzés

Másodlagos végpontként határoztuk meg vizsgálatunkban az alábbiakat:

- sikeres intubációhoz szükséges kísérletek száma, sikertelen intubáció száma
- LT, TIT, IT
- POGO

- a vizsgált eszköz alkalmazásához kapcsolatosan a technikai nehézség, feltáráshoz szükséges fizikai erő és az ismételt használati hajlandóság
- tubusvezető használata
- szövődmények: fogsérülés, nyelőcső intubáció

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ek és a DL-hez képest.

4. Anyagok és Módszerek

4.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált körülmények között, kezdő felhasználók körében

4.1.1. Közös módszertan

Vizsgálatunkat a Pécsi Tudományegyetem Szimulációs Oktatási Központjában végeztük, önként jelentkező orvostanhallgatók körében. A résztvevők kiválasztásának szempontja a légútbiztosításhoz szükséges anatómiai ismeretek megléte és a valós intubációs tapasztalat hiánya volt. A tanulmány kezdetén az egyes csoportoknak a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Intézetének szakorvosainak bevonásával egy 15 perces elméleti és gyakorlati ismertetőt tartottunk a vizsgálatba bevont eszközökről, majd a résztvevőknek lehetőségük nyílt az ezekkel való intubáció begyakorlására normál és nehéz légúti körülmények között egyaránt. Az oktatásra Laerdal® Airway Management Traineren (Laerdal®, Stavanger, Norvégia) került sor.

Minden gyakorlati állomáson 15-15 percet tölthettek el a hallgatók, egy az adott eszközzel való intubációban jártas aneszteziológus szakorvos felügyelete és instrukciói mellett. Az oktatás során a hallgatók megtanulták a lágy- és merev vezető használatát, valamint a feltárási minőségét jelző POGO pontrendszer értékelését [100]. Hangsúlyt fektettünk továbbá a fogsérülés kialakulás mechanizmusának megismerésére és annak fontosságára. A tréninget követően a hallgatók teljesítményét külön-külön vizsgáltuk, melynek során adott légúti szituációban, minden eszközzel, véletlen sorrendben hajtottak végre endotracheális intubációt. A vizsgálat elsődleges végpontja az eszközönkénti FPSR mérése volt. Továbbiakban mértük a sikeres intubációhoz szükséges kísérletek számát, a LT-t, TIT-t, IT-t, POGO-t, regisztráltuk az

esetleges nyelőcső intubáció előfordulását, fog sérülést, lágý-, illetve merev vezetõ használatát. Végül az intubációs kísérleteket követõen három szubjektív szempont értékelésére kértük a hallgatókat. Az intubációs kísérletet sikertelennek tekintettük, ha az több mint 120 másodpercig tartott, ha a hallgató a kísérlet során eltávolította a tubust a szájüregbõl vagy felismerte, hogy nyelőcsõ intubáció történt. A teljes intubációt sikertelennek tekintettük az adott eszközzel, ha a nyelőcsõbe való intubáció nem került felismerésre, 3 egymást követõ kísérlet is sikertelen volt vagy ha a hallgató a 3 kísérlet elõtt már feladta a további intubációs kísérletet. A lapocnak az alsó és felsõ fogsor síkján való áthaladásától a legjobb POGO eléréséig, azaz a tubussal való manipuláció megkezdéséig eltelt idõt LT-ként, a sikeres intubációig eltelt idõt IT-ként definiáltuk. Az IT és LT közti idõkülönbség a TIT. Közvetlenül az intubációs kísérleteket követõen kértük a hallgatókat, hogy egy ötfokozatú Likert skálán értékeljék az eszközöket, azok rangsorolása nélkül. Értékelték az eszközök alkalmazásának technikai nehézségét (1= könnyû, 5= nehéz), a feltáráshoz szükséges fizikai erõt (1= könnyû, 5= nehéz) valamint az eszköz jövõbeni ismételt alkalmazásának hajlandóságát (1-soha többé ne használná, 5= szívesen használná ismét).

4.1.2. Vivid Trac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdõ felhasználók körében

Tanulmányunkat a Pécsi Tudományegyetem Regionális Kutatási Etikai Bizottság 5825/2016 számú engedélye alapján végeztük. Korábbi hasonló tanulmányok és egy becsült hatás alapján, power analysist követõen ($\alpha=0.05$ és $\beta=0.1$) 50 hallgató került bevonásra a tanulmányba [101,102]. A vizsgálatot kiscsoportos ($n=5$) bontásokban végeztük. Minden résztvevõ írásbeli beleegyezését adta a vizsgálathoz.

A tanulmányba bevont eszközök a következõk voltak (8.ábra):

- VT, felnõtt méretû, tubusvezetõ csatornával rendelkező lapoccal (Vivid Medical, Palo Alto, Amerikai Egyesült Államok)
- KV 3-as méretû, tubusvezetõ csatornával rendelkező lapoccal (Ambu, Koppenhága, Dánia)
- AT 3-as méretû, tubusvezetõ csatornával rendelkező lapoccal és mobiltelefon kameraadapterrel (Prodol, Vizcaya, Spanyolország)
- DL 3-as méretû Macintosh-féle lapoccal (KaWe®, Asperg, Németország)

- Egyedi gyártású indirekt laringoszkóp (ID) 3-as méretű Macintosh-féle lapoccal



8. ábra: A vizsgálatba bevont eszközök: (a) direkt laringoszkóp (DL), (b) Vivid Trac[®] (VT), (c) Egyedi gyártású indirekt laringoszkóp (ID), (d) King Vision[®] (KV), Airtraq[®] (AT) [103]

Minden ETI-hoz 7,5 mm belső átmérőjű, mandzsettás, műanyag tubust használtunk (Mallinckrodt[®], Covidien, Dublin, Írország). A VT, valamint az ID valós idejű képi megjelenítéséhez HP (Palo Alto, Kalifornia, Amerikai Egyesült Államok) Probook laptopot használtunk. Az AT csatlakoztatásához az eredeti univerzális smartphone adaptert (Prodol, Vizcaya, Spanyolország) egy okostelefonhoz csatlakoztattunk (Xiaomi Note 9 Pro). A VT esetében a VividVision[®], az AT esetében az Airtraq Mobile[®] szoftver telepítésére volt szükség. A vizsgálatot Laerdal[®] Airway Management Traineren (Laerdal[®], Stavanger, Norvégia) végeztük (9. ábra) [5]. A nehéz légúti szituációt az Advanced Trauma Life Support (ATLS) ajánlásának megfelelően a nyaki gerinc manuális in-line stabilizációjával (MILS) szimuláltuk (10. ábra) [104].



9. ábra: Laerdal® Airway Management Trainer



10. ábra: Nehéz légút szimulációja (manuális in-line rögzítés) MILS alkalmazásával

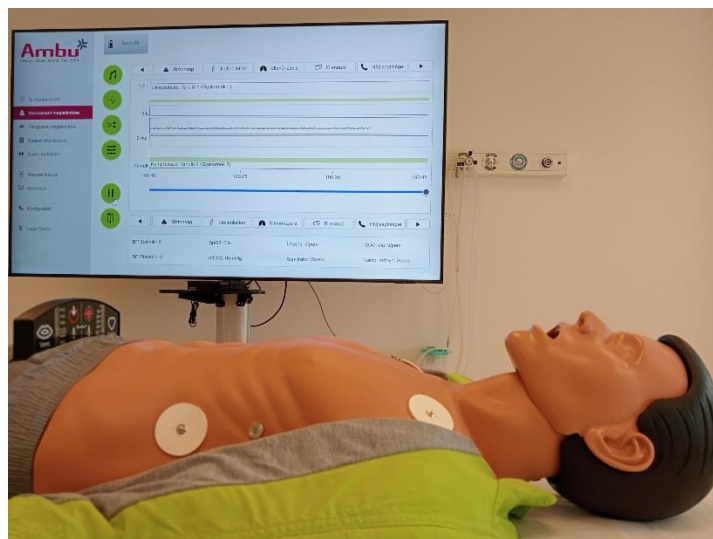
4.1.3. VividTrac ® videolarigószkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett, normál és nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

Tanulmányunkat a Pécsi Tudományegyetem Regionális Kutatás Etikai Bizottság 7176 – PTE 2018 számú engedélye alapján végeztük. Vizsgálatunkat a Pécsi Tudományegyetem Szimulációs Oktatási Központjában végeztük. Korábbi tanulmányok alapján meghatároztuk a

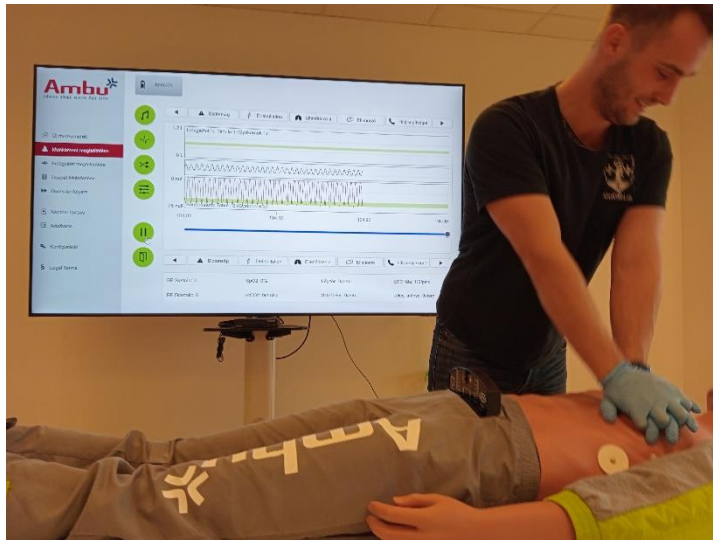
vizsgálatba bevont eszközök körét, valamint meghatároztuk a mintaméretet [103]. Ennek alapján a következő laringoszkópok kerültek kiválasztásra:

- VT felnőtt méretű, tubusvezető csatornával rendelkező lapoccal (Vivid Medical, Palo Alto, Amerikai Egyesült Államok)
- KV 3-as méretű, tubusvezető csatornával rendelkező lapoccal (Ambu, Koppenhága, Dánia)
- DL 3-as méretű Macintosh-féle lapoccal (KaWe[®], Asperg, Németország)

A VT képi megjelenítése a VividVision[®] szoftver segítségével egy 13,3"-os képernyőméretű, Acer Aspire V 13 laptopon történt. Korábbi hasonló tanulmányok és egy becsült hatás alapján ($\alpha=0.05$ és $\beta=0.1$) 44 orvostanhallgatót vontunk be a tanulmányba [101–103]. A vizsgálatot kiscsoportos (n=5) bontásokban végeztük. Minden résztvevő írásbeli beleegyezését adta a tanulmányhoz. A vizsgálatot Advanced Life Support (ALS) szimulátorokon (Ambu[®] Man Advanced) végeztük (11. ábra). A hallgatóknak folyamatos mellkaskompresszió mellett kellett sikeres ETI-t végrehajtania, minden eszközzel, randomizált sorrendben, először normál, majd nehéz légúti szituációban. Minden intubációhoz 7,0 mm belső átmérőjű, mandzsettával ellátott műanyag tubust használtunk (Mallinckrodt[®], Covidien, Dublin, Írország). A mellkaskompressziókat az alapszintű CPR protokolljának megfelelően végeztük. Ennek ellenőrzésére a szimulátor szoftvere szolgált (12. ábra) [9].



11.ábra: Advanced Life Support (ALS) szimulátor és kontroll monitor



12.ábra: Folyamatos CPR Advanced Life Support (ALS) szimulátoron

- „A” Szenárió: Az ETI normál légúti szituációban történt, mely során megengedett volt a fej reklinációja.
- „B” Szenárió: Az ETI az ATLS protokolljának megfelelően, MILS alkalmazásával szimulált nehéz légúti szituációban történt

4.2. Statisztikai analízis

Adataink elemzését a Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics szoftver 25.0-s verziójával (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) végeztük. A folytonos és az ordinális adatokat medián és interkvartilis tartomány (IQR), míg a kategorikus adatokat nyers szám (n) és frekvencia (%) formájában mutatjuk be. Nem parametrikus tesztek alkalmaztunk, tekintettel arra, hogy az adataink az elvégzett Kolmogorov- Smirnov és Shapiro-Wilk tesztek alapján nem mutattak normál eloszlást. Az egyes eszközök közötti különbségek kimutatására Kruskal-Wallis féle varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk post-hoc Dunn teszttel az alábbi változókat illetően: LT, TIT, IT, POGO, technikai használat, végrehajtáshoz szükséges erő és az újra felhasználási hajlandóság. Khi-négyzet próbákat alkalmaztunk az eszközök közötti különbségek értékelésére az intubáció sikerességét, az esetleges nyelőcső intubációk számát, a fogsérülés gyakoriságát, valamint a lágy és a merev vezetők használatát illetően. A $p < 0,05$ értéket tekintettük szignifikánsnak.

5. Eredmények

5.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

1.táblázat: Nehéz légúti vizsgálat eredménye

Nehéz légút	DL (n=50)	ID (n=50)	KV (n=50)	AT (n=50)	VT (n=50)
Kísérletek száma (n, 1/2/3)	48/1/1	47/2/1	46/4/0 [¶]	47/3/0	50/0/0 [†]
Feltérési idő (LT) (s)	12.16[9.05-14.4] ^{#¶}	16.2[11.7-23.4] ^{*†§¶}	10.86[7.66-13.0] [#]	9.13[7.37-11.7] [#]	8.99[7.22-11.3] ^{*#}
Tubusbevezetési idő (TIT) (s)	6.52[4.33-12.97] ^{†§¶}	7.04[5.45-15.04] ^{†§¶}	3.31[2.05-11.68] ^{*#}	2.60[1.90-4.87] ^{*#}	3.17[2.13-4.87] ^{*#}
Intubációs idő (IT) (s)	19.0[14.97-26.1] ^{§¶}	23.4[19.0-35.5] ^{†§¶}	15.72[11.5-23.1] [#]	12.8[9.62-16.5] ^{*#}	12.7[10.0-15.8] ^{*#}
POGO (%)	40[20-60] ^{†§¶}	45[25-55] ^{†§¶}	75[60-85] ^{*#}	75[60-85] ^{*#}	62.5[50-90] ^{*#}
Technikai nehézség (1-5)	4[3-4] ^{†§¶}	4[3-4] ^{†§¶}	2[1-3] ^{*#}	2[2-3] ^{*#}	2[1-2] ^{*#}
Kifejtett erő (1-5)	4[3-5] ^{†§¶}	4[3-5] ^{†§¶}	2[1-3] ^{*#}	2[2-3] ^{*#}	2[1-2] ^{*#}
Ismételt használat (1-5)	3[2-4] ^{†¶}	3[2-3] ^{†¶}	5[4-5] ^{*#§}	3[3-4] ^{†¶}	5[4-5] ^{*#§}
Lágy vezető használata (n)	10 ^{†§¶}	9 ^{†§¶}	0 ^{*#}	0 ^{*#}	0 ^{*#}
Merev vezető használata (n)	5 ^{#†§¶}	11 ^{*†§¶}	0 ^{*#}	0 ^{*#}	0 ^{*#}
Fogsérülés (n)	32 ^{#§}	41 ^{*†¶}	35 ^{#§}	39 ^{*†¶}	35 ^{#§}
Nyelőcső intubáció (n)	1	0	0	0	0

Nehéz légúti szituációban végzett vizsgálataink eredményei. Az adatokat mediánként [IQR] vagy nyers számként (n) adtuk meg. AT: Airtraq®, DL: Direkt laringoszkóp (Macintosh), ID: egyedi gyártású videólaringoszkóp (improvised device), KV: King Vision®, POGO: a hangrés feltárhatóságának mértéke százalékban, VT: VividTrac®.

*Szignifikáns különbség (p<0.05) a DL-hez képest; # Szignifikáns különbség (p<0.05) az ID-hez képest; † Szignifikáns különbség (p <0.05) a KV-hoz képest; § Szignifikáns különbség (p<0.05) az AT-hoz képest; Szignifikáns különbség (p<0.05) a VT-hez képest.

Vizsgálatunk elsődleges végpontjaként kitűzött FPSR a VT esetében volt a legmagasabb. A DL-t összevetve a VL-ekkel, nem volt szignifikáns különbség az FPSR tekintetében. A VL-ek csoportján belül azonban a VT-vel szignifikánsan jobb FPSR volt elérhető, mint a KV-nál (p < 0.05). Sikertelen intubációt egyik eszköz esetében sem regisztráltunk. A VT az LT tekintetében jobb eredményt mutatott minden vizsgált eszközzel szemben, az ID-hez és DL-hez képest pedig

szignifikánsan gyorsabban érhető el vele az ideális POGO érték ($p < 0.05$). Az általunk készített ID azonban minden eszközzel szemben alulteljesített e tekintetben ($p < 0.05$). A VL-ek közül a KV, az AT és a VT alkalmazásával gyorsabb TIT érhető el, mint az ID-vel és a DL-lel ($p < 0.05$). Az IT-t tekintve a kereskedelmi forgalomban elérhető VL-ek adták a legjobb eredményt, melyek közül az AT és VT szignifikánsan gyorsabb volt, mint a DL (< 0.05). Az ID azonban alul maradt a többi VL-lel szemben ($P < 0.05$). Az összes eszközt összevetve a VT alkalmazása esetén regisztráltuk a legrövidebb IT-t. Az ID kivételével, a VL-ek esetében jobb POGO érték volt elérhető, mint a DL-lel ($p < 0.05$). A kereskedelmi forgalomban elérhető VL-ek mindegyikének technikai és fizikai használhatóságát könnyebbnek ítélték a résztvevők a DL-hez és az ID-hez képest ($p < 0.05$). Az ID és DL használatát hasonlóan nehéznek találták. A VT és KV esetében szignifikánsan nagyobb hajlandóságot mutattak a résztvevők az eszköz ismételt alkalmazását tekintve a többi laringoszkóppal szemben ($p < 0.05$). Lágy- és merev vezető használatára kizárólag az ID és DL esetében volt szükség. Merev vezetőt az ID alkalmazása során szignifikánsan többször használtak a résztvevők, mint a DL során ($p < 0.05$). Az intubációs kísérletek több mint felénél tapasztaltunk fogsérülést, minden eszköz esetében. Az AT és ID alkalmazásánál azonban szignifikánsan magasabb volt a fogsérülés előfordulása a többi laringoszkóphoz képest ($p < 0.05$). Nyelőcső intubációt csak a DL használatakor tapasztaltunk egy alkalommal.

5.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált, folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett normál légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

2.táblázat. Folyamatos mellkaskompresszió mellett, normál légúti szituációban végzett vizsgálat eredményei

Normál légút	DL (n=44)	KV (n=44)	VT (n=44)
Kísérletek száma (n, 1/2/3)	30/8/6	35/6/3	37/5/2
Feltárási idő (s)	10.09 [7.57-13.35]	9.36 [7.31-14.91]	9.3 [6.05-15.13]
Tubusbevezetési idő (s)	7.4[5.84-14]	3.35 [2.33-8.7] [¶]	11.69 [5.3-19.61] [†]
Intubációs idő (s)	19.19 [14.28-27.09] [†]	15.2 [11.1-23.9] ^{*¶}	23.08 [15.9-33.2] [†]
POGO (%)	75 [60, 90]	75 [70-80]	60 [50-90]
Technikai nehézség (1-5)	2 [1-4]	3 [2-4]	2 [2-4]
Kifejtett erő (1-5)	3 [2-4]	2 [2-3]	2 [1-3]
Ismételt használat (1-5)	4 [3-5]	3 [2-4]	4 [2-5]
Lágyvezető használata (n)	11 ^{¶†}	0*	0*
Fogsérülés (n)	0	1	0
Nyelőcső intubáció (n)	11 ^{¶†}	1*	1*

Folyamatos mellkaskompresszió mellett, normál légúti szituációban végzett vizsgálataink eredményei. Az adatokat mediánként [IQR] vagy nyers számként (n) adtuk meg. AT: Airtraq®, DL: Direkt laringoszkóp (Macintosh), ID: egyedi gyártású videólaringoszkóp, KV: King Vision®, POGO: a hangrés feltárhatóságának mértéke százalékban, VT: VividTrac®.

*Szigifikáns különbség (p<0,05) a DL-hez képest; # Szignifikáns különbség (p<0.05) az ID-hez képest; † Szignifikáns különbség (p <0.05) a KV-hoz képest; § Szignifikáns különbség (p<0.05) az AT-hoz képest; Szignifikáns különbség (p<0.05)a VT-hez képest.

Normál légúti körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett a sikeres intubációhoz szükséges kísérletek számában nem találtunk szignifikáns különbséget az

eszközök között, ugyanakkor a legjobb FPSR-t a VT esetében tapasztaltunk. Sikertelen intubációt egyik eszköz esetében sem regisztráltunk. Az optimális POGO érték elérésig szükséges LT-ben a VT bizonyult a leggyorsabbnak, azonban szignifikáns különbséget egyik eszköz sem mutatott a többivel szemben. A leggyorsabb TIT-et a KV alkalmazásával érték el a hallgatók, mely szignifikánsan jobb eredményt mutatott a VT-vel összehasonlítva ($p < 0.05$). Az IT tekintetében is a KV volt a leggyorsabb a vizsgált eszközök között ($p < 0.05$). A VT azonban a DL-lel szemben már nem volt szignifikánsan lassabb sem a TIT-t, sem pedig az IT-ot vizsgálva. A feltárás minőségét jelző POGO értékben nem találtunk szignifikáns különbséget a laringoszkópok között. A szubjektív paramétereket értékelve a hallgatók nem tapasztaltak szignifikáns mértékű különbséget az eszközök fizikai és technikai alkalmazhatóságában, ugyanakkor a VT a legjobb összesített pontszámot érte el e tekintetben. A résztvevők hasonló mértékű hajlandóságot mutattak minden eszköz esetében azok ismételt felhasználása iránt. Lágyszövet vezető használatára kizárólag a DL esetében került sor ($p < 0.05$). A szövődmények sorában fogsérülést egyetlen alkalommal detektáltunk, a KV alkalmazása során, míg a nyelőcsőbe való intubáció a DL esetében szignifikánsan többször fordult elő, mint a KV vagy a VT alkalmazásánál ($p < 0.05$).

5.3. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulált folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

3.táblázat. Folyamatos mellkaskompresszió mellett, nehéz légúti szituációban végzett vizsgálat eredményei

Nehéz légút	DL (n=44)	KV (n=44)	VT (n=44)
Kísérletek száma (n 1/2/3)	35/4/5	40/3/1	35/2/7
Feltérési idő (s)	13.7 [8.37-18.89] [¶]	14.52 [10.72-26.05] [¶]	8.04 [6.33-14.33] ^{*†}
Tubusbevezetési idő (s)	8.15 [4.4-17.09] [†]	4.76 [2.05-11.42] ^{*¶}	8.09 [4.03-18.64] [†]
Intubációs idő (s)	23.39 [16.93-34.31]	21.91 [14.76-39.51]	20.83 [12.65-39.45]
POGO (%)	60 [40-80]	67.5 [50-80]	60 [40-76.3]
Technikai nehézség (1-5)	3 [2-4]	3[2-4]	2 [1-4]
Kifejtett erő (1-5)	4 [2-4] [¶]	3 [2-4]	2 [1-3] [*]
Ismételt használat (1-5)	3 [2-5]	3 [2-4]	4 [2-5]
Lágyvezető használata (n)	17 ^{¶†}	0 [*]	0 [*]
Fogsérülés (n)	0	0	0
Nyelőcső intubáció (n)	7 ^{¶†}	0 [*]	0 [*]

Folyamatos mellkaskompresszió mellett, normál légúti szituációban végzett vizsgálataink eredményei. Az adatokat mediánként [IQR] vagy nyers számként (n) adtuk meg. AT: Airtraq®, DL: Direkt laringoszkóp (Macintosh), ID: egyedi gyártású videólaringoszkóp, KV: King Vision®, POGO: a hangrés feltárhatóságának mértéke százalékban, VT: VividTrac®.

*Szigifikáns különbség (p<0.05) a DL-hez képest; # Szignifikáns különbség (p<0.05) az ID-hez képest; † Szignifikáns különbség (p <0.05) a KV-hoz képest; § Szignifikáns különbség (p<0.05) az AT-hoz képest; Szignifikáns különbség (p<0.05)a VT-hez képest.

Nehéz légúti körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett a sikeres intubációhoz szükséges kísérletek számában nem találtunk szignifikáns különbséget az

eszközök között. Sikertelen intubációt egy esetben sem regisztráltunk. Az optimális POGO eléréséhez szükséges LT tekintetében a VT szignifikánsan gyorsabb volt a KV-hoz és DL-hez képest ($p < 0.05$). A TIT-ben azonban a KV teljesített jobban a többi vizsgált eszközzel szemben ($p < 0.05$). A VT ez esetben sem volt szignifikánsan rosszabb egyik eszközhöz képest sem. A LT és TIT eredményéből adódóan az IT tekintetében azonban már nem volt szignifikáns különbség a laringoszkópok között. A legrövidebb IT a VT esetében mértük. Egyik eszköz alkalmazása során sem érték el jelentősen jobb POGO értéket a hallgatók. A szubjektív paraméterek értékelésekor a vizsgálat résztvevői hasonló technikai nehézségűnek értékelték az eszközök alkalmazhatóságát, ugyanakkor a VT használatához szignifikánsan kisebb erőfeszítésre volt szükségük a DL-hez képest. Az ismételt felhasználási hajlandóság tekintetében nem volt különbség a laringoszkópok között. Lágyvezető használatára kizárólag DL esetében került sor ($p < 0.05$). Szövődmények közül fogsérülést nem regisztráltunk, nyelőcső intubáció csak a DL estében fordult elő ($p < 0.05$).

6. Megbeszélés

Eredményeink értékelésénél figyelemmel kell lennünk arra, hogy az adataink egy monocentrikus tanulmányból származnak, ahol a hallgatók szimulációs körülmények között alkalmazták a vizsgált eszközöket. Az eredmények csak az általunk használt szimulátorok anatómiai viszonyaira vonatkoznak. Az alkalmazott szimulációs körülmények nem egyeznek meg és nem ültethetőek át 100%-ban a valós klinikai gyakorlatba. Nem fordulhattak elő olyan komplikációk, mint az eszköz párasodása vagy váladékkal való szennyeződése, illetve nem vizsgálhatóak olyan szövődménye, mint a nyálkahártya sérülése és ödémásodása. Ettől függetlenül a szimulátorok alkalmazása széles körben elterjedt, hisz a beteg veszélyeztetése nélkül sajátíthatóak el készségek és végezhetőek el beavatkozások. A résztvevők egy 15 perces tréninget követő 30 perces szünet után hajtották végre a mért gyakorlatot. A DL esetében a POGO érték a hallgatók megítélésétől függött. A fogsérülések bekövetkeztét igennel vagy nemmel jelöltük. A fogakra gyakorolt nagy nyomást csak a Laerdal® Airway Management Trainer volt képes „klikk” hang adásával jelezni. Az ALS szimulátoron erre nem volt lehetőség, így a fogsérülés bekövetkezte szubjektív megítélésen alapult. Egy kísérleten belül a fogsérülések számát és az erőbehatás mértékét nem jelöltük. A vizsgálatban résztvevők visszajelzésének részletesebb értékelésére az alkalmazott Likert skála nem adott lehetőséget.

6.1. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

A légút biztosításának sikeressége létfontosságú olyan szövődmények elkerülése végett, mint az aspiráció, a hipoxia vagy az ebből következő keringésmegállás [44]. A biztonsággal elvégzett ETI azonban nagy gyakorlatot igényel. A VL-ek fejlesztésének célja az volt, hogy csökkentsék az intubációs szövődményeket és javítsák az intubációs sikerarányt. Minél több kísérlet szükséges a sikeres ETI-hez, annál nagyobb a szövődmények előfordulásának kockázata [105]. Ennek főképp olyan esetben van jelentősége amikor az ETI-t abban kevésbé jártas ellátónak kell elvégezni. Addig, míg normál légúti körülmények között a tapasztalt ellátók körében a VL-ek inkább csak a POGO, a lágyrész sérülés és a nyelőcső intubáció terén hoztak javulást a DL-hez képest [21,45,46,106], a nehéz légúti körülmények között végzett intubációk esetén már az LT és IT is javulhat a VL-ek alkalmazása során [107,108]. Minél komplikáltabb a nehéz légúti szituáció, annál inkább megmutatkozik a VL-ek előnye [22]. A tapasztalatlan ellátók esetében a VL-ek azonban kiemelkedően jobb eredményt mutattak a fentiek tekintetében [82]. Mindezt megerősíteni látszik az elmúlt évek klinikai és pre-klinikai tapasztalata is [109]. A nehéz légúti körülmények között is ígéretes eredményeik ellenére a VL-ek elérhetősége továbbra is igen korlátozott [49,54,110,111], főképp olyan területen mint a sürgősségi osztály, ahol az ETI szükségessége alacsonyabb, a sürgősségi jellegre való tekintettel azonban a nehéz intubáció előfordulási gyakorisága nagyobb [112]. A magasabb beszerzési és fenntartási költségek ellenére vannak területek, úgy mint a német és svájci légimentők, ahol a VL-et első vonalban használják [109,113]. A COVID-19 fertőzött betegek nehéz légútbiztosítási protokollja egyértelműen a VL-ek használatát javasolja, így szükségsszerűvé vált egyre több ilyen eszköz beszerzése a hazai ellátó intézmények esetében is [114]. Ezen és a bevezetőben részletezett adatok alapján célul tűztük ki, hogy az irodalomban ez idáig nagyon kevés adattal rendelkező VT-t összehasonlítsuk más VL-lel és a DL-lel. A kevés adat az oka annak is, hogy eredményeink értelmezéséhez olyan tanulmányok adatai kerültek bevonásra, melyekben a VT-hez hasonló kialakítású lapoccal rendelkező VL-lel végezték a vizsgálatokat.

A indirekt technikával végzett effektív ETI már rövid tréninget követően is lehetséges, még abban az esetben is, ha nehéz légút szimulációja történik manuális in-line stabilizáció útján [39,40,115,116]. Tapasztalatunk alapján is a rövid, eszközönként 15 perces oktatási idő elegendő volt ahhoz, hogy magas, 90% feletti FPSR-t érjünk el minden általunk vizsgálat eszköz esetében. Három kísérletből minden esetben 100%-os sikerarányt regisztráltunk, a VT esetében már az FPSR is 100% volt. Hodnick és mtsai. alacsony intubációs tapasztalattal (átlag: 4,3 ETI /év) rendelkező paramedikek bevonásával, kadávereken végeztek hasonló tanulmányt. A résztvevőknek 2 órás tréninget követően kellett sikeres ETI-t végrehajtaniuk. A vizsgálat során MILS alkalmazásával szimuláltak nehéz légutat. Tanulmányukban a DL-t vetették össze két anatómiai kialakítású, tubusvezetős lapoccal rendelkező VL-lel, a VT-vel és a GlideScope®-pal. Ők sem találtak különbséget a három intubációs kísérletből származó intubációs sikerarány tekintetében, valamint az FPSR-ben a VL-ek és a DL között [116]. A különböző tanulmányok óriási szórást mutatnak a tekintetben, hogy megelőzően milyen intubációs gyakorlat szükséges a 90%-os sikerarány eléréséhez [117,118]. Ennek tükrében a VT kimagasló eredményt ért el. Tanulmányunkban rövidebb LT-t és TIT-t regisztráltunk, mint más hasonló vizsgálatok, melyek a DL-t, KV-t és AT-t vizsgálták [5,82,102]. A VT-vel azonban ilyen jellegű részletes mérést még nem végeztek korábban. A kereskedelmi forgalomban elérhető VL-ek, így a VT esetében is szignifikánsan rövidebb LT-t és TIT-t mértünk, mint az DL alkalmazása során. A VL-ek ezen előnye a DL-lel szemben már többször bebizonyosodott a kezdő felhasználók körében [119,120]. Az általunk vizsgált VL-ek azonban a Macintosh-féle lapoccal rendelkező ID-hez képest is szignifikánsan jobb eredményt mutattak. Healy és mtsai. egy összefoglaló tanulmány eredményeire támaszkodva, nehéz légút esetén az anatómiai lapoccal rendelkező VL-ek használatát javasolják a Macintosh-féle lapoccal szemben [119]. A VT esetében mért leggyorsabb LT-hez hozzájárulhatott az eszköz lapocának keskeny antero-poszterior átmérője, valamint, hogy a monitor nem az eszközhöz van rögzítve, így az nem jelenthetett akadályt a lapoc szájüregbe való bevezetése során, ellentétben a KV-val, melynek hátránya már több tanulmányban felmerült. Nehéz légúti intubációra is inkább abban az esetben ajánlott, ha a száj 18mm-nél nagyobbra nyitható [29,121]. Eismann és mtsai. is bizonyították a hajlított, keskeny antero-poszterior átmérőjű lapoc előnyét nehéz légút esetében [57]. A DL és ID hátránya abból is eredhet a többi VL-hez, így a VT-hez képest, hogy a DL és az ID nem rendelkezik tubusvezetővel és ez megnehezítheti a tubus bevezetését a tracheába. Eismann és mtsai. a mi eredményeinkhez hasonlóan jobb LT-t, TIT-t mértek a tubusvezetővel rendelkező VL-ek esetén, mint a DL és a Macintosh-féle lapoccal rendelkező C-MAC® esetén [57]. Ugyan az

előző vizsgálatban résztvevők rendelkeztek némi intubációs tapasztalattal a DL-ek terén, de a tubusvezetős és tubusvezető nélküli VL-ek közötti különbséget nehéz légúti szituációban már több alkalommal sikerült kimutatni kezdő felhasználók esetében [122–124]. Vizsgálatunk következő, másodlagos végpontja a légút feltárhatósága volt. Tanulmányunk során a C/L érték helyett a megbízhatóbb POGO rendszert választottuk [125]. Eredményeink alapján a kereskedelmi forgalomban elérhető VL-ek mindegyikével jobb POGO érték volt elérhető, mint a DL-lel. Az ID alkalmazásával elért POGO értékek némileg jobbak voltak a DL-hez képest, de szignifikánsan rosszabbak a többi VL-lel szemben. Eismann és mtsai. retrognathiát és nyaki gerinc immobilizációt szimulálva hoztak létre nehéz légútat, mely során hallgatókkal, paramedikekkel és intubációt rendszeresen nem végző orvosokkal hajtották végre vizsgálatukat. Tanulmányuk során a DL-t vetették össze Macintosh-féle lapoccal rendelkező, hajlított lapocú és anatómiai lapocú VL-lel. Eredményeikből kitűnik, hogy bármely légúti helyzetben is használták az eszközöket, a hajlított és anatómiai lapoccal rendelkező VL-ekkel szignifikánsan jobb POGO értéket értek el a felhasználók, mint Macintosh-féle lapoc esetén. A VL-ek közül az anatómiai kialakítású, tubusvezetős lapoccal érték el a legjobb feltárhatóságot [57]. A mi eredményeink jól tükrözik ugyanezt. Számos vizsgálat igazolta az anatómiai kialakítású lapoc előnyét a Macintosh-féle lapoccal szemben, valamint hogy alkalmazásával a hajlított lapoccal rendelkező eszközökhöz képest is jobb vagy nem rosszabb POGO érhető el [45,53,116]. Decamps és mtsai. négy tubusvezetős lapoccal ellátott VL-t, köztük a VT-t hasonlították össze a DL-lel kezdő felhasználók körében, szimulált, kritikus állapotú betegek intubációja során. Eredményeik megerősítik a mi vizsgálati eredményeinket, mely alapján a VT alkalmazásával szignifikánsan jobb POGO érték érhető el, mint a DL-lel, a VT azonban nem hozott kiemelkedő eredményt e tekintetben a többi VL-hez képest [57,105]. A szövődmények tekintetében fogsérülés minden eszköz esetében leírásra került, azonban a VT alkalmazásával szignifikánsan kevesebbszer fordult elő, mint az ID és AT esetén. Ennek oka lehetett, hogy a VT használata sokkal kisebb erőfeszítést igényelt, mint az ID, valamint, hogy az AT-re csatlakoztatott telefon zavarhatta a feltárást. Martínez és mtsai. szintén bizonyították a VT előnyét kezdő felhasználók körében olyan intubációs szövődmény esetén, mint a fogsérülés [126]. Az irodalommal összhangban mi sem tapasztaltunk nyelőcső intubációt a VT és más VL esetében sem, hisz a VL-ekkel a hangrés jobban feltárható, a kamera segítségével pedig mindvégig látótérben tartható és a tubus útja jól követhető [82,127–129]. Merev és lágy vezető alkalmazására kizárólag tubusvezető nélküli eszközöknél, a DL-nél és az ID-nél került sor. Ennek hátterében az eszközökkel elért alacsonyabb POGO érték és a tubusvezető nélküli lapoc állhat.

A fenti segédeszközök alkalmazásának szükségessége meghosszabbíthatja az intubálási időt, főképp kezdő felhasználók körében. Akihisa és mtsai. tubusvezetős és tubusvezető nélküli KV-t hasonlították össze a DL-lel kezdő intubálók körében. Tapasztalatuk alapján a KV lapoca mellett egy vezetőnyárs használata beszűkíti a látóteret és megnyújtja az intubációs időt [82]. A VT esetében a tubusvezetős lapoc mellett nem volt szükség vezető nyárs használatára. A vizsgálatunk végén megkértük a hallgatókat, hogy értékeljék az eszközöket megadott szempontok alapján. A VT használatát a hallgatók szignifikánsan könnyebbnek ítélték, mint a DL és a Macintosh-féle lapoccal rendelkező ID használatát és nem volt nehezebb alkalmazni egyik vizsgált kereskedelmi forgalomban elérhető VL-hez képest sem. Egy adott laringoszkópos eszköz közkedveltsége leginkább a felhasználó korábbi tapasztalatától és szubjektív faktoroktól függ. Eredményeink összhangban állnak az irodalommal, mely szerint a VL-ok használatát könnyebbnek találták az intubálók a DL-lel szemben [57,101,130–133]. Ennek megfelelően a kezdő felhasználók legszívesebben a VT-t és KV-t használnák ismét egy ETI-hez.

6.2. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos kardiopulmonális reszuszcitáció alatt végzett endotracheális intubáció során, kezdő felhasználók körében

Ezen vizsgálat során az eredményeink értékelésénél a fenti korlátozó tényezőkön túl figyelemmel kell lennünk arra is, hogy méréseinket nem ugyanazon a szimulátoron hajtottuk végre, mint amelyeken a tréning zajlott. A hallgatóknak nem volt lehetőségük a vizsgálati szimulátoron a méréseket megelőzően intubációt végrehajtani.

Az ETI kivitelezése a CPR során még nagyobb jártasságot igényel, mint normál körülmények között [20]. Ennek egyik oka, hogy ilyen körülmények között még a tapasztalt intubálók számára is gyakrabban fordulhat elő nehéz légút. A sikeres CPR és a jó neurológiai kimenetel érdekében a hatékony mellkaskompressziók szünetelésének idejét minimálisra kell csökkenteni. A mellkaskompresszió légútbiztosítás céljából sem szünetelhet 10 másodpercnél tovább [9]. Wang és mtsai. az Amerikai Egyesült Államokban vizsgálták 100 kórházon kívüli újraélesztés során a mellkaskompressziók szünetelésének számát és időtartalmát. Egy újraélesztés alatt átlagban kétszer volt szükség a mellkaskompressziók megszakítására. A légútbiztosításból származó kompressziós szünetek átlagosan 46,5 másodpercig tartottak, és

egyharmaduk meghaladta az 1 percet [134]. Tehát az intubációs idő lecsökkentését szolgáló eszközök fejlesztése és használata valós kívánalom. Ezt erősíti az a tény, hogy a gyakorlatban, főként a sürgősségi betegellátás területén gyakran kényszerülnek kis intubációs tapasztalattal rendelkező ellátók is CPR-t és ennek során légútbiztosítást végezni. Számukra nyújthat alternatívát a VL alkalmazása. Noha a jelenlegi ERC ajánlás csak az abban jártas ellátónak javasolja az ETI-t CPR során, előfordulhatnak olyan helyzetek, amikor szükségessé válik annak elvégzése az ellátó tapasztalatától függetlenül. A COVID járvány idején szembe kellett nézni a fertőzött betegek CPR-jának kihívásával is. A CPR aeroszol képződéssel járó folyamat, így a legbiztonságosabb légútbiztosítási mód az ETI. Az irodalomban arra kapunk iránymutatást, hogy a COVID-19 fertőzött betegek CPR-ját a légút kinyitásával és emeltszintű légútbiztosítással kell kezdeni [92,135]. Az ellátók védelme érdekében azonban a VL alkalmazása előnyt élvez a DL-lel szemben [23,136,137]. Így az előbbiekből adódóan érdemes megvizsgálni a különböző VL-eket CPR során tapasztalatlan felhasználók körében is. Számos eszközzel végzett tanulmány után az irodalmi adatok nem egybehangzóak annak tekintetében, hogy a VL-ek használata előnyt jelent-e a reanimáció alatt végzett ETI során sem a kezdő sem pedig a tapasztalt felhasználók esetében [17,19,138]. Ezért célul tűztük, hogy az ez idáig még reanimációs körülmények között soha nem vizsgált VT VL-t összehasonlítsuk más, korábbi tanulmányunkban jó eredményeket adó, de az irodalomban csekély számú adattal rendelkező VL-lel (KV) és az ETI gold standardjaként alkalmazott DL-lel [6]. A fenti CPR adatokra tekintettel a vizsgálatot korábbi intubációs tapasztalattal nem rendelkező felhasználókkal végeztük, standard, biztonságos, szimulált környezetben.

6.2.1. Normál légúti körülmények között végzett vizsgálat

Tanulmányunk során, korábbi hasonló körülmények között végzett kutatásokkal egybehangzóan, nem találtunk különbséget az intubációs sikerarány tekintetében a VL-ek és a DL között [19,123,138,139]. Szignifikáns különbség ugyan nem volt, de a VL-ek esetében jobb FPSR-t mértünk, mint a DL esetében és a VL-ek közül a VT alkalmazásával volt a legmagasabb FPSR elérhető. A VL-ek ezen előnye abból származhatott, hogy az általunk vizsgált VL-ek mindegyike rendelkezett tubusvezetővel. A tubusvezető lapoc használata pedig előnyt jelenthet a tubusvezető nélküli lapocokhoz képest [17]. Ennek gyakorlati előnye, hogy a magas FPSR javíthatja a CPR-on átesett betegek neurológiai kimenetelét [140]. A kimenetel szempontjából másik fontos tényező lehet az intubációval eltöltött idő. Az intubációhoz szükséges időt

vizsgálva a KV szignifikánsan gyorsabb volt, mint a DL és a VT. A VT azonban nem volt szignifikánsan lassabb a DL-hez képest. A LT tekintetében pedig a VT alkalmazásával mértük a legrövidebb időt. A TIT-ben azonban már nem mutatott ilyen kimagasló eredményt a VT. Steffen és mtsai. a DL-t és egy Macintosh-féle lapoccal rendelkező VL-t hasonlítottak össze nővérek körében CPR során. Ugyan a VL alkalmazásával némileg gyorsabban lehetett sikeres ETI-t végrehajtani, de a különbség nem volt szignifikáns [109]. Scheurner és mtsai. ugyanerre az eredményre jutottak kórházi körülmények között vizsgált DL és Macintosh-féle lapoccal rendelkező VL esetében [78,82]. A hajlított lapocú GlideScope® alkalmazásával Lee és mtsai. kórházon kívül végzett újraélesztés során szintén nem találtak szignifikáns különbséget a VL és DL között, ugyanakkor Park és mtsai. ugyanezen laringoszkópot vizsgálva kórházon kívül végzett újraélesztések során szignifikánsan gyorsabb intubálási időt mértek, mint DL esetében folyamatos mellkaskompressziók mellett [16,18]. Az irodalomban sok adatot találhatunk az általunk is vizsgált KV-hoz hasonló kialakítású Pentax-AWS® vizsgálatáról. A Pentax-AWS® használatával számos esetben szignifikánsan jobb IT-t értek el mint a DL-lel folyamatos mellkaskompressziók mellett CPR során [17,19,86,123]. Ugyanakkor Gaszynska KV-val végzett vizsgálata már nem talált különbséget a DL-lel szemben, valamint Kim és mtsai. Pentax-AWS®-sel végzett tanulmányában sem volt különbség a VL és DL között folyamatos mellkaskompresszió mellett [89,138]. Egyértelmű állítást tehát nem lehet tenni de a VT, a többi VL-hez hasonlóan nem mutatott rosszabb eredményt, mint a DL. A feltárás minőségét tekintve nem találtunk különbséget a vizsgált eszközök között. A DL használatának nehézségét az adja, hogy a hangrés látótérbehozatalához egy síkba kell hozni a száj-orofarinx-glottis tengelyét. Erre a manőverre a VL esetében nincs szükség. A mi eredményeinkkel ellentétben az irodalomban többször leírásra került, hogy VL használatával CPR alatt is nagyobb mértékben látótérbe hozható a hangrés, mint DL-lel [17,20,141,142]. Ezt mi azonban nem tudtuk igazolni, ugyanakkor ez esetben is elmondható, hogy a VT nem mutatott szignifikánsan rosszabb eredményt, mint a KV vagy a DL. A szövődmények tekintetében fogsérülést nem regisztráltunk, ennek oka azonban az lehetett, hogy a vizsgálati szimulátor nem jelezte a fogakra gyakorolt nyomást semmilyen módon, így annak megítélése szubjektív volt a részünkről. A nyelőcső intubáció, mint szövődmény előfordulási gyakorisága azonban szignifikánsan magasabb volt DL esetében a VL-hez képest. Ezen eredményeink pedig megfelelnek az irodalomban leírtaknak [15,18–20]. A videótechnikának köszönhetően a tubus útja a bevezetés alatt mindvégig vizuálisan jól kontrollálható volt, ezért van az, hogy véletlen, nem detektált nyelőcső intubáció nem fordult elő egyik VL esetében sem [17,143]. Lágyművezető használatára

kizárólag a DL esetében került sor. Ennek oka lehet, hogy a vizsgált két VL tubusvezetővel rendelkezik, így könnyítve a tubus bevezetését a tracheába [144]. Ezen adat a VT előnyét szolgálja a DL-lel szemben. A segédeszköz alkalmazása ugyanis nyújthatja az IT-t, valamint a szélesebb antero-poszterior lapoc átmérővel rendelkező VL-ek esetében a vezető behelyezése korlátozhatja a hangrés vizualizációját [82]. A hallgatók nem találtak szignifikáns különbséget az eszközök fizikai és technikai alkalmazhatósága között, ugyanakkor a VT kapta a legjobb pontszámot mindkét tekintetben. Az ismételt felhasználási hajlandóságban szintén nem találtunk különbséget a laringoszkópok között. Ezen eredményünk megfelel a korábbi, normál légúti szituációban végzett összehasonlító vizsgálatunk eredményével [101]. Han és mtsai. kezdő felhasználók körében végzett ezirányú vizsgálata során azonban a résztvevők szignifikánsan könnyebbnek ítélték az általuk vizsgált Pentax-AWL[®] használatát folyamatos mellkaskompresszió mellett végzett ETI során, normál légút mellett [80]. A résztvevők ezen szubjektív ítéletét befolyásolhatja, hogy végeztek-e intubációt korábban, illetve, hogy azt milyen körülmények között és milyen eszköz alkalmazásával tették.

6.2.2. Nehéz légúti körülmények között végzett vizsgálat

Tekintettel arra, hogy a CPR egy sürgősségi beavatkozás, a nehéz légút előfordulási aránya hússzor magasabb, mint elektív esetben [4]. Sem az idő, sem pedig a körülmények nem engedik azt, hogy a nehéz légutat előre jelző tényezők felmérésre kerüljenek. A CPR maga, a nehéz légút egyik prediktora, függetlenül az ellátó személyzet jártasságától [145]. A rövid és hosszútávú túlélést nem az alkalmazott laringoszkóp fajtája fogja közvetlenül meghatározni, hanem az intubációval eltöltött idő. Ezért még fontosabb, hogy elsőre már olyan eszközt válasszunk, amellyel nagy valószínűséggel sikeres ETI hajtható végre, lehetőleg első intubációs kísérletből, a mellkaskompressziók megszakítása nélkül [16,20]. Az irodalomban nem található olyan vizsgálat, mely a VT-t ilyen körülmények között vizsgálta volna és a többi VL esetében is ritkán került sor az eszköz nehéz légúti szituációban való vizsgálatára CPR során. Ezért célul tűztük ki, hogy biztonságos, standard szimulált környezetben vizsgáljuk meg a VT-t kezdő felhasználók körében, nehéz légúti körülmények között, folyamatos mellkas kompressziók során.

Vizsgálatunk elsődleges végpontjaként meghatározott FPSR tekintetében nem találtunk szignifikáns különbséget a vizsgált eszközök között. Maximum 3 intubációs kísérletből mindhárom eszköz esetében sikerült 100%-os sikerarányt elérni. A VL-ek tekintetében

eredményeink összhangban állnak a hasonló körülmények között végzett vizsgálatok irodalmi adataival [17,86]. A DL esetében azonban jobb intubációs sikerarányt regisztráltunk, mint más, intubációs tapasztalattal nem rendelkezők körében végzett vizsgálat. Ennek oka, hogy a résztvevők ALS szimulátoron való intubációs készsége valószínűleg javult az „A” szcenárióról a „B” szcenárióra. Akihisa és mtsai. hozzánk hasonlóan tapasztalták az intubációs készségek javulását a kezdő felhasználók esetében. Tanulmányuk során a DL-t vetették össze a tubusvezetős és tubusvezető nélküli KV-val. A résztvevők intubációs sikeraránya az első három intubációs kísérletet követően minden eszköz esetében megnőtt a 4-6. intubációs kísérletre vonatkozóan. A növekedés a DL esetében szignifikáns volt [82]. Ez lehetett az oka, hogy vizsgálatunkban a DL is a VL-hez hasonló eredményt ért el. A DL és VL közötti különbség az FPSR tekintetében a tapasztalt felhasználók esetében sem kimutatható [16,26,146]. A VT alkalmazásával szignifikánsan gyorsabb LT-t regisztráltunk a nehéz légutat szimuláló szcenárióban, mint a KV vagy DL esetében. A TIT tekintetében azonban már nem láttuk a VT ezen előnyét, ugyanakkor nem is mutatott rosszabb eredményt egyik vizsgált laringoszkóphoz képest sem. A LT-t és TIT-t összevetve végül az IT-ben nem találtunk különbséget az eszközök között. Kezdő intubálók körében az irodalomban minimális nehéz légúti szituációt vizsgáló tanulmány található. Shin és mtsai. két VL-t, a Pentax-AWL[®]-t és a GlideScope[®]-ot hasonlították össze a DL-lel. A VL-ek alkalmazásával szignifikánsan jobb LT-t és IT-t mértek, mint a DL-lel. A VL-lel mért időeredményeik összhangban állnak az általunk mért eredményekkel, a DL esetében azonban hosszabb LT-t és IT-t mértek nálunk [86]. Ugyanez mondható el Han és mtsai. által készített tanulmányban leírtakra is, mely a Pentax-AWL[®]-t és a DL-t hasonlította össze hasonló körülmények között [80]. Ennek háttérében ismét Akihisa és mtsai. által is megerősített tanulási görbe állhat, mely a DL esetében az FPSR mellett szignifikánsan jobb eredményt mutatott az intubációs idők tekintetében is [82].

Nehéz légúti szituációban a DL és VT esetén sem mértünk számottevően rosszabb IT-t a normál légút esetében mértekhez képest, melynek oka lehet, hogy a MILS rögzítette a szimulátor fejét, így a folyamatos mellkaskompressziók során a fej mozgása nem nehezítette tovább az intubációs körülményeket. Park és mtsai. főként DL használata során vetették fel a mellkas mozgásból eredő nehézségeket, hisz e közben a száj-orofarinx-glottis tengelyének egy síkba hozása is sokkal nehezebb, főképp a kezdő intubálók számára [18].

A korábbiakban már tárgyalt lapoc tulajdonságok is befolyásolhatják a kapott időeredményeket. A VT lapocával rövid idő alatt el lehet érni a kívánt POGO értéket, míg a tubus bevezetése már hosszabb időt vesz igénybe, független attól, hogy az eszköz rendelkezik tubusvezetővel. A KV

szintén tubusvezetővel rendelkező, vastosabb lapocával a feltárás hosszabb időt vesz igénybe, azonban a tubus bevezetéséhez már kevesebb idő szükséges, így összességében nem mutatkozik különbség a két eszköz között a teljes IT-t mérve. Klein-Brueggeneý és mtsai által végzett vizsgálatban a felhasználók szubjektív módon értékelték a különböző VL-eket a feltárási és tubusbevezetési használhatóságuk szempontjából. A KV orofarinxba való bevezethetőségét mindössze 26%-ban találták kitűnőnek, inkább csak jó vagy elfogadhatónak értékelték azt. A tubusbevezethetősége tekintetében azonban már 41%-ban találták kitűnőnek és 47%-ban jónak [53]. A VT esetében jobb IT-t tapasztaltunk a nehéz légúti körülmények között, mint a normál légút esetében végzett mérés során. Ennek oka lehet, hogy a tanulási folyamat ezzel az eszközzel még gyorsabb volt scenárióról scenárióra, erről azonban ilyen jellegű adat nem található az irodalomban, így ennek vizsgálata további kutatás tárgyát képezheti. A VL-ek sikeres alkalmazásához szükséges rövid tréning idő a CPR alatt is igaznak bizonyult [147].

Az irodalomban elérhető hasonló vizsgálatokkal ellentétben, mi nem találtunk szignifikáns különbséget a POGO értékek között a különböző eszközök alkalmazása esetén. Valószínű, hogy a különböző tanulmányokban a nehéz légút más és más módon realizálódott. Míg Han és mtsai. az ALS szimulátoron nyelv ödémával szimulálták a nehéz légutat, Min és mtsai kórházi körülmények között végezték méréseiket, ahol a nehéz légutat további olyan külső jegyek alapján ítélték meg, mint a rövid nyak, elhízás, arc trauma [17,20]. Esetünkben a nehéz légutat MILS alkalmazásával értük el. Ennek során a folyamatos mellkaskompressziós mozgás ellenére a fej gyakorlatilag rögzítve volt. Ez szerepet játszhatott abban, hogy hasonló POGO értékeket kaptunk a különböző eszközök esetében. A VT alkalmazásával ugyan nem tudtunk jobb POGO értékeket kimutatni, mint a többi vizsgált eszköznél, de a regisztrált értékek nem is voltak rosszabbak náluk. Lágú vezető alkalmazására ezen szituációba is csak a DL esetében került sor, hisz a többi általunk vizsgálat VL lapoca rendelkező tubusvezetővel. A VT alkalmazása így nem teszi szükségessé további segédeszközök használatát és ezzel csökkentheti az intubációval eltöltött időt. A szövődmények tekintetében fogsérülést egyáltalán nem regisztráltunk, ebben azonban korlátozhatott minket, hogy a vizsgálati szimulátor ez esetben sem volt képes maga jelezni a fogakra gyakorolt nagy nyomást. Olyan vizsgálatok, melyek objektívebben voltak képesek a fogsérülést mérni, nehéz légút esetében is kevesebb ilyen jellegű sérülést regisztráltak VL alkalmazásával, mint DL esetén [80,141]. Más hasonló nehéz légúti szituációt vizsgáló tanulmányhoz hasonlóan, nyelvcső intubációt csak a DL esetében regisztráltunk [19,20] Ennek oka lehet a már korábban tárgyalt videó kontrollon túl, hogy a manuális in-line rögzítés mellett

a fej kisebb mozgása nem nehezítette tovább az orientációhoz szükséges viszonyokat. Az eszközök használatának fizikai és technikai nehézségében ugyan nem találtunk szignifikáns különbséget, de a résztvevők szubjektív megítélése alapján a DL alkalmazását összességében nehezebbnek találták, mint a VL-ekét. A vizsgált eszközök közül a VT bizonyult a legkönnyebben alkalmazhatónak. Valószínűleg ebben az esetben is érvényesül, hogy a korábbi tapasztalattal nem rendelkezők a VL-eket könnyebben használhatónak találják még nehéz légúti körülmények között is [133]. Ismételt felhasználási hajlandóságot tekintve a VT esetében ugyan nem szignifikáns mértékben, de nagyobb hajlandóságot mutattak a résztvevők, mint a többi vizsgált eszköz esetében. Ennek hátterében az általuk megítélt könnyű fizikai és technikai alkalmazhatóság állhatott.

7. Következtetés

Eredményeink és az irodalmi adatok összevetéséből jól látható, hogy a VL-ekről, mint összefoglaló csoportról nem lehet egyöntetűen véleményt mondani arra vonatkozóan, hogy mely tekintetben jelent előnyt a DL-hez képest, függetlenül a felhasználó gyakorlati tapasztalatától. Igaz ez akkor is, ha csak a VL-ek egy kisebb csoportját vizsgáljuk, mint például a tubusvezetővel rendelkező vagy nem rendelkező VL-ek csoportja. Ezért ezeket egyesével kell vizsgálni és az összehasonlítást elvégezni. A VL-ek különböző tulajdonságait mind figyelembe kell venni akkor amikor VL-t választunk. Választásunkat megkönnyítheti, ha ismerjük a nehéz intubáció természetét. Egy csökkent szájnyitási képesség esetén lehet gyors a TIT-je egy eszköznek, ha a szájüregbe való bevezetése nehéz a lapoc kialakítás miatt és ugyanez fordítva is igaz. A légút primér görbületében való eltérés esetén a tubusvezető megnehezítheti a sikeres ETI-t. Mindegyik VL konstrukciónak megvan a maga előnye és hátránya, valamint a felhasználási területe, ahol előnyben részesülhet más VL-lel szemben. Történtek vizsgálatok és összefoglaló tanulmányok, amelyek segíthetnek a célnak megfelelő VL kiválasztását [1,27,29,30]. A VL-ek kínálata a kereskedelmi forgalomban folyamatosan bővül. Az új eszközöket pedig nem lehet beskatulyázni, így mindegyik esetében szükség van összehasonlító, feltáró vizsgálatokra. Az általunk górcső alá vett VT-re vonatkozóan nagyon kevés irodalmi adat található, de vizsgálatunk biztató eredményeket talált, hisz alkalmazásával szignifikánsan jobb FPSR, LT, TIT, IT és POGO érhető el a DL-hez képest MILS-sel szimulált nehéz légút esetében és folyamatos mellkaskompressziók során sem rosszabbak az eredményei, mint a DL-nek sem normál, sem pedig nehéz légút esetében. A mért LT és a felhasználók pozitív értékelése

pedig minden scenárióban kiemelendő a VT esetén. Ezen adatokra támaszkodva a jövőben érdemes lehet a klinikai vizsgálatok irányába való további tanulmányok elvégzése is, feltárandó azon területeket, ahol a VT használata előnyt jelenthet mind a betegek, mind pedig a felhasználó számára.

8. Tézisek

8.1. VividTrac® videolaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron végzett, nehéz légúti intubáció során kezdő felhasználók körében

8.1.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el nehéz légút esetén.

Vizsgálatunk során nehéz légúti szituációban a VT használata során sikerült igazolnunk, hogy alkalmazásával jobb FPSR érhető el, mint a DL-lel, az ID-vel vagy a kereskedelmi forgalomban elérhető többi VL-lel.

8.1.2. Másodlagos célkitűzés

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ok és a DL-hoz képest.

- Nehéz légúti szituációban sikerült kimutatni, hogy a VT alkalmazása mellett érhető el a legmagasabb FPSR a többi vizsgált eszközhöz képest.

- Igazoltuk, hogy a VT alkalmazásával érhető el a leggyorsabb LT és IT, valamint a TIT tekintetében is kimagasló eredményt nyújtott az összes többi vizsgált eszközhöz képest.

- A VT alkalmazásával jobb POGO értéket sikerült mérnünk, mint a DL és ID használata esetén, ugyanakkor a többi kereskedelmi forgalomban elérhető VL-hez képest sem volt szignifikánsan rosszabb az eszközzel elérhető POGO érték.

- Igazoltuk, hogy VT a DL-hez és ID-hez képest könnyebben használható a kezdő felhasználók számára és hasonlóan könnyűnek találták mind technikai, mind fizikai értelemben, mint a többi kereskedelmi forgalomban elérhető VL-t. Ezáltal magas újrahasználati hajlandóságot sikerült kimutatnunk a VT esetében a nehéz légúti környezetben.

- Igazoltuk, hogy a VT alkalmazásához sem volt szükség merev vagy lágy vezető használatára a sikeres intubációhoz, hasonlóan, mint a többi tubusvezetős lapoccal rendelkező eszköznél.

- Kimutattuk, hogy a VT alkalmazásával nem fordul elő magasabb arányban fogsérülés a többi vizsgált eszközhöz képest, valamint az ID-vel összevetve szignifikánsan alacsonyabb szövődmény rátát találtunk e tekintetben. A VT alkalmazása során sem regisztráltunk nyelőcső intubációt.

8.2. VividTrac[®] videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos mellkaskompresszió alatt végzett normál légúti intubáció során, kezdő felhasználók körében

8.2.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el szimulált körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett végzett ETI kapcsán normál légúti szituációban.

A folyamatos mellkaskompressziók mellett végzett intubáció során a VT esetében regisztráltuk a legmagasabb FPSR-t normál légút esetén a többi eszközhöz képest. A DL-lel azonos mértékű sikerarányt tudtunk kimutatni az első kísérletből származó ETI kapcsán.

8.2.2. Másodlagos célkitűzés

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ek és a DL-hez képest.

- Kimutattuk, hogy a VT alkalmazásával folyamatos mellkaskompressziók mellett sem fordult elő sikertelen intubáció normál légút esetén.
- A TIT és így az IT tekintetében nem sikerült kimutatni a VT előnyét a másik vizsgált kereskedelmi forgalomban kapható VL-hez képest, ugyanakkor a leggyorsabb LT-t a VT esetében mértük. A gold standardként szolgáló DL-hez képest pedig nem mutatott rosszabb eredményt egyik fenti idő tekintetében sem.
- Igazoltuk, hogy a VT alkalmazásával elérhető POGO érték számottevően nem rosszabb egyik vizsgált eszközhöz képest sem.
- A fenti szcenárióban is sikerült kimutatnunk, hogy a kezdő felhasználók mind technikai mind fizikai értelemben könnyűnek ítélték a VT használatát és szívesebben használnák újra hasonló szituációban, mint a KV-t.
- Lágy vezető használatára a másik vizsgált tubusvezetős lapoccal rendelkező VL-hoz hasonlóan nem volt szükség.
- A szövődmények tekintetében igazoltuk, hogy a VT alkalmazásával nincs kimagasló számú fogsérülés és nyelőcső intubáció, szemben a DL-lel, mely esetében szignifikánsan több nyelőcső intubációt regisztráltunk, mint a vizsgált VL-ek esetében.

8.3. VividTrac® videólaringoszkóp összehasonlító vizsgálata szimulátoron, folyamatos mellkaskompresszió alatt végzett nehéz légúti intubáció során, kezdő felhasználók körében

8.3.1. Elsődleges célkitűzés

Elsődleges célunk az volt, hogy a bizonyítsuk, a VT kezdő felhasználók körében való alkalmazásával jobb vagy legalább szignifikánsan nem rosszabb FPSR érhető el szimulált körülmények között, folyamatos mellkaskompressziók mellett végzett ETI kapcsán nehéz légúti szituációban.

A VT nehéz légút fennálltakor sem mutatott szignifikánsan rosszabb eredményt a többi vizsgált eszközhöz képest a FPSR tekintetében. A DL-lel azonos mértékű sikerarányt tudunk kimutatni az első kísérletből származó ETI kapcsán.

8.3.2. Másodlagos célkitűzés

Feltételeztük, hogy a VT alkalmazásával jobb, de legalább szignifikánsan nem rosszabb eredmény érhető el a másodlagos végpontok tekintetében is a vizsgálatba bevont VL-ek és a DL-hoz képest.

- Összehasonlítva a többi vizsgált eszközzel, kimutattuk, hogy a VT alkalmazása esetében sem fordult elő sikertelen ETI.

- Igazoltuk, hogy a VT alkalmazásával jobb IT és szignifikánsan gyorsabb LT érhető el, mint a többi vizsgált eszköz esetében. A TIT tekintetében pedig nem volt szignifikánsan lassabb a másik vizsgált VL-hez képest.

- Kimutattuk, hogy a VT-vel elérhető POGO érték nem volt szignifikánsan rosszabb a vizsgált kereskedelmi forgalomban elérhető VL-hoz képest és azonos minőségű feltárhatóság érhető el vele, mint a DL-lel.

- Ezesetben is elmondható, hogy a felhasználók a VT-t értékelték a legkönnyebben használható eszköznek minden vizsgált szempont alapján és ezt az eszközt alkalmaznák a legszívesebben újra egy hasonló szituációban a többi vizsgált eszközhöz képest.

- Igazoltuk, hogy a VT alkalmazásával nem magasabb a szövődmény ráta, mint a többi vizsgált eszköznél. Hasonlóan a KV-hoz, fogsérülést és nyelőcső intubációt a VT alkalmazása során sem regisztráltunk, szemben a DL-lel, mely esetében a nyelőcső intubáció előfordulása szignifikánsan magasabb volt, mint a VT esetében.

9. Irodalomjegyzék

1. Paolini J-B, Donati F, Drolet P. Review article: video-laryngoscopy: another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Can J Anaesth.* 2013;60: 184–91. doi:10.1007/s12630-012-9859-5
2. Pieters BM, Eindhoven GB, Acott C, Van Zundert AAJ. Pioneers of Laryngoscopy: Indirect, Direct and Video Laryngoscopy. *Anaesth Intensive Care.* 2015;43: 4–11. doi:10.1177/0310057X150430S103
3. Greenland KB. A proposed model for direct laryngoscopy and tracheal intubation. *Anaesthesia.* 2008;63: 156–161. doi:10.1111/j.1365-2044.2007.05326.x
4. Buis ML, Maissan IM, Hoeks SE, Klimek M, Stolker RJ. Defining the learning curve for endotracheal intubation using direct laryngoscopy: A systematic review. *Resuscitation.* 2016;99: 63–71. doi:10.1016/j.resuscitation.2015.11.005
5. Pieters BMA, Wilbers NER, Huijzer M, Winkens B, van Zundert AAJ. Comparison of seven videolaryngoscopes with the Macintosh laryngoscope in manikins by experienced and novice personnel. *Anaesthesia.* 2016;71: 556–564. doi:10.1111/anae.13413
6. Rendeki S, Keresztes D, Woth G, Mérei, Rozanovic M, Rendeki M, et al. Comparison of VividTrac®, Airtraq®, King Vision®, Macintosh Laryngoscope and a Custom-Made Videolaryngoscope for difficult and normal airways in mannequins by novices. *BMC Anesthesiol.* 2017;17. doi:10.1186/s12871-017-0362-y
7. Cook TM, Woodall N, Harper J, Benger J. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 2: intensive care and emergency departments †. *Br J Anaesth.* 2011;106: 632–642. doi:10.1093/bja/aer059
8. van Schuppen H, Boomars R, Kooij FO, den Tex P, Koster RW, Hollmann MW. Optimizing airway management and ventilation during prehospital advanced life support in out-of-hospital cardiac arrest: A narrative review. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2021;35: 67–82. doi:10.1016/j.bpa.2020.11.003

9. Perkins GD, Gräsner J-T, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021;161: 1–60. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.003
10. Kulkarni AP, Singh Y, Garg H, Jha S. Cardiopulmonary Resuscitation during COVID-19 Pandemic: Outcomes, Risks, and Protective Strategies for the Healthcare Workers and Ethical Considerations. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24: 868–872. doi:10.5005/jp-journals-10071-23544
11. Zaouter C, Calderon J, Hemmerling TM. Videolaryngoscopy as a new standard of care. *Br J Anaesth*. 2015;114: 181–183. doi:10.1093/bja/aeu266
12. Pott LM, Murray WB. Review of video laryngoscopy and rigid fiberoptic laryngoscopy. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21: 750–758. doi:10.1097/ACO.0b013e3283184227
13. Maharaj CH, McDonnell JG, Harte BH, Laffey JG. A comparison of direct and indirect laryngoscopes and the ILMA in novice users: a manikin study. *Anaesthesia*. 2007;62: 1161–1166. doi:10.1111/j.1365-2044.2007.05216.x
14. Pantazopoulos I, Kolonia K, Laou E, Mermiri M, Tsolaki V, Koutsovasilis A, et al. Video Laryngoscopy Improves Intubation Times With Level C Personal Protective Equipment in Novice Physicians: A Randomized Cross-Over Manikin Study. *J Emerg Med*. 2021;60: 764–771. doi:10.1016/j.jemermed.2021.01.001
15. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2018;120: 712–724. doi:10.1016/j.bja.2017.12.041
16. Lee DH, Han M, An JY, Jung JY, Koh Y, Lim C-M, et al. Video laryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation during in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2015;89: 195–199. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.11.030
17. Han SK, Shin DH, Choi PC. Utility of the Pentax-AWS® without interruption of chest compression: Comparison of the Macintosh laryngoscope with the Pentax-AWS® in

- manikin model. *Resuscitation*. 2010;81: 69–73. doi:10.1016/j.resuscitation.2009.09.031
18. Park SO, Kim JW, Na JH, Lee KH, Lee KR, Hong DY, et al. Video laryngoscopy improves the first-attempt success in endotracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation among novice physicians. *Resuscitation*. 2015;89: 188–194. doi:10.1016/j.resuscitation.2014.12.010
 19. Koyama J, Iwashita T, Okamoto K. Comparison of three types of laryngoscope for tracheal intubation during rhythmic chest compressions: A manikin study. *Resuscitation*. 2010;81: 1172–1174. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.05.020
 20. Min BC, Park JE, Lee GT, Kim TR, Yoon H, Cha WC, et al. C-MAC Video Laryngoscope versus Conventional Direct Laryngoscopy for Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation. *Medicina (B Aires)*. 2019;55: 225. doi:10.3390/medicina55060225
 21. Lewis SR, Butler AR, Parker J, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. doi:10.1002/14651858.CD011136.pub2
 22. Savoldelli GL, Schiffer E, Abegg C, Baeriswyl V, Clergue F, Waeber JL. Comparison of the Glidescope ® , the McGrath ® , the Airtraq ® and the Macintosh laryngoscopes in simulated difficult airways*. *Anaesthesia*. 2008;63: 1358–1364. doi:10.1111/j.1365-2044.2008.05653.x
 23. Cook TM, El-Boghdady K, McGuire B, McNarry AF, Patel A, Higgs A. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID -19. *Anaesthesia*. 2020;75: 785–799. doi:10.1111/anae.15054
 24. Maslanka M, Smereka J, Czyzewski L, Ladny JR, Dabrowski M, Szarpak L. Vie scope® laryngoscope versus Macintosh laryngoscope with personal protective equipment during intubation of COVID-19 resuscitation patient. *Am J Emerg Med*. 2021;46: 788–789. doi:10.1016/j.ajem.2020.08.085
 25. Szarpak L, Peacock FW, Rafique Z, Ladny JR, Nadolny K, Malysz M, et al. Comparison

- of Vie Scope® and Macintosh laryngoscopes for intubation during resuscitation by paramedics wearing personal protective equipment. *Am J Emerg Med.* 2022;53: 122–126. doi:10.1016/j.ajem.2021.12.069
26. Kim JW, Park SO, Lee KR, Hong DY, Baek KJ, Lee YH, et al. Video laryngoscopy vs. direct laryngoscopy: Which should be chosen for endotracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation? A prospective randomized controlled study of experienced intubators. *Resuscitation.* 2016;105: 196–202. doi:10.1016/j.resuscitation.2016.04.003
 27. Greenland KB, Segal R, Acott C, Edwards MJ, Teoh WHL, Bradley WPL. Observations on the Assessment and Optimal Use of Videolaryngoscopes. *Anaesth Intensive Care.* 2012;40: 622–630. doi:10.1177/0310057X1204000407
 28. de Carvalho CC, da Silva DM, Lemos VM, dos Santos TGB, Agra IC, Pinto GM, et al. Videolaryngoscopy vs. direct Macintosh laryngoscopy in tracheal intubation in adults: a ranking systematic review and network meta-analysis. *Anaesthesia.* 2022;77: 326–338. doi:10.1111/anae.15626
 29. Cierniak M, Timler D, Wiczorek A, Sekalski P, Borkowska N, Gaszynski T. The comparison of the technical parameters in endotracheal intubation devices: the Cmac, the Vividtrac, the McGrath Mac and the Kingvision. *J Clin Monit Comput.* 2016;30: 379–387. doi:10.1007/s10877-015-9727-2
 30. Hurford WE. The video revolution: a new view of laryngoscopy. *Respir Care.* 2010;55: 1036–45. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20667151>
 31. Jahn A, Blitzer A. A short history of laryngoscopy. *Logop Phoniatr Vocology.* 1996;21: 181–185. doi:10.3109/14015439609098887
 32. HIRSCH NP, SMITH GB, HIRSCH PO. Alfred Kirstein. *Anaesthesia.* 1986;41: 42–45. doi:10.1111/j.1365-2044.1986.tb12702.x
 33. Greenland KB, Eley V, Edwards MJ, Allen P, Irwin MG. The Origins of the Sniffing Position and the Three Axes Alignment Theory for Direct Laryngoscopy. *Anaesth*

- Intensive Care. 2008;36: 23–27. doi:10.1177/0310057X0803601s05
34. SCOTT J, BAKER PA. How did the Macintosh laryngoscope become so popular? *Pediatr Anesth.* 2009;19: 24–29. doi:10.1111/j.1460-9592.2009.03026.x
 35. Channa A. Video laryngoscopes. *Saudi J Anaesth.* 2011;5: 357. doi:10.4103/1658-354X.87262
 36. Suzuki A, Toyama Y, Katsumi N, Kunisawa T, Sasaki R, Hirota K, et al. The Pentax-AWS ® rigid indirect video laryngoscope: clinical assessment of performance in 320 cases*. *Anaesthesia.* 2008;63: 641–647. doi:10.1111/j.1365-2044.2008.05452.x
 37. Szarpak L. Laryngoscopes for difficult airway scenarios: a comparison of the available devices. *Expert Rev Med Devices.* 2018;15: 631–643. doi:10.1080/17434440.2018.1511423
 38. King Vision® a Blade videolaryngoscope. Available: https://www.ambu.com/Admin/Public/Download.aspx?file=Files%2FFiles%2FDownloads%2FAmbu+com%2FAirwayManagement%2FVideo_Laryngoscopes%2FKing+Vision+aBlade+Video+Laryngoscope%2FBrochures%2FKing-Vision-brochure_10374_En_Spread.pdf
 39. Baciarello M, Zasa M, Manferdini ME, Tosi M, Berti M, Fanelli G. The learning curve for laryngoscopy: Airtraq versus Macintosh laryngoscopes. *J Anesth.* 2012;26: 516–524. doi:10.1007/s00540-012-1351-4
 40. Latif RK, Akca O. Simulation based training of airway management with Macintosh blade and Glidescope video laryngoscope. *Minerva Anesthesiol.* 2011;77: 1–3. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21273961>
 41. Maharaj CH, Costello J, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Retention of tracheal intubation skills by novice personnel: a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia.* 2007;62: 272–278. doi:10.1111/j.1365-2044.2007.04938.x
 42. Griesdale DEG, Liu D, McKinney J, Choi PT. Glidescope® video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis.

- Can J Anesth Can d'anesthésie. 2012;59: 41–52. doi:10.1007/s12630-011-9620-5
43. Sakles JC, Javedani PP, Chase E, Garst-Orozco J, Guillen-Rodriguez JM, Stolz U. The Use of a Video Laryngoscope by Emergency Medicine Residents Is Associated With a Reduction in Esophageal Intubations in the Emergency Department. Yarris L, editor. *Acad Emerg Med*. 2015;22: 700–707. doi:10.1111/acem.12674
 44. Mulcaster JT, Mills J, Hung OR, MacQuarrie K, Law JA, Pytka S, et al. Laryngoscopic Intubation. *Anesthesiology*. 2003;98: 23–27. doi:10.1097/00000542-200301000-00007
 45. Wetsch WA, Spelten O, Hellmich M, Carlitscheck M, Padosch SA, Lier H, et al. Comparison of different video laryngoscopes for emergency intubation in a standardized airway manikin with immobilized cervical spine by experienced anaesthetists. A randomized, controlled crossover trial. *Resuscitation*. 2012;83: 740–745. doi:10.1016/j.resuscitation.2011.11.024
 46. Griesdale DEG, Chau A, Isac G, Ayas N, Foster D, Irwin C, et al. Video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy in critically ill patients: a pilot randomized trial. *Can J Anesth Can d'anesthésie*. 2012;59: 1032–1039. doi:10.1007/s12630-012-9775-8
 47. Mihara R, Komazawa N, Matsunami S, Minami T. Comparison of Direct and Indirect Laryngoscopes in Vomitus and Hematemesis Settings: A Randomized Simulation Trial. *Biomed Res Int*. 2015;2015: 1–6. doi:10.1155/2015/806243
 48. Arima T, Nagata O, Miura T, Ikeda K, Mizushima T, Takahashi A, et al. Comparative analysis of airway scope and Macintosh laryngoscope for intubation primarily for cardiac arrest in prehospital setting. *Am J Emerg Med*. 2014;32: 40–43. doi:10.1016/j.ajem.2013.09.026
 49. Nagy B, Rendeki S. A national survey of videolaryngoscopes and alternative intubation devices in Hungary. El-Tahan MR, editor. *PLoS One*. 2019;14: e0223645. doi:10.1371/journal.pone.0223645
 50. Raymondos K, Seidel T, Sander B, Gerdes A, Goetz F, Helmstädter V, et al. The intubation scoop (i-scoop) - a new type of laryngoscope for difficult and normal airways.

Anaesthesia. 2014;69: 990–1001. doi:10.1111/anae.12754

51. Paik H, Park H-P. Randomized crossover trial comparing cervical spine motion during tracheal intubation with a Macintosh laryngoscope versus a C-MAC D-blade videolaryngoscope in a simulated immobilized cervical spine. *BMC Anesthesiol.* 2020;20: 201. doi:10.1186/s12871-020-01118-3
52. Turkstra TP, Pelz DM, Jones PM. Cervical Spine Motion. *Anesthesiology.* 2009;111: 97–101. doi:10.1097/ALN.0b013e3181a8649f
53. Kleine-Brueggeney M, Greif R, Schoettker P, Savoldelli GL, Nabecker S, Theiler LG. Evaluation of six videolaryngoscopes in 720 patients with a simulated difficult airway: a multicentre randomized controlled trial. *Br J Anaesth.* 2016;116: 670–679. doi:10.1093/bja/aew058
54. Nisanth N, Ali Q, Amir S. Split Type Postman videolaryngoscope: The newer device versus the standard Macintosh laryngoscope in simulated difficult airway – A new hope for difficult intubation scenarios. *Indian J Anaesth.* 2022;66: 193. doi:10.4103/ija.ija_1028_21
55. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth.* 2018;120: 323–352. doi:10.1016/j.bja.2017.10.021
56. Wetsch WA, Carlitscheck M, Spelten O, Teschendorf P, Hellmich M, Genzwürker H V., et al. Success rates and endotracheal tube insertion times of experienced emergency physicians using five video laryngoscopes. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28: 849–858. doi:10.1097/EJA.0b013e32834c7c7f
57. Eismann H, Sieg L, Etti N, Friedrich L, Schröter C, Mommsen P, et al. Improved success rates using videolaryngoscopy in unexperienced users: a randomized crossover study in airway manikins. *Eur J Med Res.* 2017;22: 27. doi:10.1186/s40001-017-0268-7
58. Airtraq guided video intubation. Available: https://airtraq.com/download/Airtraq_Brochure_Jun2017.pdf

59. Szarpak L. Laryngoscopes for difficult airway scenarios: a comparison of the available devices. *Expert Rev Med Devices.* 2018;15: 631–643. doi:10.1080/17434440.2018.1511423
60. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* 2022;136: 31–81. doi:10.1097/ALN.0000000000004002
61. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, Blitt CD, Connis RT, Nickinovich DG, et al. Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* 2013;118: 251–270. doi:10.1097/ALN.0b013e31827773b2
62. Karalapillai D, Darvall J, Mandeville J, Ellard L, Graham J, Weinberg L. A review of video laryngoscopes relevant to the intensive care unit. *Indian J Crit Care Med.* 2014;18: 442–452. doi:10.4103/0972-5229.136073
63. Mort TC. Emergency Tracheal Intubation: Complications Associated with Repeated Laryngoscopic Attempts. *Anesth Analg.* 2004; 607–613. doi:10.1213/01.ANE.0000122825.04923.15
64. Mallampati SR, Gatt SP, Gugino LD, Desai SP, Waraksa B, Freiburger D, et al. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation; a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* 1985;32: 429–434. doi:10.1007/BF03011357
65. Murphy M, Walls R. *Manual of Emergency Airway Management.* 4th ed. Philadelphia; 2008.
66. Yuk M, Yeo W, Lee K, Ko J, Park T. Cervical collar makes difficult airway: a simulation study using the LEMON criteria. *Clin Exp Emerg Med.* 2018;5: 22–28. doi:10.15441/ceem.16.185
67. Adnet F, Borron SW, Racine SX, Clemessy J-L, Fournier J-L, Plaisance P, et al. The Intubation Difficulty Scale (IDS). *Anesthesiology.* 1997;87: 1290–1297. doi:10.1097/00000542-199712000-00005

68. Greenland KB. Airway Assessment Based on a three Column Model of Direct Laryngoscopy. *Anaesth Intensive Care.* 2010;38: 14–19. doi:10.1177/0310057X1003800104
69. Serocki G, Neumann T, Scharf E, Dörge V, Cavus E. Indirect videolaryngoscopy with C-MAC D-Blade and GlideScope: a randomized, controlled comparison in patients with suspected difficult airways. *Minerva Anesthesiol.* 2013;79: 121–9. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23032922>
70. Malik MA, Subramaniam R, Maharaj CH, Harte BH, Laffey JG. Randomized controlled trial of the Pentax AWS®, Glidescope®, and Macintosh laryngoscopes in predicted difficult intubation. *Br J Anaesth.* 2009;103: 761–768. doi:10.1093/bja/aep266
71. Markham TH, Nwokolo OO, Guzman-Reyes S, Medina-Rivera G, Gumbert SD, Cai C, et al. A comparison of the king vision® and glidescope® video intubation systems in patients at risk for difficult intubation. *Trends Anaesth Crit Care.* 2019;28: 27–35. doi:10.1016/j.tacc.2019.07.001
72. Ruetzler K, Szarpak L, Smereka J, Dabrowski M, Bialka S, Mosteller L, et al. Comparison of Direct and Video Laryngoscopes during Different Airway Scenarios Performed by Experienced Paramedics: A Randomized Cross-Over Manikin Study. *Biomed Res Int.* 2020;2020: 1–8. doi:10.1155/2020/5382739
73. Sohrabi C, Alsafi Z, O’Neill N, Khan M, Kerwan A, Al-Jabir A, et al. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Int J Surg.* 2020;76: 71–76. doi:10.1016/j.ijssu.2020.02.034
74. Gao W, Sanna M, Tsai MK, Wen CP. Geo-temporal distribution of 1,688 Chinese healthcare workers infected with COVID-19 in severe conditions—A secondary data analysis. *Samy AM, editor. PLoS One.* 2020;15: e0233255. doi:10.1371/journal.pone.0233255
75. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Available: <https://covid19.who.int/>
76. Wang W, Xu Y, Gao R, Lu R, Han K, Wu G, et al. Detection of SARS-CoV-2 in

Different Types of Clinical Specimens. *JAMA*. 2020. doi:10.1001/jama.2020.3786

77. Klompas M, Milton DK, Rhee C, Baker MA, Leekha S. Current Insights Into Respiratory Virus Transmission and Potential Implications for Infection Control Programs. *Ann Intern Med*. 2021;174: 1710–1718. doi:10.7326/M21-2780
78. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020;382: 1564–1567. doi:10.1056/NEJMc2004973
79. Yun BJ, Brown CA, Grazioso CJ, Pozner CN, Raja AS. Comparison of Video, Optical, and Direct Laryngoscopy by Experienced Tactical Paramedics. *Prehospital Emerg Care*. 2014;18: 442–445. doi:10.3109/10903127.2013.864356
80. Shin DH, Choi PC, Na JU, Cho JH, Han SK. Utility of the Pentax-AWS in performing tracheal intubation while wearing chemical, biological, radiation and nuclear personal protective equipment: a randomised crossover trial using a manikin. *Emerg Med J*. 2013;30: 527–531. doi:10.1136/emered-2012-201463
81. Gadek L, Szarpak L, Konge L, Dabrowski M, Telecka-Gadek D, Maslanka M, et al. Direct vs. Video-Laryngoscopy for Intubation by Paramedics of Simulated COVID-19 Patients under Cardiopulmonary Resuscitation: A Randomized Crossover Trial. *J Clin Med*. 2021;10: 5740. doi:10.3390/jcm10245740
82. Akihisa Y, Maruyama K, Koyama Y, Yamada R, Ogura A, Andoh T. Comparison of intubation performance between the King Vision and Macintosh laryngoscopes in novice personnel: a randomized, crossover manikin study. *J Anesth*. 2014;28: 51–57. doi:10.1007/s00540-013-1666-9
83. Mark Honigbaum. The pandemic Century: A history of global contagious from Spanish flu to COVID 19. *Malay Orthoph J*. 2020;14: 109.
84. Newell C, Grier S, Soar J. Airway and ventilation management during cardiopulmonary resuscitation and after successful resuscitation. *Crit Care*. 2018;22: 190. doi:10.1186/s13054-018-2121-y

85. Schuerner P, Grande B, Piegeler T, Schlaepfer M, Saager L, Hutcherson MT, et al. Hands-Off Time for Endotracheal Intubation during CPR Is Not Altered by the Use of the C-MAC Video-Laryngoscope Compared to Conventional Direct Laryngoscopy. A Randomized Crossover Manikin Study. Lazzeri C, editor. *PLoS One*. 2016;11: e0155997. doi:10.1371/journal.pone.0155997
86. Shin DH, Choi PC, Han SK. Tracheal intubation during chest compressions using Pentax-AWS®, GlideScope®, and Macintosh laryngoscope: a randomized crossover trial using a mannequin. *Can J Anesth Can d'anesthésie*. 2011;58: 733–739. doi:10.1007/s12630-011-9524-4
87. Okada D, Komasaawa N, Fujiwara S, Minami T. Comparison of tube-guided and guideless videolaryngoscope for tracheal intubation during chest compression in a manikin: a randomized crossover trial. *J Anesth*. 2015;29: 331–337. doi:10.1007/s00540-014-1936-1
88. Cox L, Tebbett A. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation of cardiac arrest patients in hospital: A systematic literature review. *Resusc Plus*. 2022;11: 100297. doi:10.1016/j.resplu.2022.100297
89. Kim Y-M, Kim J-H, Kang H-G, Chung HS, Yim H-W, Jeong S-H. Tracheal intubation using Macintosh and 2 video laryngoscopes with and without chest compressions. *Am J Emerg Med*. 2011;29: 682–686. doi:10.1016/j.ajem.2010.02.014
90. Komasaawa N, Fujiwara S, Mihara R, Minami T. Comparison of McGrath and Pentax-AWS Airwayscope for tracheal intubation by anaesthesiologists during chest compression in a manikin. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32: 442–443. doi:10.1097/EJA.000000000000185
91. Resuscitation Council UK. Guidance: COVID-19. 2022. Available: <https://www.resus.org.uk/library/additional-guidance/guidance-covid-19>
92. Edelson DP, Sasson C, Chan PS, Atkins DL, Aziz K, Becker LB, et al. Interim Guidance for Basic and Advanced Life Support in Adults, Children, and Neonates With Suspected or Confirmed COVID-19. *Circulation*. 2020;141.

doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047463

93. Bogár PZ, Tóth L, Rendeki S, Mátyus L, Németh N, Boros M, et al. Az egészségügyi szimulációs oktatás jelene és jövője Magyarországon. *Orv Hetil.* 2020;161: 1078–1087. doi:10.1556/650.2020.31761
94. Hall RE. Human Patient Simulation Is Effective for Teaching Paramedic Students Endotracheal Intubation. *Acad Emerg Med.* 2005;12: 850–855. doi:10.1197/j.aem.2005.04.007
95. Bugaj TJ, Nikendei C. Practical Clinical Training in Skills Labs: Theory and Practice. *GMS J Med Educ.* 2016;33: Doc63. doi:10.3205/zma001062
96. Shah RT, Makaryus MR, Kumar R, Singas E, Mayo PH. Simulation Training for Critical Care Airway Management. *Chest.* 2020;158: 272–278. doi:10.1016/j.chest.2020.01.047
97. Klock PA. Airway Simulators and Mannequins. *Anesthesiology.* 2012;116: 1179–1180. doi:10.1097/ALN.0b013e318254d0b2
98. Groscurth P, Eggli P, Kapfhammer J, Rager G, Hornung J-P, Fasel JDH. Gross anatomy in the surgical curriculum in Switzerland: Improved cadaver preservation, anatomical models, and course development. *Anat Rec.* 2001;265: 254–256. doi:10.1002/ar.10030
99. László CJ, Szűcs Z, Nemeskéri Á, Baksa G, Szuák A, Varga M, et al. Human cadavers preserved using Thiel’s method for the teaching of fiberoptically-guided intubation of the trachea: a laboratory investigation. *Anaesthesia.* 2018;73: 65–70. doi:10.1111/anae.14104
100. Levitan RM, Ochroch EA, Rush S, Shofer FS, Hollander JE. Assessment of Airway Visualization: Validation of the Percentage of Glottic Opening (POGO) Scale. *Acad Emerg Med.* 1998;5: 919–923. doi:10.1111/j.1553-2712.1998.tb02823.x
101. Malik MA, O’Donoghue C, Carney J, Maharaj CH, Harte BH, Laffey JG. Comparison of the Glidescope®, the Pentax AWS®, and the Truview EVO2® with the Macintosh laryngoscope in experienced anaesthetists: a manikin study. *Br J Anaesth.* 2009;102: 128–134. doi:10.1093/bja/aen342

102. Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel: a comparison of the Airtraq[®] and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia*. 2006;61: 671–677. doi:10.1111/j.1365-2044.2006.04653.x
103. Rendeki S, Keresztes D, Woth G, Mérei Á, Rozanovic M, Rendeki M, et al. Comparison of VividTrac[®], Airtraq[®], King Vision[®], Macintosh Laryngoscope and a Custom-Made Videolaryngoscope for difficult and normal airways in mannequins by novices. *BMC Anesthesiol*. 2017;17: 68. doi:10.1186/s12871-017-0362-y
104. Galvagno SM, Nahmias JT, Young DA. Advanced Trauma Life Support[®] Update 2019. *Anesthesiol Clin*. 2019;37: 13–32. doi:10.1016/j.anclin.2018.09.009
105. Decamps P, Grillot N, Le Thuaut A, Brule N, Lejus-Bourdeau C, Reignier J, et al. Comparison of four channelled videolaryngoscopes to Macintosh laryngoscope for simulated intubation of critically ill patients: the randomized MACMAN2 trial. *Ann Intensive Care*. 2021;11: 126. doi:10.1186/s13613-021-00916-3
106. Benjamin FJ, Boon D, French RA. An evaluation of the GlideScope[®], a new video laryngoscope for difficult airways. *Eur J Anaesthesiol*. 2006;23: 517–521. doi:10.1017/S0265021506000147
107. Enomoto Y, Asai T, Arai T, Kamishima K, Okuda Y. Pentax-AWS, a new videolaryngoscope, is more effective than the Macintosh laryngoscope for tracheal intubation in patients with restricted neck movements: a randomized comparative study † †Declaration of interest. Dr Asai has received an honorarium from t. *Br J Anaesth*. 2008;100: 544–548. doi:10.1093/bja/aen002
108. Lim TJ, Lim Y, Liu EHC. Evaluation of ease of intubation with the GlideScope or Macintosh laryngoscope by anaesthetists in simulated easy and difficult laryngoscopy. *Anaesthesia*. 2005;60: 180–183. doi:10.1111/j.1365-2044.2004.04038.x
109. Steffen R, Hischer S, Roten F-M, Huber M, Knapp J. Airway management during ongoing chest compressions—direct vs. video laryngoscopy. A randomised manikin study. Tsima BM, editor. *PLoS One*. 2023;18: e0281186. doi:10.1371/journal.pone.0281186

110. Saoraya J, Musikatavorn K, Sereeyotin J. Low-cost Videolaryngoscope in Response to COVID-19 Pandemic. *West J Emerg Med.* 2020;21: 817–818. doi:10.5811/westjem.2020.5.47831
111. Karippacheril JG, Umesh G, Ramkumar V. Inexpensive video-laryngoscopy guided intubation using a personal computer: initial experience of a novel technique. *J Clin Monit Comput.* 2014;28: 261–264. doi:10.1007/s10877-013-9522-x
112. Cook TM, Kelly FE. A national survey of videolaryngoscopy in the United Kingdom. *Br J Anaesth.* 2017;118: 593–600. doi:10.1093/bja/aex052
113. Knapp J, Eberle B, Bernhard M, Theiler L, Pietsch U, Albrecht R. Analysis of tracheal intubation in out-of-hospital helicopter emergency medicine recorded by video laryngoscopy. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021;29: 49. doi:10.1186/s13049-021-00863-9
114. Wong P, Lim WY. Aligning difficult airway guidelines with the anesthetic COVID-19 guidelines to develop a COVID-19 difficult airway strategy: a narrative review. *J Anesth.* 2020;34: 924–943. doi:10.1007/s00540-020-02819-2
115. Pepper T. Should EMS-Paramedics Perform Pediatric Tracheal Intubation in the Field? *J Emerg Med.* 2009;37: 110. doi:10.1016/j.jemermed.2009.03.008
116. Hodnick R, Zitek T, Galster K, Johnson S, Bledsoe B, Ebbs D. A Comparison of Paramedic First Pass Endotracheal Intubation Success Rate of the VividTrac VT-A 100, GlideScope Ranger, and Direct Laryngoscopy Under Simulated Prehospital Cervical Spinal Immobilization Conditions in a Cadaveric Model. *Prehosp Disaster Med.* 2017;32: 621–624. doi:10.1017/S1049023X17006872
117. Konrad C, Schupfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning Manual Skills in Anesthesiology. *Anesth Analg.* 1998;86: 635–639. doi:10.1097/00000539-199803000-00037
118. O’Flaherty D, Adams AP. Endotracheal intubation skills of medical students. *J R Soc Med.* 1992;85: 603–4. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1433035>

119. Healy DW, Maties O, Hovord D, Kheterpal S. A systematic review of the role of videolaryngoscopy in successful orotracheal intubation. *BMC Anesthesiol.* 2012;12: 32. doi:10.1186/1471-2253-12-32
120. Hirabayashi Y, Seo N. Airtraq optical laryngoscope: tracheal intubation by novice laryngoscopists. *Emerg Med J.* 2009;26: 112–113. doi:10.1136/emj.2008.059659
121. Ali QE, Amir SH, Jamil S, Ahmad S. A comparative evaluation of the Airtraq and King Vision video laryngoscope as an intubating aid in adult patients. *Acta Anaesthesiol Belg.* 2015;66: 81–5. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26767232>
122. Wallace MC, Britton SsT, Meek R, Walsh-Hart S, Carter CTE, Lisco SJ. Comparison of five video-assisted intubation devices by novice and expert laryngoscopists for use in the aeromedical evacuation environment. *Mil Med Res.* 2017;4: 20. doi:10.1186/s40779-017-0129-2
123. Kim Y-M, Kang H-G, Kim J-H, Chung H-S, Yim H-W, Jeong S-H. Direct versus Video Laryngoscopic Intubation by Novice Prehospital Intubators with and without Chest Compressions: A Pilot Manikin Study. *Prehospital Emerg Care.* 2011;15: 98–103. doi:10.3109/10903127.2010.514087
124. Liu EHC, Goy RWL, Tan BH, Asai T. Tracheal intubation with videolaryngoscopes in patients with cervical spine immobilization: a randomized trial of the Airway Scope® and the GlideScope®. *Br J Anaesth.* 2009;103: 446–451. doi:10.1093/bja/aep164
125. Ochroch EA, Hollander JE, Kush S, Shofer FS, Levitan RM. Assessment of laryngeal view: Percentage of glottic opening score vs Cormack and Lehane grading. *Can J Anesth Can d'anesthésie.* 1999;46: 987–990. doi:10.1007/BF03013137
126. Anaid Huitrón M, José Manuel Athié G, Vicente Adalberto Martínez R. Tiempo de intubación entre videolaringoscopios: King Vision vs Vivid Trac. Estudio comparativo. *ACTA MÉDICA Grup ÁNGELES.* 2016;18: 131–135.
127. Kory P, Guevarra K, Mathew JP, Hegde A, Mayo PH. The Impact of Video Laryngoscopy Use During Urgent Endotracheal Intubation in the Critically Ill. *Anesth*

Analg. 2013;117: 144–149. doi:10.1213/ANE.0b013e3182917f2a

128. Lakticova V, Koenig SJ, Narasimhan M, Mayo PH. Video Laryngoscopy is Associated With Increased First Pass Success and Decreased Rate of Esophageal Intubations During Urgent Endotracheal Intubation in a Medical Intensive Care Unit When Compared to Direct Laryngoscopy. *J Intensive Care Med.* 2015;30: 44–48. doi:10.1177/0885066613492641
129. Silverberg MJ, Li N, Acquah SO, Kory PD. Comparison of Video Laryngoscopy Versus Direct Laryngoscopy During Urgent Endotracheal Intubation. *Crit Care Med.* 2015;43: 636–641. doi:10.1097/CCM.0000000000000751
130. Nasim S, Maharaj CH, Butt I, Malik MA, O’ Donnell J, Higgins BD, et al. Comparison of the Airtraq® and Truview® laryngoscopes to the Macintosh laryngoscope for use by Advanced Paramedics in easy and simulated difficult intubation in manikins. *BMC Emerg Med.* 2009;9: 2. doi:10.1186/1471-227X-9-2
131. Ruetzler K, Imach S, Weiss M, Haas T, Schmidt AR. Vergleich von fünf Videolaryngoskopen und direkter konventioneller Laryngoskopie. *Anaesthesist.* 2015;64: 513–519. doi:10.1007/s00101-015-0051-5
132. Miki T, Inagawa G, Kikuchi T, Koyama Y, Goto T. Evaluation of the Airway Scope, a new video laryngoscope, in tracheal intubation by naive operators: a manikin study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51: 1378–1381. doi:10.1111/j.1399-6576.2007.01450.x
133. Hirabayashi Y. Airway Scope versus Macintosh laryngoscope: a manikin study. *Emerg Med J.* 2007;24: 357–358. doi:10.1136/emj.2006.045013
134. Wang HE, Simeone SJ, Weaver MD, Callaway CW. Interruptions in Cardiopulmonary Resuscitation From Paramedic Endotracheal Intubation. *Ann Emerg Med.* 2009;54: 645-652.e1. doi:10.1016/j.annemergmed.2009.05.024
135. Ramzy M, Montrief T, Gottlieb M, Brady WJ, Singh M, Long B. COVID-19 cardiac arrest management: A review for emergency clinicians. *Am J Emerg Med.* 2020;38: 2693–2702. doi:10.1016/j.ajem.2020.08.011

136. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, Loeb M, Gong MN, Fan E, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med.* 2020;46: 854–887. doi:10.1007/s00134-020-06022-5
137. Song W, Liu Y, Ouyang Y, Chen W, Li M, Xianyu S, et al. Recommendations on cardiopulmonary resuscitation strategy and procedure for novel coronavirus pneumonia. *Resuscitation.* 2020;152: 52–55. doi:10.1016/j.resuscitation.2020.03.023
138. Gaszynska E, Gaszynski T. Endotracheal Intubation Using the Macintosh Laryngoscope or KingVision Video Laryngoscope during Uninterrupted Chest Compression. *Biomed Res Int.* 2014;2014: 1–4. doi:10.1155/2014/250820
139. Saracoglu A, Bezen O, Sengul T, Ugur EH, Sener S, Yuzer F. Does Video Laryngoscopy Offer Advantages over Direct Laryngoscopy during Cardiopulmonary Resuscitation? *Turkish J Anesth Reanim.* 2015;43: 263–268. doi:10.5152/TJAR.2015.52207
140. Murphy DL, Bulger NE, Harrington BM, Skerchak JA, Counts CR, Latimer AJ, et al. Fewer tracheal intubation attempts are associated with improved neurologically intact survival following out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2021;167: 289–296. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.07.001
141. Szarpak L, Madziala A, Czekajlo M, Smereka J, Kaserer A, Dabrowski M, et al. Comparison of the UEScope videolaryngoscope with the Macintosh laryngoscope during simulated cardiopulmonary resuscitation. *Medicine (Baltimore).* 2018;97: e12085. doi:10.1097/MD.00000000000012085
142. Risse J, Volberg C, Kratz T, Plöger B, Jerrentrup A, Pabst D, et al. Comparison of videolaryngoscopy and direct laryngoscopy by German paramedics during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation; an observational prospective study. *BMC Emerg Med.* 2020;20: 22. doi:10.1186/s12873-020-00316-z
143. Hansel J, Rogers AM, Lewis SR, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adults undergoing tracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;2022. doi:10.1002/14651858.CD011136.pub3

144. Biro, Peter, Schlaepfer M. Tracheal intubation with channeled vs. non-channeled videolaryngoscope blades. *Rom J Anaesth Intensive Care*. 2018;25. doi:10.21454/rjaic.7518.252.sch
145. Khandelwal N, Galgon RE, Ali M, Joffe AM. Cardiac arrest is a predictor of difficult tracheal intubation independent of operator experience in hospitalized patients. *BMC Anesthesiol*. 2014;14: 38. doi:10.1186/1471-2253-14-38
146. Cho J, Chung HS, Chung SP, Kim Y-M, Cho YS. Airway scope vs Macintosh laryngoscope during chest compressions on a fresh cadaver model. *Am J Emerg Med*. 2010;28: 741–744. doi:10.1016/j.ajem.2009.06.021
147. Szarpak Ł, Kurowski A, Czyżewski Ł, Madziła M, Truszczyński Z. Comparison of infant intubation through the TruView EVO2, TruView PCD, and Miller laryngoscope by paramedics during simulated infant cardiopulmonary resuscitation: A randomized crossover manikin study. *Am J Emerg Med*. 2015;33: 872–875. doi:10.1016/j.ajem.2015.02.018

10.A szerző publikációi

Értekezéssel kapcsolatos közlemények

Rendeki S., **Keresztes D.**, Woth G., Mérei Á., Rozanovic M., Rendeki M., Farkas J., MühlD., Nagy B.; Comparison of VividTrac®, Airtraq®, King Vision®, Macintosh Laryngoscope and a Custom-Made Videólaryngoscope for difficult and normalairways in mannequins by novices. BMC Anesthesiol. 2017 May 26;17(1):68. doi: 10.1186/s12871-017-0362-y.

Teljes IF: 1,788 a szerzők döntése alapján megosztva: **IF: 0,894**

Keresztes D., Mérei Á., Rozanovic M., Nagy E., Kovács-Ábrahám Z., Oláh J., Maróti P., Rendeki Sz., Nagy B., Woth G.; Comparison of VividTrac, King Vision and Macintosh laryngoscopes in normal and difficult airways during simulated cardiopulmonary resuscitation among novices.

PLoS One 16 : 11 Paper 0260140 , 9 p. (2021)

IF:3,752

Az értekezésben felhasznált közlemények impakt faktora: 4,646

Egyéb közlemények

Nagy B., Szabó I., Csetényi B., Hormay E., Papp S., **Keresztes D.**, Karadi Z. Noradrenaline and acetylcholine responsiveness of glucose-monitoring and glucose insensitive neurons in the mediodorsal prefrontal cortex.

BRAIN RESEARCH 1543 pp. 159-164. , 6 p. (2014)

IF:2,843

Peter Gedei; Szilard Rendeki; Norbert Wiegand; Peter Maroti; Ferenc Jozsef Molnar; Balint Janos Nagy; **Dora Keresztes**; Peter Kiss; Ivett Jonas; Krisztina Szekely; Mark Ughy, Jozsef Farkas: Investigation of the effectiveness of prehospital amputation devices on cadavers.

Injury, Hungarian Supplement (accepted for publication)

IF: 2,5

A szerző publikációinak kumulatív impakt faktora: 9,989

Keresztes, Csontos.: Az extravascularis tüdővíz index szerepe égett betegek szepszisének korai diagnózisában.

Aneszteziológia és Intenzív Terápia 48 : 3 pp.32-35. 4 p. (2018)

Keresztes Dóra, Woth Gábor, Nagy Bálint János, Farkas József, Németh Zsuzsanna, Maróti Péter, Rendeki Máttyás, Rendeki Szilárd: Kárhelyszíni elsősegélynyújtás – A Disaster Medic képzés első tapasztalatai tűzoltók körében

Védelem Tudomány: Katasztrófavédelmi Online Tudományos Folyóirat 2 : 1 pp. 204-216, 13 p (2017)

Referált folyóiratban megjelent összefoglalók

Nagy B., Papp Sz., Takács G., Szalay Cs., Lukáts B., Rábai M., Dimitrios F., **Keresztes D.**, Németh L., Karadi Z. A mediodorsalis prefrontalis kéreg idegsejtjeinek neurokémiai sajátosságai

Acta Physiologica Hungarica 96:108, 2009.

Nagy B., Papp Sz., Takács G., Szalay Cs., **Keresztes D.**, Hideg B., Faragó B., Németh L., Csulak T., Hanna S., Karádi Z. Complex Chemosensitivity of neurons in the mediodorsal prefrontal cortex

Obesitologia Hungarica 10, (S1), p.:42, 2009.

G. Takács, Cs. Szalay, B. Nagy, B. Hideg, T. Csulak, S. Hanna, **D. Keresztes**, B. Faragó, L. Németh, Z. Karádi Pyrogenic but not anorexigenic and adipogenic effects of interleukin-1 beta is mediated by cyclooxygenases in the nucleus accumbens of the rat

Obesitologia Hungarica 10, Suppl. 1; p.:43, 2009.

Nagy B., Papp Sz., Takács G., Szalay Cs., **Keresztes D.**, Hideg B., Faragó B., Németh L., Csulak T., Hanna S. és Karádi Z. Taste responsiveness of glucose-monitoring neurons in the mediodorsal prefrontal cortex Acta Physiologica Hungarica 97, p.: 125, 2010.

Takács G., Szalay Cs., Nagy B., Hideg B., Csulak T., Hanna S., **Keresztes D.**, Faragó B., Németh L. és Karádi Z. Differential mechanisms of the interleukin-1 beta induced homeostatic process in the nucleus accumbens of the rat
Acta Physiologica Hungarica 97, p.: 142, 2010.

Karádi Z., Nagy B., Takács G., Szalay Cs., Papp Sz., Lukats B., Fotakos D., **Keresztes D.**, Hideg B., Faragó B., Lénárd L. Előagyi glukóz-monitorozó idegsejtek a táplálkozás és az anyagcsere központi szabályozásában
Obesitologia Hungarica 11, Suppl. 1; S19, 2010.

Nagy B., Szabó I., Takács G., Szalay Cs., Faragó B., **Keresztes D.**, Fotakos D., Karádi Z. Intragastrikus és intraorális kémiai stimuláció hatása a mediodorsalis prefrontalis kéreg neuronjaira
Acta Physiologica Hungarica 97, p.: 463. 2010.

Takács G., Szalay Cs., Nagy B., Szabó I., Fotakos D., Csulak T., Németh L., **Keresztes D.**, Hanna S., Hideg B., Faragó B., Csulak E., Karádi Z. Íz-percepció változások a limbikus előagyi interleukin-1 β mediálta anorexia hátterében
Acta Physiologica Hungarica 97, p.: 480. 2010.

Z. Karádi, B. Nagy, I. Szabó, D. Fotakos, **D. Keresztes**, B. Hideg, B. Faragó Responsiveness of Forebrain Glucose-Monitoring Neurons to Intraorally and Intragastrially Delivered Monosodium Glutamate
Chem.Senses 36: E10, 2011. doi: 10.1093/chemse/bjq126

Nagy B., Szabó I., Papp Sz., Takács G., Szalay Cs., **Keresztes D.**, Faragó B., Hideg B., Bajnok-Góré M., Karádi Z. Characteristic dopamine sensitivity pattern and chemical information processing of glucose-monitoring neurons in the mediodorsal prefrontal cortex
Acta Physiologica Volume 202, Supplement 684, p.: 85. 2011.

Karádi Z., Nagy B., Szabó I., Szalay Cs., Takács G., **Keresztes D.**, Hideg B., Faragó B., Bajnok-Góré M., Lénárd L. Complex functional attributes of forebrain glucose-monitoring neurons in the maintenance of homeostasis
Acta Physiologica Volume 202, Supplement 684, p.: 49. 2011.

Szabó I., Nagy B., Takács G., Szalay Cs., Papp S., Hideg B., Faragó B., Bajnok-Góré M., **Keresztes D.**, Karádi Z. Glucose-monitoring neurons: endogenous and exogenous chemical sensitivity in the nucleus accumbens
Acta Physiologica Volume 202, Supplement 684, p.: 112. 2011.

Nagy B, Szabó I, **Keresztes D**, Faragó B, Hideg B, Góré MB, Karádi Z. Electrophysiological characteristics of feeding associated mdPFC neurons
Clinical neuroscience (Ideggyógyászati szemle) 65(S1): 47. 2012.

Egyéb konferencia összefoglalók:

Takács G., Papp Sz., Szalay Cs., Nagy B., Hanna S., Dimitrios F., Németh L., Csulak T., Hideg B., Faragó B., **Keresztes D.** and Karádi Z. Interleukin-1beta Mediated Homeostatic Processes in the Nucleus Accumbens of the Rat
12th Meeting of the Hungarian Neuroscience Society, Budapest, 2009.

Nagy B., Papp Sz., Takács G., Szalay Cs., **Keresztes D.**, Németh L., Hideg B., Faragó B., Csulak T., Rábai M. and Karádi Z. Endogenous and Exogenous Chemosensitivity of Neurons in the Mediodorsal Prefrontal Cortex
12th Meeting of the Hungarian Neuroscience Society, Budapest, 2009.

Keresztes D., Németh L., Hideg B., Faragó B., Csulak T., Hanna S., Fotakos D. and Nagy B. Neurochemical attributes and taste responsiveness of neurons in the mediodorsal prefrontal cortex
Young Scientists and Students Conference of ISMA, 2009.

Keresztes Dóra, Németh L., Hideg B., Csulak T., Faragó B. A medidorzális prefrontális kéreg idegsejtjeinek exogén és endogén kémiai érzékenysége
Tudományos Diákköri Konferencia, Pécs, 2009.

Hideg Barnabás, **Keresztes Dóra** Glukóz-monitorozó idegsejtek patkány cinguláris kérgében
Tudományos Diákköri Konferencia, Pécs, 2010 április 15-17.

Nagy B., Takács G., Szalay Cs., Szabó I., **Keresztes D.**, Hideg B., Fotakos D. és Karádi Z. A mediodorzális prefrontális kéreg idegsejtjeinek endogén és exogén kémiai érzékenysége
Biológus doktoranduszok konferenciája Pécs, 2009.

Takács G., Szalay Cs., Nagy B., Fotakos D., **Keresztes D.**, Németh L., Hanna S., Hideg B., Csulak T., Faragó B., Karádi Z. A nucleus accumbensbe adott interleukin-1 beta szerepe a homeosztázis központi szabályozásában
Biológus doktoranduszok konferenciája Pécs, 2009.

Nagy B., Szabó I., Takács G., Szalay Cs., **Keresztes D.**, Hideg B., Fotakos D., Faragó B., Karádi Z. Neurochemical attributes and taste responsiveness of neurons in the mediodorsal prefrontal cortex
IBRO International Workshop Pécs, 2010.

Takács G., Szalay Cs., Nagy B., Fotakos D., Szabó I., **Keresztes D.**, Németh L., Hanna S., Csulak T., Hideg B., Faragó B., Karádi Z. Feeding and taste perception alterations after IL-1 beta microinjection into the nucleus accumbens
IBRO International Workshop Pécs, 2010.

Nagy, B., Szabó, I., Takács, G., Szalay, Cs., **Keresztes, D.**, Hideg, B., Fotakos, D., Faragó, B. And Karádi, Z. Mediodorsal prefrontal cortex glucose-monitoring neurons change in activity in response to intraorally and intragastrically delivered chemical stimuli
7th FENS Forum of European Neuroscience. Abstract, 144.5, p.: 195. Amsterdam, 2010.

Takacs G, Szalay C, Nagy B, Fotakos D, Szabó I, **Keresztes D**, Németh L, Hanna S, Csulak T, Hideg B, Faragó B, Karádi Z Involvement of interleukin-1beta in the control of feeding and taste perception in the nucleus accumbens
7th FENS Forum of European Neuroscience. Abstract, 175.5, p.: 217. Amsterdam, 2010.

Karádi Z, Nagy B, Szabó I, Fotakos D, **Keresztes D**, Hideg B, Faragó B Responsiveness of forebrain glucose-monitoring neurons to intraorally and intragastrically delivered monosodium glutamate
7th FENS Forum of European Neuroscience. Amsterdam, 2010.

Szabó I, Nagy B, Takács G, Szalay C, Papp S, Hideg B, Faragó B, Bajnok Góré M, **Keresztes D**, Karádi Z. Endogenous and exogenous chemical sensitivity of glucose monitoring neurons in the nucleus accumbens

13th Conference of Hungarian Neuroscience Society. Budapest, 2011.

Nagy B, Szabó I, Papp S, Takács G, Szalay C, **Keresztes D**, Faragó B, Hideg B, Bajnok Góré M, Karádi Z. Glucose-monitoring neurons in the mediodorsal prefrontal cortex: responsiveness to dopamine and exogenous chemical stimuli DA and exogenous chemical sensitivity of glucose monitoring neurons in the mdPFC

13th Conference of Hungarian Neuroscience Society. Budapest, 2011.

Nagy B., Takács G., Szabó I., Szalay C., **Keresztes D.**, Faragó B., Hideg B., Bajnok Góré M., Karádi Z. Taste reactivity deficit after streptozotocin microinjection into the mediodorsal prefrontal cortex

8th FENS Forum of Neuroscience. Barcelona, 2012.

Keresztes D.

Extravasculáris tüdővíz (lehetséges) szerepe égett septicus betegekben
Magyar Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Társaság Észak és Dél-Dunántúli Szekció I. közös Tudományos Ülése (MAITTD), Bika, 2014.09.26-27.

Rendeki Sz., **Keresztes D.**, Csontos Cs. Scoliosis műtét váratlan posztoperatív szövődménye.
Magyar Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Társaság (MAITT) 43. Kongresszusa, Siófok, 2015.05.28-30.

Keresztes D. Woth G., Németh Zs., Nagy B., Farkas J., Rendeki Sz. Disaster Medic-
Egészségügyi ellátás első vonalban

Pécsi Rendvédelmi és katasztrófavédelmi – jogi és igazgatási – kihívások és válaszok – az elmúlt időszak tapasztalatai tükrében. Pécs, 2016.12.02.

Keresztes D., Woth G., Németh Zs., Nagy B., Farkas J., Maróti P., Rendeki M., Kirov A., Petrik P., Rendeki Sz. Disaster Medic- Katasztrófavédelmi egészségügyi képzés új megközelítése

Katasztrófavédelem 2016” Tudományos Konferencia, Budapest, 2016. november. 16.

Keresztes D.

Műveleti Medicina az első ellátásban

Mediterrán Intenzív Randevű, Pécs, 2017. október 20-21.

Keresztes D.

Katasztrófavédelem szerepe a biológiai jellegű káresemények felszámolásában, különös tekintettel a bioterrorizmusra, hangsúlyozva a KML speciális képességeit a felszámolásban Nemzeti Közszerológiai Egyetem Katasztrófavédelmi Intézet, Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest, 2018.12.06.

Keresztes D.

Katasztrófavédelem szerepe a biológiai jellegű káresemények felszámolásában, különös tekintettel a bioterrorizmusra, hangsúlyozva a KML speciális képességeit a felszámolásban XXXIV Országos Tudományos Diákköri Konferencia Nemzeti Közszerológiai Egyetem (NKE-HHK 05/059), Budapest, 2019.05.28.

Gedei P., Rendeki Sz., Maróti P., Molnár F., Jónás I., Kiss P., Székely K., **Keresztes D.**, Bogner P., Ughy M., Farkas J.; Helyszíni amputációhoz használható eszközök hatékonyságának vizsgálata cadaveren; XXI. Magyar Sürögsségi Orvostani Kongresszus az MSOTKE és a MOT közös tudományos rendezvénye, Siófok, 2022. november 10-12

Farkas J., Kiss P., Jónás I., Maróti P., Molnár F., **Keresztes D.**, Székely K., Gedei P., Reglódi D., Rendeki Sz.; Helyszíni amputációhoz használható eszközök hatékonyságának vizsgálata cadaveren; Magyar Anatómiai Társaság 2022. évi Konferenciája, Szeged, 2022. szeptember 1-2.

Farkas J., Gedei P., Rendeki Sz., Wiegand N., Maróti P., Molnár F., Nagy B., **Keresztes D.**, Kiss P., Jónás I., Székely K., Ughy M.; Investigation of the effectiveness off prehospital amputation devices on cadavers; The Annual Meeting of the HMAA (Hungarian Medical Association), Balatonfüred, 2023. augusztus 25-26.

Vincze V., Gedei P., Rendeki Sz., Wiegand N., Molnár F., Nagy B., **Keresztes D.**, Kiss P., Jónás I., Székely K., Ughy M., Farkas J.; Investigation of the effectiveness off prehospital amputation devices on cadavers; Combat Medical Care Conference, Ulm, 2023. július 05-06.

11. Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. Nagy Bálintnak (PTE KK AITI) és Dr. Woth Gábornak (Abteilung für Anästhesie, Intensiv und Schmerzmedizin, Klinik Ottakring, Wien) a szakmai vezetésért és fáradhatatlan munkájukért, mely során türelemmel és a legnagyobb segítőkészséggel fordultak irányomba és kutatói tapasztalatukkal segítettek tanulmányaim megtervezését, kivitelezését, valamint a tudományos közlemények és jelen dolgozatom megírását. Köszönet illeti Dr. Rendeki Szilárd igazgató, egyetemi adjunktust (PTE ÁOK OKIK), hogy lehetővé tette számomra a kutatások elvégzését. Köszönöm továbbá a PTE KK AITI szakorvosainak, Dr. Mérei Ákosnak, Dr. Kovács-Ábrahám Zoltánnak, Dr. Rozanovic Martinnak és egykori Tudományos Diákköri hallgatóknak, Dr. Kern-Nagy Edinának, hogy segítettek a vizsgálatok lebonyolításában. Ezúton köszönöm a PTE ÁOK egykori 94 hallgatójának, akik önszántukból, szabad idejükben vettek részt a vizsgálatokon. Köszönöm munkahelyi vezetőimnek, Prof. Dr. Bogár Lajos korábbi intézetvezető, egyetemi tanárnak (PTE KK AITI) és Prof. Dr. Csontos Csaba intézetvezető egyetemi tanárnak (PTE KK AITI), hogy rugalmasságukkal maximálisan igyekeztek támogatni tudományos munkámban. Ezúton szeretném megköszönni Prof. Dr. Mühl Diána osztályvezető, egyetemi tanárnak (PTE KK AITI) a tanácsait és iránymutatását a tudományos publikációm sikerességéhez.

Szívből köszönöm a családomnak a biztatást, a támogatást és legfőképp a türelmet, melyet a kísérletek elvégzése, a tudományos publikációk és a dolgozatom megírása során tanúsítottak.


Továbbá köszönöm mindenkinek, aki valamilyen formában hozzájárult Ph.D. dolgozatom elkészültéhez.

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Comparison of VividTrac[®], Airtraq[®], King Vision[®], Macintosh Laryngoscope and a Custom-Made Videolaryngoscope for difficult and normal airways in mannequins by novices

Szilárd Rendeki^{1,2,3†}, Dóra Keresztes^{1,2,3†}, Gábor Woth^{1,2,3}, Ákos Mérei^{1,2}, Martin Rozanovic^{2,4}, Mátyás Rendeki², József Farkas^{2,3,5}, Diána Mühl¹ and Bálint Nagy^{1,2,3*} 

Abstract

Background: Direct laryngoscopy remains the gold standard for endotracheal intubation and is preferred by experienced operators. However, an increasing number of reports currently support videolaryngoscopy, particularly for novice users. The widespread use of videolaryngoscopy may be limited due to financial limitations, especially in low-income countries. Therefore, affordable single-use scopes are now becoming increasingly popular. We sought to compare these new scopes with direct laryngoscopes and the previously tested videolaryngoscopes in mannequins by novices.

Methods: Fifty medical students were recruited to serve as novice users. Following brief, standardized training, students were asked to execute endotracheal intubation with each of the devices, including the Airtraq[®], a custom-made videolaryngoscope, the King Vision[®], the Macintosh laryngoscope and the VividTrac[®], on an airway trainer (Laerdal Airway Management Trainer[®]) in normal and difficult airway scenarios. We evaluated the time to and the proportion of successful intubation, the best view of the glottis, esophageal intubation, dental trauma and user satisfaction.

Results: We observed no differences in esophageal intubation. However, intubation-related times, the view of the glottis and operator satisfaction were significantly better throughout the study with the commercial videolaryngoscopes. In comparison, the custom-made videolaryngoscope performance proved to be similar to that of the Macintosh laryngoscope. The VividTrac[®] performance was similar ($P > 0.05$) or significantly better than that of the King Vision[®] in both scenarios.

Conclusions: Based upon our results, the Airtraq[®], King Vision[®] and VividTrac[®] were superior to the Macintosh laryngoscope in both normal and difficult airway scenarios for novice users. In particular, our study is the first to report that the VividTrac[®] shows promise for further clinical evaluation.

Keywords: Airtraq[®], Airway management, Endoscope, Improvised device, Intubation, King Vision[®], Macintosh laryngoscope, Manikin, MILS, Novice user, User satisfaction, Smartphone, Videolaryngoscope, VividTrac[®]

* Correspondence: balintjanosnagy@yahoo.com

†Equal contributors

¹Department of Anesthesiology and Intensive Therapy, Medical School, University of Pécs, Ifjúság Str. 13, HU-7624 Pécs, Hungary

²Medical Skills Lab, Medical School, University of Pécs, Szigeti Str. 12, HU-7624 Pécs, Hungary

Full list of author information is available at the end of the article



Background

In clinical practice, orotracheal intubation with direct laryngoscopy (DL) is the preferred means of establishing a definitive airway in the majority of cases. Although DL is a well-known and reliable technique in the hands of an experienced operator, airway management is an urgent task that may need to be carried out regardless of specialty background to prevent impending disastrous complications, such as hypoxia and aspiration [1, 2]. Videolaryngoscopy (VL) might be beneficial compared to DL for novices, although the role of VL in airway management remains controversial [3, 4].

VL has evolved in the past 10 years, and more than ten different operational devices are currently available on the market. Although patients may benefit from the availability of VL, especially in difficult airway situations, the clinical availability of VL remains limited, especially in low- and middle-income countries [5–7]. Therefore, ongoing development now includes reducing VL costs, such as utilizing smartphones to display, store and share real-time videos. Low-cost custom-made devices are also available and have already been partially tested [6, 8].

The VividTrac® (VT, Vivid Medical, Palo Alto, USA) has been on the market since 2013 and is generally viewed as an inexpensive (<100 \$), single-use VL. Currently, no data are available relative to VT clinical performance. However, the technical parameters of this device have already been evaluated with promising results [9].

A custom-made improvised VL (ID) was first reported in 2014 by Karippacheril et al. [8]. This device was originally assembled using a Universal Serial Bus (USB) endoscopic camera, a conventional Macintosh laryngoscope blade, and a PC. Reportedly, its performance has been deemed safe and reliable [8].

Therefore, our primary objective was to compare the VT, ID and commercially available VLs (Airtraq®, King Vision®) to DL in a standardized setting with novice users. Our secondary objective was to evaluate the functionality of the aforementioned devices, including operator satisfaction.

Methods

Ethics and sample size calculation

Prior to this study, permission was first obtained from the Institutional Scientific and Human Research Ethics Committee of the University of Pécs (5825/2016). The investigation was carried out at the Medical Skills Lab of the Medical School, University of Pécs, Hungary. Based on previous similar studies, we performed a sample size estimation prior to recruitment, using $\alpha = 0.05$ and $\beta = 0.1$. We determined that a minimum of 48 participants was required for pair-wise comparisons of our samples [10, 11].

Devices

The following devices were included in this study: (a) DL with a size 3 blade (KaWe®, Asperg, Germany); (b) VT with an adult channeled blade (Vivid Medical, Palo Alto, USA); (c) ID assembled as previously reported [8]; (d) King Vision® (KV) with a size 3 channeled blade (Ambu, Copenhagen, Denmark); and (e) Airtraq® (AT) with a size 3 channeled blade (Prodol, Vizcaya, Spain) (Fig. 1).

For the ID and VT, we used a PC to display real-time videos during the study. For the AT, we attached the original, universal, smartphone adapter (Prodol, Vizcaya, Spain) and a smartphone to the scope for the same purpose. VividVision® and Airtraq Mobile® software was used for the VT and AT, respectively.

Training

Two airway management scenarios were defined. In “Scenario A”, full head reclamation was allowed, but in “Scenario B”, the cervical spine was fully immobilized manually as recommended by the Advanced Trauma Life Support algorithm [12]. Each participant received 15 min of standardized training on each device and in each study setting. Optimization maneuvers, the use of stylets and an estimation of the Percent of Glottic Opening (POGO) score were also explained and practiced under the supervision of experienced investigators [13]. The importance and the mechanism of dental injury were also highlighted. Each endotracheal intubation was performed with a standard 7.5-mm internal diameter, cuffed, plastic endotracheal tube (Mallinckrodt®, Covidien, Dublin, Ireland). Demonstrations, training and evaluations were all performed on the Laerdal® Airway Management Trainer (Laerdal®, Stavanger, Norway) [2, 10, 11, 14].

Evaluation

Participants were asked to complete endotracheal intubations with all devices in both scenarios in a random order. The primary outcome was successful endotracheal intubation. Secondary outcomes included the time to successful endotracheal intubation, the time to best glottis view, tube insertion time, the best POGO achieved, the number of intubation attempts, the occurrence of esophageal intubations, the occurrence of dental trauma and the need for optimization maneuvers. The time elapsed from the tool blade passing the interdental line until the best POGO (marked as manipulation initiation with the endotracheal tube) was considered the laryngoscopy time (LT). The time to successful tracheal intubation was noted as the intubation time (IT), and the difference between IT and LT was registered as the tube insertion time (TIT). The following attempts were considered failed attempts: attempts that required more than 120 s, esophageal intubation (recognized by the participant), or the device was removed from the oral

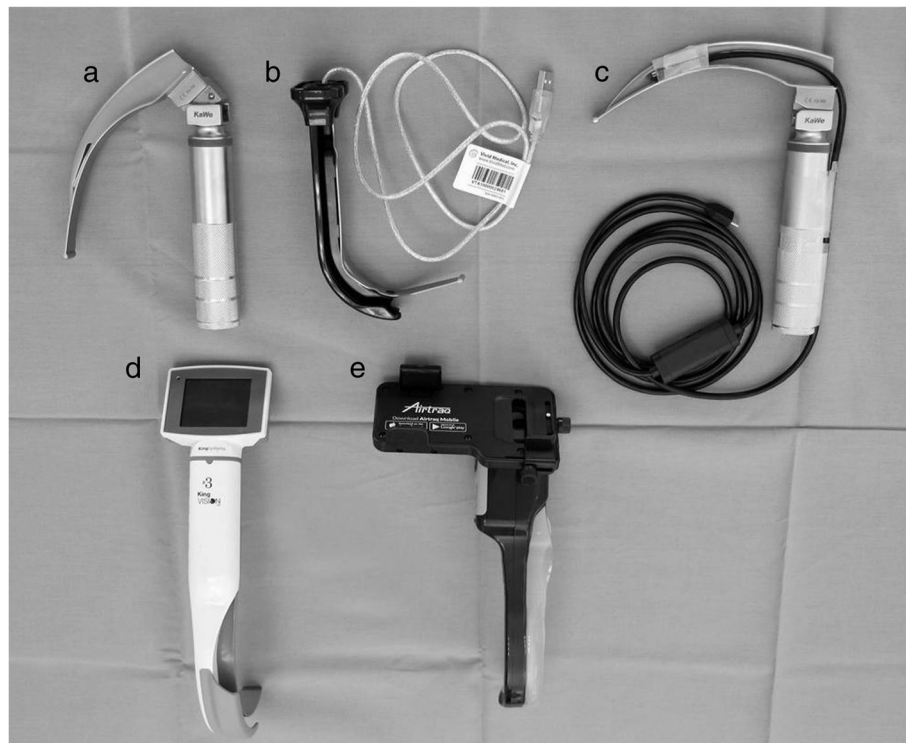


Fig. 1 Evaluated laryngoscopes. **a** Direct laryngoscope (Macintosh); **b** VividTrac®; **c** Custom-made, improvised laryngoscope; **d** King Vision®; **e** Airtraq®

cavity during the attempt. The following intubations were considered failed: more than 3 unsuccessful attempts, esophageal intubation (not recognized by the participant), or the participant considered further attempts futile. Stylet use and POGO scores were reported by the participants (direct laryngoscopy) or the investigators (videolaryngoscopy) and were also noted.

Following the completion of a scenario, the students were asked to grade each device based on the ease of technical use (1 = easy, and 5 = difficult), the ease of physical use (1 = easy, and 5 = difficult) and the willingness to reuse (1 = would never use again, and 5 = would like to use) in the relevant scenario, but they were discouraged from overall ranking of the devices.

Statistical analysis

The analyses were conducted by Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics software, version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Continuous and ordinal data are presented as the median and interquartile range (IQR), and the categorical data are presented as raw numbers and as frequencies. Non-parametric tests were used because the data distribution was not normal based on Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. The Kruskal-Wallis one-way analysis of variance (ANOVA) with post-hoc Dunn's test was used to assess pair-wise differences between the devices for the following variables:

laryngoscopy time (LT), tube insertion time (TIT), intubation time (IT), POGO score, ease of technical use, ease of physical use and willingness to reuse. Chi-square tests were used to evaluate differences between the devices for the rate of successful tracheal intubation, esophageal intubation, dental injury and bougie and stylet usage. Values of $P < 0.05$ were considered significant.

Results

Fifty voluntary medical students without prior experience in advanced airway management were recruited. All students provided written informed consent prior to participation.

Scenario A

The acquired data are shown in detail in Table 1. No significant difference was observed in the tracheal intubation success rate between the devices throughout this scenario. The overall longest IT was associated with the ID, and commercial VLs were faster than DL. Participants achieved better POGO scores with all VLs than with the DL. In the comparison of the VLs relative to POGO score, the ID was found to be inferior ($P < 0.05$), but the VT proved to be far superior to the DL and ID ($P < 0.05$). All commercial VLs received better ease of use scores than the DL and ID ($P < 0.05$). The grades

Table 1 Results of “Scenario A”

Scenario A	DL (n = 50)	ID (n = 50)	KV (n = 50)	AT (n = 50)	VT (n = 50)
Number of attempts (n, 1/2/3)	49/1/0	50/0/0	50/0/0	48/2/0	50/0/0
Laryngoscopy time (s)	9.46 [6.95–12.87] ^{†¶}	11.7 [9.11–15.1] ^{†§¶}	6.91 [5.59–10.1] ^{*#}	8.01 [6.21–10.2] ^{¶¶}	5.87 [4.77–7.97] ^{*#§}
Tube insertion time (s)	4.98 [4.01–7.02] [§]	6.70 [5.49–9.47] ^{†§¶}	4.61 [2.81–6.27] ^{#§}	3.04 [2.36–4.16] ^{*#†}	3.90 [2.20–7.07] [#]
Intubation time (s)	15.3 [11.92–20.5] ^{§¶}	19.7 [15.2–25.8] ^{†§¶}	12.7 [9.35–17.8] [#]	11.2 [8.7–14.04] ^{*#}	10.5 [7.55–14.3] ^{*#}
POGO (%)	80 [60, 80] ^{†§¶}	77.5 [60–90] ^{†§¶}	90 [83.75–95] ^{*#}	90 [80–95] ^{*#}	95 [90–100] ^{*#}
Ease of technical use (1–5)	3 [2–4] ^{†§¶}	3 [2–4] ^{†§¶}	1 [1–2] ^{*#}	2 [1–3] ^{*#†¶}	1 [1–2] ^{*#§}
Ease of physical use (1–5)	4 [3–4] ^{†§¶}	3 [3–4] ^{†§¶}	1 [1–2] ^{*#}	2 [1–2] ^{*#¶}	1 [1–2] ^{*#§}
Willingness of reuse (1–5)	4 [3–5] [†]	3 [2–4] ^{†¶}	5 [4–5] ^{*#§}	4 [3–5] ^{†¶}	5 [3–5] ^{*#§}
Use of bougie (n)	0 [#]	4 ^{†§¶}	0 [#]	0 [#]	0 [#]
Use of stylet (n)	1	3	0	0	0
Dental injury (n)	26 ^{#†§¶}	16 ^{*†§¶}	7 [#]	5 ^{*#¶}	10 ^{*#§}
Esophageal intubation (n)	0	0	0	0	0

Data are reported as the median [IQR] or as numbers (n)

AT Airtraq®, DL Direct laryngoscope (Macintosh), ID Custom-made, improvised laryngoscope, KV King Vision®, POGO Percent of Glottic Opening, VT VividTrac®

^{*}Significant difference ($P < 0.05$) compared to DL; [#]Significant difference ($P < 0.05$) compared to ID; [†]Significant difference ($P < 0.05$) compared to KV; [§]Significant difference ($P < 0.05$) compared to AT; [¶]Significant difference ($P < 0.05$) compared to VT

related to the willingness to reuse were significantly better for KV and VT than for the DL.

Scenario B

Data are shown in detail in Table 2. Compared to the DL, little or no difference was observed in the first-time success rate of intubation using VLs ($P > 0.05$). However, within the VL group, the VT was found to be superior to the KV ($P < 0.05$) regarding first-time success rate. The ID revealed the slowest IT in the VL group ($P < 0.05$). The fastest devices for IT were the VT and the AT ($P < 0.05$). All VLs, excluding the

ID, performed significantly better for POGO than the DL. Comparing the VLs, the highest POGO scores were achieved by the KV and AT.

All commercial VLs showed better ease of use scores as opposed to the DL ($P < 0.05$), and the scores of the ID did not significantly differ from the DL. Notably, users repeatedly reported higher preference scores for both the VT and KV ($P < 0.05$).

Discussion

Endotracheal intubation is a lifesaving intervention that effectively prevents aspiration and hypoxemia. Indeed,

Table 2 Results of “Scenario B”

Scenario B	DL (n = 50)	ID (n = 50)	KV (n = 50)	AT (n = 50)	VT (n = 50)
Number of attempts (n, 1/2/3)	48/1/1	47/2/1	46/4/0 [¶]	47/3/0	50/0/0 [†]
Laryngoscopy time (s)	12.16 [9.05–14.4] ^{¶¶}	16.2 [11.7–23.4] ^{†§¶}	10.86 [7.66–13.0] [#]	9.13 [7.37–11.7] [#]	8.99 [7.22–11.3] ^{*#}
Tube insertion time (s)	6.52 [4.33–12.97] ^{†§¶}	7.04 [5.45–15.04] ^{†§¶}	3.31 [2.05–11.68] ^{*#}	2.60 [1.90–4.87] ^{*#}	3.17 [2.13–4.87] ^{*#}
Intubation time (s)	19.0 [14.97–26.1] ^{§¶}	23.4 [19.0–35.5] ^{†§¶}	15.72 [11.5–23.1] [#]	12.8 [9.62–16.5] ^{*#}	12.7 [10.0–15.8] ^{*#}
POGO (%)	40 [20–60] ^{†§¶}	45 [25–55] ^{†§¶}	75 [60–85] ^{*#}	75 [60–85] ^{*#}	62.5 [50–90] ^{*#}
Ease of technical use (1–5)	4 [3–4] ^{†§¶}	4 [3–4] ^{†§¶}	2 [1–3] ^{*#}	2 [2–3] ^{*#}	2 [1–2] ^{*#}
Ease of physical use (1–5)	4 [3–5] ^{†§¶}	4 [3–5] ^{†§¶}	2 [1–3] ^{*#}	2 [2–3] ^{*#}	2 [1–2] ^{*#}
Willingness of reuse (1–5)	3 [2–4] ^{†¶}	3 [2–3] ^{†¶}	5 [4–5] ^{*#§}	3 [3–4] ^{†¶}	5 [4–5] ^{*#§}
Use of bougie (n)	10 ^{†§¶}	9 ^{†§¶}	0 [#]	0 [#]	0 [#]
Use of stylet (n)	5 ^{#†§¶}	11 ^{†§¶}	0 [#]	0 [#]	0 [#]
Dental injury (n)	32 ^{#§}	41 ^{*†¶}	35 ^{#§}	39 ^{*†¶}	35 ^{#§}
Esophageal intubation (n)	1	0	0	0	0

Data are reported as the median [IQR] or as numbers (n)

AT Airtraq®, DL Direct laryngoscope (Macintosh), ID Custom-made, improvised laryngoscope, KV King Vision®, POGO Percent of Glottic Opening, VT VividTrac®

^{*}Significant difference ($P < 0.05$) compared to DL; [#]Significant difference ($P < 0.05$) compared to ID; [†]Significant difference ($P < 0.05$) compared to KV; [§]Significant difference ($P < 0.05$) compared to AT; [¶]Significant difference ($P < 0.05$) compared to VT

the inability to secure the airway is one of the leading causes of anesthesia-related complications [1]. Furthermore, intubation is difficult to master for novices: the initial success rate varies between 35 and 65% for intubation by medical support staff, medical students and novice anesthesia residents [15–17]. Today, VLs are used to overcome difficulties that may occur during airway management. Despite promising results, the availability of VLs in clinical practice is still considerably restricted, reportedly due to costs [6]. The VT and the ID are affordable and relatively new devices with limited but promising data reported in the literature [6, 8, 9].

Before a detailed discussion of our results, the following limitations of our study should be considered. First, all data were obtained from a monocentric mannequin study, in which interventions were accomplished by medical students. The time gap between the training and the evaluation phases of the study was 30 min; therefore, the transferability of our findings into clinical practice is questionable. Furthermore, dental trauma was assessed in a “yes” or “no” fashion, regardless of the exact number of “clicks” experienced during the attempts.

We noted high first attempt success rates (above 90%) and short ITs (less than 25 s) throughout the study, which are considered to be very good results by novices after only 15 min of training. Although, the learning process for tracheal intubation has already been studied, with a wide variety of results. With learning objective of intubation with >90% success rate on the first attempt, previous studies found that an acceptable level of expertise was reached by 3 to 57 intubations [16, 18]. Even though complex skills deteriorates over time, our aforementioned findings might be interesting and promising for future education programs regarding intubation by novices [19].

The LT and IT were shorter in our study than in previous reports regarding the use of DL, KV and AT, which is likely due to the short time gap between the training and evaluation sessions [2, 11, 20]. The duration of demonstration was the same as reported by Maharaj et al., although this time was 10 min longer than in the Pieters study [2, 11]. The type of the airway trainer did not differ, but training was not allowed in the aforementioned previous studies, unlike in our evaluation, which may have influenced our results [2, 11]. Cohen et al. reported that ITs were comparable to those of the Glidescope based on the ID, while we noted longer intubation times, similar to Karippacheril et al. [6, 8]. The LT and IT were shorter with commercial VLs than with the DL throughout our study, and the ID significantly underperformed in these contexts. The superiority of VLs over DL is well documented in both mannequins and in humans, which is consistent with our results [5, 21].

The use of commercial VLs significantly improved the POGO scores compared to the use of DL, but the ID proved to be similar in performance to the DL in both scenarios. This advantage of VLs has already been widely reported [22, 23]. We chose the POGO score over the Cormack and Lehane grade to express the laryngeal view due to the intra- and inter-rater reliability, which has been largely proven to be more reliable with the POGO score system [24].

The lower number of dental injuries with VLs in normal airway scenarios has already been reported. However, in Scenario B, we noted rate of dental injury using VLs that was similar to (KV, VT) or even higher than that of DL, which may be due to limited operator experience or the degree of difficulty associated with effective device insertion. This increase was more prominent with the use of the AT, possibly as a result of the bulky head due to the phone adapter. Contrary to our results, the use of the AT without the phone adapter reportedly decreases the risk of dental trauma [25].

The increase in stylet and bougie usage by the ID may be attributed to the previously discussed low POGO scores and the lack of a tube guidance channel. A tube guidance channel might improve IT by decreasing TIT, as noted in previous reports [26].

The choice between similar intubation devices in daily clinical practice is strongly based on previous experience and subjective factors. Our novice operators, based on their experience, considered commercial VLs easier to use than the DL in both scenarios, although they preferred to reuse only the KV and the VT rather than the DL. These results are consistent with those of previous studies [10, 27].

Conclusions

In conclusion, performance with the custom-made ID in novices was at best similar, but mostly inferior, to a regular DL. Therefore, we cannot recommend the ID for inexperienced professionals in regular clinical practice until further investigations prove otherwise. Based on our results, the tested commercially available VLs can be recommended in both scenarios over the DL for students or specialists in training. Moreover, our results identify the VT as a new, promising and affordable device that is at least comparable or even superior in some aspects to the KV and AT based on the results of our scenarios.

Acknowledgements

The authors wish to thank Prodol for the generous support and provision of Airtraq® devices.

Funding

The study was supported by a “Postdoc” scholarship (PD-2016-02), courtesy of the Medical School, University of Pécs, Hungary. Additionally, Prodol Meditec, Vizcaya, Spain, donated the use of Airtraq® devices. The funding bodies had no role in the design of the study and collection, analysis and interpretation of data and in writing the manuscript.

Availability of data and materials

The datasets used or analyzed during the current study are available from the corresponding author upon reasonable request.

Authors' contributions

SzR participated in the design of the study, performed the statistical analysis and drafted the manuscript. DK performed the statistical analysis and participated in the data interpretation. GW performed the statistical analysis, participated in the data interpretation and drafted the manuscript. AM participated in the data acquisition and drafted the manuscript. MRo participated in the data acquisition and drafted the manuscript. MRc participated in the data acquisition and drafted the manuscript. JF participated in the data acquisition and drafted the manuscript. DM participated in the data interpretation and revised the manuscript. BN participated in the design of the study and revised the manuscript. All authors read and approved the manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Prior to this study, permission was sought and obtained from the Institutional Scientific and Human Research Ethics Committee of the University of Pécs (5825/2016). All participants provided written informed consent prior to the initiation of the study.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Author details

¹Department of Anesthesiology and Intensive Therapy, Medical School, University of Pécs, Ifjúság Str. 13, HU-7624 Pécs, Hungary. ²Medical Skills Lab, Medical School, University of Pécs, Szigeti Str. 12, HU-7624 Pécs, Hungary. ³Department of Operational Medicine, Medical School, University of Pécs, Szigeti Str. 12, HU-7624 Pécs, Hungary. ⁴Medical School, University of Pécs, Szigeti Str. 12, HU-7624 Pécs, Hungary. ⁵Department of Anatomy, Medical School, University of Pécs, Szigeti Str. 12, HU-7624 Pécs, Hungary.

Received: 12 February 2017 Accepted: 17 May 2017

Published online: 26 May 2017

References

- Mulcaster JT, Mills J, Hung OR, et al. Laryngoscopic intubation: learning and performance. *Anesthesiology*. 2003;98(1):23–7.
- Pieters BMA, Wilbers NER, Huijzer M, Winkens B, van Zundert AAJ. Comparison of seven videolaryngoscopes with the Macintosh laryngoscope in manikins by experienced and novice personnel. *Anaesthesia*. 2016;71(5):556–64.
- Rothfield KP, Russo SG. Videolaryngoscopy: should it replace direct laryngoscopy? a pro-con debate. *J Clin Anesth*. 2012;24(7):593–7.
- Ray DC, Billington C, Kearns PK, et al. A comparison of McGrath and Macintosh laryngoscopes in novice users: a manikin study. *Anaesthesia*. 2009;64(11):1207–10.
- Healy DW, Maties O, Hovord D, Kheterpal S. A systematic review of the role of videolaryngoscopy in successful orotracheal intubation. *BMC Anesthesiol*. 2012;12:32.
- Cohen Y, Rubinstein RM, Berkenstadt H. A Do-It-Yourself videolaryngoscope for under 25\$ - a solution for lower income countries? *Anesth Analg*. 2016; 123(3S):680–1.
- Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestiha T, Koudouna E, Xanthos T. Video-laryngoscopes in the adult airway management: a topical review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;54(9):1050–61.
- Karippacheril JG, Umesh G, Ramkumar V. Inexpensive video-laryngoscopy guided intubation using a personal computer: initial experience of a novel technique. *J Clin Monit Comput*. 2014;28(3):261–4.
- Cierniak M, Timler D, Wieczorek A, Sekalski P, Borkowska N, Gaszynski T. The comparison of the technical parameters in endotracheal intubation devices: the Cmac, the Vividtrac, the McGrath Mac and the Kingvision. *J Clin Monit Comput*. 2016;30(4):379–87.
- Malik MA, O'Donoghue C, Carney J, Maharaj CH, Harte BH, Laffey JG. Comparison of the Glidescope(R), the Pentax AWS(R), and the Truview EVO2(R) with the Macintosh laryngoscope in experienced anaesthetists: a manikin study. *Br J Anaesth*. 2009;102(1):128–34.
- Maharaj CH, Costello JF, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Learning and performance of tracheal intubation by novice personnel: a comparison of the Airtraq® and Macintosh laryngoscope. *Anaesthesia*. 2006;61(7): 671–7.
- ATLS Subcommittee, American College of Surgeons' Committee on Trauma, International ATLS working group. Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013;74(5):1363–6.
- Levitan RM, Ochroch EA, Kush S, Shofer FS, Hollander JE. Assessment of airway visualization: validation of the percentage of glottic opening (POGO) scale. *Acad Emerg Med*. 1998;5(9):919–23.
- Hayashi K, Suzuki A, Sugawara A, Kurosawa A, Takahata O, Iwasaki H. Intubation training survey using four types of laryngoscopes among medical students: a comparison of the Macintosh laryngoscopes, Miller laryngoscopes, Airtraq, and Pentax-AWS Airwayscope. *Masui*. 2011;60(3):389–94.
- Nouruzi-Sedeh P, Schumann M, Groeben H. Laryngoscopy via Macintosh Blade versus GlideScope. *Anesthesiology*. 2009;110(1):32–7.
- Konrad C, Schüpfer G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: Is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg*. 1998;86(3):635–9.
- Johnson C, Roberts JT. Clinical competence in the performance of fiberoptic laryngoscopy and endotracheal intubation: a study of resident instruction. *J Clin Anesth*. 1989;1(5):344–9.
- O'Flaherty D, Adams AP. Endotracheal intubation skills of medical students. *J R Soc Med*. 1992;85(10):603–4.
- Maharaj CH, Costello J, Higgins BD, Harte BH, Laffey JG. Retention of tracheal intubation skills by novice personnel: a comparison of the Airtraq and Macintosh laryngoscopes. *Anaesthesia*. 2007;62(3):272–8.
- Akihisa Y, Maruyama K, Koyama Y, Yamada R, Ogura A, Andoh T. Comparison of intubation performance between the King Vision and Macintosh laryngoscopes in novice personnel: a randomized, crossover manikin study. *J Anesth*. 2014;28(1):51–7.
- Hirabayashi Y, Seo N. Airtraq optical laryngoscope: tracheal intubation by novice laryngoscopists. *Emerg Med J*. 2009;26(2):112–3.
- van Zundert A, Pieters B, Doerges V, Gatt S. Videolaryngoscopy allows a better view of the pharynx and larynx than classic laryngoscopy. *Br J Anaesth*. 2012; 109(6):1014–5.
- Liu Z-J, Yi J, Guo W-J, Ma C, Huang Y-G. Comparison of McGrath series 3 and Macintosh laryngoscopes for tracheal intubation in patients with normal airway by inexperienced anesthetists: a randomized study. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(2):e2514.
- Ochroch EA, Hollander JE, Kush S, Shofer FS, Levitan RM. Assessment of laryngeal view: percentage of glottic opening score vs Cormack and Lehane grading. *Can J Anaesth*. 1999;46(10):987–90.
- Nasim S, Maharaj CH, Butt I, et al. Comparison of the Airtraq® and Truview® laryngoscopes to the Macintosh laryngoscope for use by advanced paramedics in easy and simulated difficult intubation in manikins. *BMC Emerg Med*. 2009;9(1):2.
- Liu EHC, Goy RWL, Tan BH, Asai T. Tracheal intubation with videolaryngoscopes in patients with cervical spine immobilization: a randomized trial of the Airway Scope and the GlideScope. *Br J Anaesth*. 2009;103(3):446–51.
- Ruetzler K, Imach S, Weiss M, Haas T, Schmidt AR. Vergleich von fünf Videolaryngoskopien und direkter konventioneller Laryngoskopie. *Anaesthesist*. 2015;64(7):513–9.

RESEARCH ARTICLE

Comparison of VividTrac, King Vision and Macintosh laryngoscopes in normal and difficult airways during simulated cardiopulmonary resuscitation among novices

Dóra Keresztes^{1,2,3*}, Ákos Mérei^{1,2}, Martin Rozanovic², Edina Nagy⁴, Zoltán Kovács-Ábrahám¹, János Oláh⁴, Péter Maróti², Szilárd Rendeki^{1,2,3}, Bálint Nagy^{1,2,3}, Gábor Woth^{1,2,3}

1 Department of Anesthesiology and Intensive Therapy, Medical School, University of Pécs, Pécs, Hungary, **2** Medical Skills Lab, Medical School, University of Pécs, Pécs, Hungary, **3** Department of Operational Medicine, Medical School, University of Pécs, Pécs, Hungary, **4** Medical School, University of Pécs, Pécs, Hungary

✉ These authors contributed equally to this work.

* keresztesdora87@gmail.com



OPEN ACCESS

Citation: Keresztes D, Mérei Á, Rozanovic M, Nagy E, Kovács-Ábrahám Z, Oláh J, et al. (2021) Comparison of VividTrac, King Vision and Macintosh laryngoscopes in normal and difficult airways during simulated cardiopulmonary resuscitation among novices. PLoS ONE 16(11): e0260140. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260140>

Editor: Jignesh K. Patel, Stony Brook University Renaissance School of Medicine, UNITED STATES

Received: April 29, 2021

Accepted: November 3, 2021

Published: November 18, 2021

Copyright: © 2021 Keresztes et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the manuscript and its [Supporting Information](#) files.

Funding: This research was supported by grants from EFOP-3.6.1-16-2016-00004. The work is related to the Thematic Excellence Program 2020—National Excellence Subprogram; Biomedical Engineering Project (“2020-4.1.1-TKP2020”) of the University of Pécs. The funders had no role in

Abstract

Introduction

Early endotracheal intubation improves neurological outcomes in cardiopulmonary resuscitation, although cardiopulmonary resuscitation is initially carried out by personnel with limited experience in a significant proportion of cases. Videolaryngoscopes might decrease the number of attempts and time needed, especially among novices. We sought to compare videolaryngoscopes with direct laryngoscopes in simulated cardiopulmonary resuscitation scenarios.

Materials and methods

Forty-four medical students were recruited to serve as novice users. Following brief, standardized training, students executed endotracheal intubation with the King Vision[®], Macintosh and VividTrac[®] laryngoscopes, on a cardiopulmonary resuscitation trainer in normal and difficult airway scenarios. We evaluated the time to and proportion of successful intubation, the best view of the glottis, esophageal intubation, dental trauma and user satisfaction.

Results

In the normal airway scenario, significantly shorter intubation times were achieved using the King Vision[®] than the Macintosh laryngoscope. In the difficult airway scenario, we found that the VividTrac[®] was superior to the King Vision[®] and Macintosh laryngoscopes in the laryngoscopy time. In both scenarios, we noted no difference in the first-attempt success rate, but the best view of the glottis and dental trauma, esophageal intubation and bougie use

study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

were more frequent with the Macintosh laryngoscope than with the videolaryngoscopes. The shortest tube insertion times were achieved using the King Vision[®] in both scenarios.

Conclusion

All providers achieved successful intubation within three attempts, but we found no device superior in any of our scenarios regarding the first-attempt success rate. The King Vision[®] was superior to the Macintosh laryngoscope in the intubation time in the normal airway scenario and noninferior in the difficult airway scenario for novice users. We noted significantly less esophageal intubation using the videolaryngoscopes than using the Macintosh laryngoscope in both scenarios. Based on our results, the KingVision[®] might be recommended over the VividTrac[®] and Macintosh laryngoscopes for further evaluation.

Introduction

Airway management is a key intervention in every resuscitation attempt [1]. Tracheal intubation enables continuous, uninterrupted chest compressions with ventilation, and prevents gastric insufflation and gastric content aspiration into the lungs [2]. Additionally, Schuppen et al. reported that tracheal intubation reduces air leakage and improves patient safety during transport by reducing the probability of airway dislodgement [1]. However, in most cases, continuous chest compressions must be halted for the duration of the intubation attempt, which results in deterioration of the coronary blood flow and therefore decreases the effectiveness of cardiopulmonary resuscitation (CPR) [3]. Currently, the accepted gold standard device for endotracheal intubation (aside from coronavirus 2019 disease (COVID-19) infection-related case management) is the Macintosh-type bladed direct laryngoscope (DL) [4]. A critical point of the DL is the proper alignment of the vocal cords, oropharynx and oral cavity-mouth, which should be in a straight continuous line, allowing the insertion of the cuffed endotracheal tube [5]. A common maneuver to achieve the mentioned position is head-tilt manipulation, which cannot be used in situations of a probable or suspected cervical spine injury. To circumvent this and other airway management-related problems, various models of videolaryngoscopes (VLs) have been developed in recent years. These devices do not necessitate the alignment of airway-related structures and utilize a fiber-optic or optical lens system to provide airway visibility. Due to recent developments, one might observe an increase in the use of VLs with tube-guiding equipment [4–6]. According to recent literature, the use of VLs instead of DLs might improve the rate of intubation success on the first attempt among users with scarce experience using DLs or VLs [7–11]. In the hands of more experienced users, benefits have been observed, including a shorter duration of chest compression interruption [12].

The early successes of VLs has led to a broad diversity of available devices with different shapes, forms and sizes, but the effect of these differences on intubation success is not yet completely clear [6,10,13–17].

Considering the abovementioned data, our research group aimed to assess the effectiveness of DLs and various VLs in the hands of nonprofessional airway providers during simulated resuscitation situations. In emergency situations, airway management is often performed by a less experienced physician, particularly under suboptimal conditions [8]. Considering, that the first-attempt intubation success rate varies widely across VLs, our goal was to identify a device that is capable of supporting a successful first intubation attempt for novice users. In the era of

COVID-19, the use of VLs has become a priority. In resuscitation, early intubation with a cuffed endotracheal tube is recommended to decrease the chance of COVID-19 transmission [18]. According to the most recent European Resuscitation Council (ERC) guidelines, if an advanced airway is required during resuscitation, only rescuers with a high endotracheal intubation success rate (95% within two attempts) should attempt endotracheal intubation [19]. For the sake of proper transmission prevention, single-use VLs with standalone monitors are recommended. These devices could sufficiently increase the distance between the provider and the airway of the patient. Although the VividTrac[®] has not yet been evaluated in resuscitation scenarios, it completely fulfils the abovementioned criteria and has shown promising results [18,20]. Therefore, our aim was to evaluate the performance of novices with the VividTrac[®] in standardized and safe resuscitation scenarios compared with the DL and King Vision[®].

Our primary outcome was the rate of successful intubation, determined according to the most recent ERC guidelines of a >95% success rate within two attempts [19].

Materials and methods

The study was carried out with the prior permission of the Institutional Scientific and Human Research Ethics Committee of the University of Pécs (7176 –PTE 2018). The investigation was performed at the Medical Skills Lab of the University of Pécs Medical School, Hungary. Based on our previous study, we defined both the devices to be examined and the required minimum sample size [20]. All participants provided written consent prior to the study. Participation in the study was voluntary and the participants were free to withdraw consent any time. Based on the results of our previous similar study, the following laryngoscopes were selected for evaluation [20]: the Macintosh bladed DL, size 4, (KaWe[®], Asperg, Germany); (b) the VividTrac[®] with an adult channeled hyperangulated blade (Vivid Medical, Palo Alto, USA); and the King Vision[®] with a size 3 channeled standard blade (Ambu, Copenhagen, Denmark). To allow an ideal picture size for the provider, the VividTrac[®] was connected to a 13.3" thin-film transistor screen panel. Since resuscitation itself increases the difficulty of airway management and we mainly aimed to compare the VividTrac[®] to the gold standard DL, we performed calculations based on the „scenario B” intubation times of the VividTrac[®] (mean: 13.66 seconds) and the DL (mean: 20.93 seconds) [20]. With an enrollment ratio of 1:1, $\alpha = 0.05$ and $\beta = 0.1$ we estimated a minimum sample size of 29. In total, we included 44 participants. As nonprofessionals without broad intubation experience, medical students were invited to participate in our study. Novice users took part in a 15-minute training sessions supervised by a consulting anesthesiologist and experienced investigators. During practice, participants acquired manual skills and theoretical knowledge regarding the use of each laryngoscope in the normal airway scenario (scenario A) and in the difficult airway scenario (scenario B). The utilization of optimization maneuvers, the use of a bougie, and the estimation of the percentage of glottic opening (POGO) score were also explained and practiced. Their attention was drawn to the mechanism and the relevance of dental injuries. Airway training was carried out on the Laerdal[®] Airway Management Trainer (Laerdal[®], Stavanger, Norway). The study was performed using an Advanced Life Support (ALS) simulator (Ambu[®] Man Advanced) during continuous chest compressions performed by one of the study supervisors. Both the frequency and depth of chest compressions were in accordance with the protocol. This was verified by the provided Ambu[®] ALS monitoring program. The simulator mannequin was placed in a hospital ward bed to simulate the challenge of a potentially moving a patient’s body during CPR. Two airway management scenarios were assessed: “in scenario A”, during continuous chest compressions, head tilting was allowed in “scenario B”, the cervical spine was immobilized with manual in-

line stabilization (MILS) according to the Advanced Trauma Life Support algorithm. Each endotracheal intubation attempt was performed with a standard, cuffed, plastic, endotracheal tube 7.0 mm in internal diameter (Mallinckrodt[®], Covidien, Dublin, Ireland). Participants were asked to perform intubation with each device in both scenarios in a random order. Randomization was performed by the closed envelope method, and participants selected the order immediately before the scenarios. The primary endpoint was successful endotracheal intubation. Additional endpoints included the number of intubation attempts, laryngoscopy time, tube insertion time, and intubation time; furthermore, the best achieved POGO was determined. We recorded esophageal intubation, dental injury, and bougie use. The laryngoscopy time was defined from when the laryngoscope blade passed through the interdental line until the achievement of the best POGO indicated by the beginning of tube manipulation. The intubation time ranged from the passage of the tube through the interdental line to successful intubation. The tube insertion time was defined as the difference between the exploration and intubation times. Attempt failure was defined as follows: the attempt took more than 120 seconds; the tube was removed from the oral cavity; or esophageal intubation occurred (recognized by the participant). Intubation failure was defined as 3 unsuccessful intubation attempts, failure of the participant to recognize esophageal intubation, or attempt resignation by the participant. The participant could not ask for the chest compressions to be stopped during the intubation attempts.

After each scenario, we asked the participants to rate the device in the relevant scenario without ranking based on the ease of technical use (1 = easy, 5 = difficult), ease of physical use (1 = easy, 5 = difficult) and willingness to reuse (1 = would never use again, 5 = would like to use).

Statistical analysis

Analyses were conducted using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics software, version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Continuous and ordinal data are presented as the median and interquartile range (IQR), while categorical data are presented as raw numbers and frequencies. Nonparametric tests were used since the data were not normally distributed, including the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests. The Kruskal-Wallis test by ranks (one-way ANOVA on ranks) with Dunn's post hoc test was used to assess pairwise differences between devices regarding the following variables: laryngoscopy time, tube insertion time, intubation time, POGO score, ease of technical use, ease of physical use and willingness to reuse. Chi-square tests were used to evaluate differences in categorical data among devices regarding the rate of successful tracheal intubation, esophageal intubation, dental injury, and bougie usage. Values of $P < 0.05$ were considered significant.

Results

Data regarding "scenario A" are shown in detail in [Table 1](#).

We did not register unsuccessful intubation in „scenario A". The rate of success within two attempts was 86.4%, 93.2% and 95.5% using the DL, King Vision[®] and VividTrac[®], respectively. There were no significant differences in the number of intubation attempts or the best POGO score achieved. The King Vision[®] was faster regarding the tube insertion time than the VividTrac[®] ($P < 0.05$). The King Vision[®] was superior to the VividTrac[®] and DL in terms of the intubation time. There were no significant differences in the laryngoscopy time and tube insertion time between the VLS and DL. The participants recognized all cases of esophageal intubation. The incidence of esophageal intubation and bougie use was higher with the DL

Table 1. Results of “Scenario A”.

Scenario A	DL (n = 44)	KV (n = 44)	VT (n = 44)
Number of attempts (n, 1/2/3)	30/8/6	35/6/3	37/5/2
Laryngoscopy time (s)	10.09 [7.57–13.35]	9.36 [7.31–14.91]	9.3 [6.05–15.13]
Tube insertion time (s)	7.4 [5.84–14]	3.35 [2.33–8.7] [‡]	11.69 [5.3–19.61] [†]
Intubation time (s)	19.19 [14.28–27.09] [†]	15.2 [11.1–23.9] [‡]	23.08 [15.9–33.2] [†]
POGO (%)	75 [60, 90]	75 [70–80]	60 [50–90]
Ease of technical use (1–5)	2 [1–4]	3 [2–4]	2 [2–4]
Ease of physical use (1–5)	3 [2–4]	2 [2–3]	2 [1–3]
Willingness of reuse (1–5)	4 [3–5]	3 [2–4]	4 [2–5]
Use of bougie (n)	11 [‡]	0*	0*
Dental injury (n)	0	1	0
Esophageal intubation (n)	11 [‡]	1*	1*

Data are reported as the median [IQR] or as numbers (n).

*Significant difference ($P < 0.05$) compared to the DL.

†Significant difference ($P < 0.05$) compared to the KV.

‡Significant difference ($P < 0.05$) compared to the VT. DL: Direct laryngoscope (Macintosh), KV: King Vision[®], POGO: Percent of glottic opening, VT: VividTrac[®].

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260140.t001>

($P < 0.05$). Overall, only one dental injury occurred in this scenario. The score of neither the ease of use nor the willingness to reuse was significantly different among the devices.

Data regarding “scenario B” are shown in detail in [Table 2](#).

We did not register unsuccessful intubation in “scenario B”. The rate of success within two attempts was 88.6%, 97.7% and 84.1% using the DL, King Vision[®] and VividTrac[®], respectively. There were no significant differences in the number of intubation attempts or the best POGO score achieved. The laryngoscopy time was shorter with the VividTrac[®] than the King Vision[®] and DL ($P < 0.05$), but the King Vision[®] was superior to the VividTrac[®] and DL in

Table 2. Results of “Scenario B”.

Scenario B	DL (n = 44)	KV (n = 44)	VT (n = 44)
Number of attempts (n, 1/2/3)	35/4/5	40/3/1	35/2/7
Laryngoscopy time (s)	13.7 [8.37–18.89] [‡]	14.52 [10.72–26.05] [‡]	8.04 [6.33–14.33] ^{*†}
Tube insertion time (s)	8.15 [4.4–17.09] [†]	4.76 [2.05–11.42] ^{*‡}	8.09 [4.03–18.64] [†]
Intubation time (s)	23.39 [16.93–34.31]	21.91 [14.76–39.51]	20.83 [12.65–39.45]
POGO (%)	60 [40–80]	67.5 [50–80]	60 [40–76.3]
Ease of technical use (1–5)	3 [2–4]	3 [2–4]	2 [1–4]
Ease of physical use (1–5)	4 [2–4] [‡]	3 [2–4]	2 [1–3] [*]
Willingness of reuse (1–5)	3 [2–5]	3 [2–4]	4 [2–5]
Use of bougie (n)	17 [‡]	0*	0*
Dental injury (n)	0	0	0
Esophageal intubation (n)	7 [‡]	0*	0*

Data are reported as the median [IQR] or as numbers (n).

*Significant difference ($P < 0.05$) compared to the DL.

†Significant difference ($P < 0.05$) compared to the KV.

‡Significant difference ($P < 0.05$) compared to the VT. DL: Direct laryngoscope (Macintosh), KV: King Vision[®], POGO: Percent of glottic opening, VT: VividTrac[®].

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260140.t002>

terms of the tube insertion time. There were no significant differences in the intubation time among the devices. The VividTrac[®] received a better ease of physical use score than the DL ($P < 0.05$) and King Vision[®], but the scores for the ease of technical use and willingness to reuse were similar. Dental injury did not occur. The incidence of esophageal intubation and bougie use was higher with the DL ($P < 0.05$). The participants recognized all cases of esophageal intubation.

Discussion

Before detailed discussion of our results, the following limitations should be considered. All data were obtained from a monocentric mannequin study in which interventions were performed by medical students. The mannequin model may not precisely reproduce the intubation and resuscitation conditions of real patients. The time gap between the training and evaluation phases of the study was thirty minutes; therefore, the transferability of our findings into clinical practice is questionable. The training and measurement took place on two different simulators. Participants' intubation skills on the ALS simulator probably improved from scenario A to scenario B. Furthermore, dental trauma was assessed in a "yes" or "no" fashion, regardless of the exact number of "clicks" experienced during the attempts. MILS could decrease the effect of CPR on head and laryngeal structure movement and thus might affect differences between scenario A and B regarding airway difficulty.

The success of CPR is highly dependent on the effectiveness of chest compressions and their necessary interruptions. A longer chest compression interruption would deteriorate the overall CPR outcome [3]. In the hands of unexperienced providers, a DL would result in longer compression interruptions and multiple intubation attempts [9]. The use of a VL improved the Cormack-Lehane classification of the laryngoscopic view and decreased the number of intubation attempts in these scenarios [13,21]. Our study assessed the effectiveness of the King Vision[®] and VividTrac[®] during intubation by unexperienced users in a simulated reanimation situation. Previous studies have concluded that the type of laryngoscope used for intubation during CPR is not a significant factor of success among experienced users [11]. The recent literature is inconclusive regarding this question, as some former data have suggested that certain VLs are more suitable in this scenario, while other publications have reported no differences in benefits among different equipment [8,10,22].

The selected VLs have not been previously assessed. According to data in the literature, with using a DL, approximately 5.8% of cases are difficult airway cases, while during emergency situations (including CPR), 14.8% of cases are difficult [10]. In-line stabilization of the cervical spine can be used to simulate a difficult airway situation. All values for the LEMON criteria (mouth opening, modified Mallampati classification, and neck extension) worsen significantly after cervical collar application [23]. Literature regarding intubation by unexperienced providers in difficult airway situations during CPR are scarce, and the two VLs assessed herein have not been assessed in these scenarios before. According to our criteria, we did not register a failed intubation attempt with any device in any scenario. However, an acceptable success rate according to the most recent ERC guidelines ($>95\%$ within two attempts) was only achieved using the VividTrac[®] in "scenario A" and the King Vision[®] in "scenario B". In concordance with Han et al., we found a significantly higher esophageal intubation rate with the DL than with the VLs [8]. We found no difference in the number of intubation attempts between the DL and each VL in the simulated CPR intubation environment. A study by Gaszynska et al. was unable to demonstrate a significant difference between the King Vision[®] and DL [22], while other studies have found better success rates for particular VLs [7–10]. In the case of a difficult airway, the difference is also notable among experienced users [17].

A significant difference was not found among the laryngoscopes in the normal airway situation, while the VividTrac[®] yielded a significantly shorter laryngoscopy time than the other tools in the difficult airway situation. The King Vision[®] yielded a significantly shorter tube insertion time. Additionally, in “scenario A”, the King Vision[®] yielded a shorter intubation time than the VividTrac[®] and DL. In “scenario B”, no VL proved to be superior. Szarpak et al. and Han et al. formerly reported shorter laryngoscopy and intubation times with VLs than DLs [8,17], while there is controversy regarding the King Vision[®] compared to a DL [22].

The benefit of VLs in the hands of experienced users is still questionable. Earlier studies provided evidence that the use of certain VLs comes with the benefit of significantly shorter intubation time, while others did not show improvement even in the hands of unexperienced providers compared to DLs. In the case of experienced providers, it is more difficult to provide evidence for the use of VLs. The main difficulty of DLs is proper alignment of the mouth-oro-pharynx-glottic opening [5,24]. This procedure is not required during VL use; thus, former studies have reported better visualization results with VLs during CPR, independent of user experience [8,11,17]. In contrast, our results during constant chest compressions in both scenarios do not support this conclusion. While dental injury was not registered during the intubation attempts, the incidence of esophageal intubation was greater with the DL, which is in accordance with former results [9–11]. This might result from the possibility of visual checks during tube insertion with a VL [8]. The use of elastic tube guidance was significantly higher with the DL, although this might result from the fact that all VLs had tube-guiding sheaths.

Our previous study demonstrated easier technical and physical use of VLs than DLs [20]. This result is in concordance with the findings reported by Han et al., who also conducted a CPR study under uninterrupted chest compressions [8]. In contrast to these findings, we noted a significant difference only between the DL and VividTrac[®] in “scenario B”. In studies where the number of intubation attempts was lower and users found the use of a VL subjectively superior to that of a DL, an increased POGO score and lower incidence of intubation-related complications were registered [8]. Currently, an increasing number of VLs have become available on the market however, their real benefit during emergency intubation situations is not completely clear. The significant heterogeneity of the studied patient populations and study approaches could be a cause of the differences in the results of VL effectiveness [25]. Additionally, the experience of the studied providers might play a key role in these discrepancies.

Conclusion

All providers achieved successful intubation within three attempts in our study. While we found no device superior in any of our scenarios regarding the first-attempt success rate, the ERC criteria were met in the normal airway scenario only by the VividTrac[®] and in the difficult airway scenario only by the King Vision[®]. The King Vision[®] was superior to the Macintosh laryngoscope in terms of the intubation time in the normal airway scenario and noninferior in the difficult airway scenario among novice users. We noted significantly fewer instances of esophageal intubation by the VLs than the Macintosh laryngoscope in both scenarios. Based on our results, the KingVision[®] might be recommended over the VividTrac[®] and Macintosh laryngoscopes for further evaluation.

Supporting information

S1 Dataset.

(XLSX)

Author Contributions

Conceptualization: Bálint Nagy.

Data curation: Dóra Keresztes, Ákos Mérei, Martin Rozanovic, Edina Nagy, Zoltán Kovács-Ábrahám, János Oláh, Péter Maróti, Szilárd Rendeki, Gábor Woth.

Formal analysis: Ákos Mérei.

Investigation: Dóra Keresztes.

Methodology: Dóra Keresztes, Bálint Nagy.

Project administration: Dóra Keresztes.

Software: Dóra Keresztes.

Supervision: Bálint Nagy.

Validation: Bálint Nagy, Gábor Woth.

Writing – original draft: Dóra Keresztes, Martin Rozanovic, Edina Nagy, Zoltán Kovács-Ábrahám, János Oláh, Péter Maróti, Szilárd Rendeki.

Writing – review & editing: Bálint Nagy, Gábor Woth.

References

1. van Schuppen H, Boomars R, Kooij FO, den Tex P, Koster RW, Hollmann MW. Optimizing airway management and ventilation during prehospital advanced life support in out-of-hospital cardiac arrest: A narrative review. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2021; 35: 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.11.003> PMID: 33742579
2. Newell C, Grier S, Soar J. Airway and ventilation management during cardiopulmonary resuscitation and after successful resuscitation. *Crit Care.* 2018; 22: 190. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2121-y> PMID: 30111343
3. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation.* 2015; 95: 100–47. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.07.016> PMID: 26477701
4. Zaouter C, Calderon J, Hemmerling TM. Videolaryngoscopy as a new standard of care. *Br J Anaesth.* 2015; 114: 181–3. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu266> PMID: 25150988
5. Pieters BM, Eindhoven GB, Acott C, van Zundert AAJ. Pioneers of laryngoscopy: indirect, direct and video laryngoscopy. *Anaesth Intensive Care.* 2015; 43: 4–11. <https://doi.org/10.1177/0310057X150430S103> PMID: 26126070
6. Pott LM, Murray WB. Review of video laryngoscopy and rigid fiberoptic laryngoscopy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2008; 21: 750–8. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e3283184227> PMID: 18997526
7. Lee DH, Han M, An JY, Jung JY, Koh Y, Lim C-M, et al. Video laryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation during in-hospital cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 2015; 89: 195–9. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.11.030> PMID: 25541431
8. Han SK, Shin DH, Choi PC. Utility of the Pentax-AWS® without interruption of chest compression: Comparison of the Macintosh laryngoscope with the Pentax-AWS® in manikin model. *Resuscitation.* 2010; 81: 69–73. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.09.031> PMID: 19919888
9. Park SO, Kim JW, Na JH, Lee KH, Lee KR, Hong DY, et al. Video laryngoscopy improves the first-attempt success in endotracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation among novice physicians. *Resuscitation.* 2015; 89: 188–94. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.12.010> PMID: 25541427
10. Koyama J, Iwashita T, Okamoto K. Comparison of three types of laryngoscope for tracheal intubation during rhythmic chest compressions: A manikin study. *Resuscitation.* 2010; 81: 1172–4. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2010.05.020> PMID: 20598426
11. Min BC, Park JE, Lee GT, Kim TR, Yoon H, Cha WC, et al. C-MAC Video Laryngoscope versus Conventional Direct Laryngoscopy for Endotracheal Intubation During Cardiopulmonary Resuscitation. *Medicina (B Aires).* 2019; 55: 225. <https://doi.org/10.3390/medicina55060225> PMID: 31146497

12. Kim JW, Park SO, Lee KR, Hong DY, Baek KJ, Lee YH, et al. Video laryngoscopy vs. direct laryngoscopy: Which should be chosen for endotracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation? A prospective randomized controlled study of experienced intubators. *Resuscitation*. 2016; 105: 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.04.003> PMID: 27095126
13. Paolini J-B, Donati F, Drolet P. Review article: Video-laryngoscopy: another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Can J Anesth*. 2013; 60: 184–91. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9859-5> PMID: 23233395
14. Cierniak M, Timler D, Wieczorek A, Sekalski P, Borkowska N, Gaszynski T. The comparison of the technical parameters in endotracheal intubation devices: the Cmac, the Vividtrac, the McGrath Mac and the Kingvision. *J Clin Monit Comput*. 2016; 30: 379–87. <https://doi.org/10.1007/s10877-015-9727-2> PMID: 26120020
15. Hurford WE. The video revolution: A new view of laryngoscopy. *Respir Care*. 2010; 55: 1036–45. PMID: 20667151
16. Szarpak L. Laryngoscopes for difficult airway scenarios: a comparison of the available devices. *Expert Rev Med Devices*. 2018; 15: 631–43. <https://doi.org/10.1080/17434440.2018.1511423> PMID: 30099914
17. Szarpak L, Madziala A, Czekajlo M, Smereka J, Kaserer A, Dabrowski M, et al. Comparison of the UEScope videolaryngoscope with the Macintosh laryngoscope during simulated cardiopulmonary resuscitation. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97: e12085. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000012085> PMID: 30200089
18. Cook TM, El-Boghdady K, McGuire B, McNarry AF, Patel A, Higgs A. Consensus guidelines for managing the airway in patients with COVID -19. *Anaesthesia*. 2020; 75: 785–99. <https://doi.org/10.1111/anae.15054> PMID: 32221970
19. Perkins GD, Gräsner J-T, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021; 161: 1–60. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.003> PMID: 33773824
20. Rendeki S, Keresztes D, Woth G, Mérei, Rozanovic M, Rendeki M, et al. Comparison of VividTrac®, Airtraq®, King Vision®, Macintosh Laryngoscope and a Custom-Made Videolaryngoscope for difficult and normal airways in mannequins by novices. *BMC Anesthesiol*. 2017;17. <https://doi.org/10.1186/s12871-017-0313-7> PMID: 28143389
21. Griesdale DEG, Chau A, Isac G, Ayas N, Foster D, Irwin C, et al. Video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy in critically ill patients: a pilot randomized trial. *Can J Anesth*. 2012; 59: 1032–9. <https://doi.org/10.1007/s12630-012-9775-8> PMID: 22932944
22. Gaszynska E, Gaszynski T. Endotracheal Intubation Using the Macintosh Laryngoscope or KingVision Video Laryngoscope during Uninterrupted Chest Compression. *Biomed Res Int*. 2014; 1–4.
23. Yuk M, Yeo W, Lee K, Ko J, Park T. Cervical collar makes difficult airway: a simulation study using the LEMON criteria. *Clin Exp Emerg Med*. 2018; 5: 22–8. <https://doi.org/10.15441/ceem.16.185> PMID: 29618189
24. Wetsch WA, Spelten O, Hellmich M, Carlitscheck M, Padosch SA, Lier H, et al. Comparison of different video laryngoscopes for emergency intubation in a standardized airway manikin with immobilized cervical spine by experienced anaesthetists. A randomized, controlled crossover trial. *Resuscitation*. 2012; 83: 740–5. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.11.024> PMID: 22155448
25. Arulkumaran N, Lowe J, Ions R, Mendoza M, Bennett V, Dunser MW. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for emergency orotracheal intubation outside the operating room: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2018; 120: 712–24. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.12.041> PMID: 29576112