



**Jouni Nurmi**

erikoislääkäri, LT, dosentti  
HYKS Akuutti, FinnHEMS 10  
lääkärihelikopteri  
jouni.nurmi@hus.fi

# Potilasturvallinen anestesiaintubaatio lääkärihelikopterissa

Osa vaikeimmin sairastuneista ja vammautuneista potilaista hyötyy hengitystien varmistamisesta ensihoitovaiheessa. Turvallisimmin tämä toteutetaan noudattamalla standardoitua anestesiaintubaatioprotokollaa, mikä vähentää inhimillisten virheiden aiheuttamaa uhkaa potilasturvallisuudelle ja sujuvoittaa prosessia. Esihappeutuksessa ja laryngoskopiassa käytettävillä menetelmillä on merkittävä vaikutus komplikaatioiden ilmaantumiseen.

**H**engitystien hallinta on yksi kriittisesti sairaiden tai vammautuneiden potilaiden ensihoidon keskeisistä toimenpiteistä. Osa vaikeimmin vammautuneista potilaista tarvitsee kajoavaa hengitystien hoitoa avoimen hengitystien säilyttämiseksi ja kontrolloidun ventilaation toteuttamiseksi (1). Leikkaussalien ulkopuolella tapahtuvassa anestesiaintubaatioissa riskit ovat huomattavasti suuremmat verrattuna normaaliin leikkaussalitoimintaan: päivystyspoliklinikoilla ja teho-osastoilla

vakavien komplikaatioiden riski on 50–60 -kertainen ja näiden aiheuttama kuolleisuus huomattavasti korkeampi (2). Viime vuosina on noussut lisääntyvässä määrin huoli potilasturvallisuudesta ensihoidossa toteutetussa intubaatioissa. Syynä ovat tutkimuksissa havaitut huomattava vaihtelu intubaation onnistumistaajuudessa sekä erityisesti aivovammapotilaille huonolla hengitystien hallinnalla aiheutettu haitta.

Tuoreen meta-analyysin (3) mukaan ensihoidossa toteutetun intubaation onnistumistaajuus on keskimäärin 97 %, joskin vaihteluväli tutkimusten



välillä on huomattavaa ja joissain aineistoissa onnistumistaajuus on niin matala, että se aiheuttaa merkittävän potilasturvallisuusriskin. Ensimmäisellä yrityksellä 14 tutkimuksessa intuboiitiin yhteensä vain 78 % potilaista. Intubaatioyritysten lukumäärä on keskeinen potilasturvallisuusindikaattori, koska komplikaatioiden määrä lisääntyy huomattavasti yrityskertojen mukana: eurooppalaisessa monikeskustutkimuksessa komplikaatioiden taajuus oli 8 % intubaation onnistuessa yhdellä yrityksellä, mutta 40 % mikäli tarvittiin useita yrityksiä samalta suorittajalta (4). Koska intubaatioyrityksen onnistumiseen vaikuttavat lukuisat tekijät kuten potilaan valmistelu, tiimin yhteistoiminta, henkilöstön osaaminen ja potilaan esihappetus, kuvaa ensimmäisen yrityksen onnistuminen osittain myös koko prosessin toimintaa.

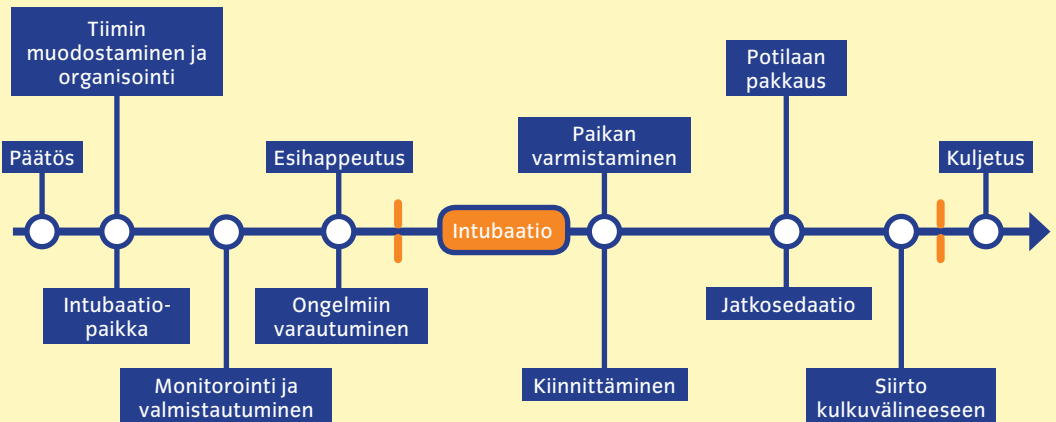
Huonosti toteutettu anestesiaintubaatio ensihoidossa johtaa kuolleisuuden lisääntymiseen. Tutkimuksessa, jossa ensihoitajat opetettiin toteuttamaan anestesiaintubaatio midatsolaamia ja sukkinyylikoliinia käyttäen aivovammapotilaille, olivat tulokset merkittävästi kaltaistettuja verrokkeja huonommat (5). Intubaatioryhmässä joka yhdestoista potilas kuoli, mikä tarkoittaa intuboitujen potilaiden ylikuolleisuutta, ja selviytyneidenkin neurologinen toipuminen oli heikompaa. Ongelmina toteutustavassa olivat ainakin riittämätön koulutus ja kehnosti suunniteltu protokolla, joiden seurauksena komplikaatiotaajuus oli korkea, toimenpiteeseen kului aikaa ja harva potilas oli normoventiloitu sairaalaan saavuttaessa. Toisaalta hyvin toimivan ensihoitajienkin toteutetun anestesiaintubaatioprosessin on osoitettu

**Huonosti toteutettu anestesiaintubaatio ensihoidossa johtaa kuolleisuuden lisääntymiseen.**

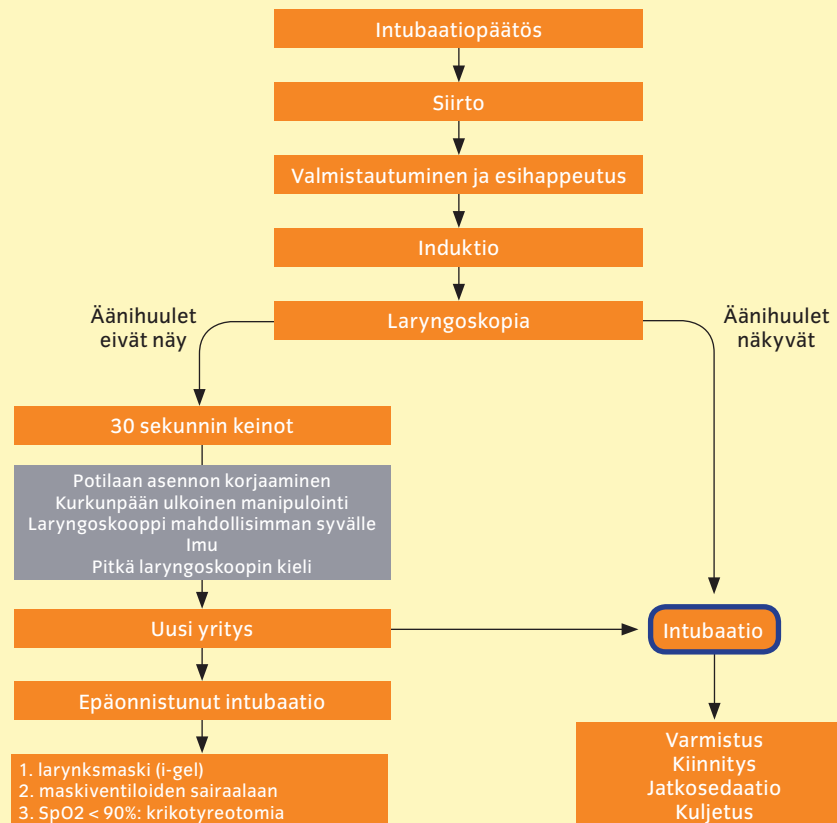
**Taulukko 1. HUS:n lääkärihelikopterin anestesiaintubaatioprotokollan pääkohdat.**

Valmistautuminen		
<b>Valmistautuminen ennen lääkärihelikopterin saapumista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intubaatiopaikka</li> <li>monitorointi</li> <li>imu</li> <li>hapen riittävyys</li> <li>siirron valmistelu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensihoitoyksikkö toteuttaa muistilistan mukaisesti</li> </ul>
<b>Intubaatiovälineet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lääkäriyksikön setti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>välineet vara- ja hätäsuunnitelmia varten aina saatavilla</li> </ul>
<b>Esihappetus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vähintään 3 min 100 % O<sub>2</sub></li> <li>ensisijaisesti spontaanihengitys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarvittaessa naamari-paljeventilointi</li> <li>Mikäli hypoksian riski lisääntynyt, lisäksi happiviikset 15 l/min.</li> <li>Happeutumishäiriöissä NIV</li> </ul>
<b>Varautuminen ongelmiin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>vasoaktiivi-infuusio</li> <li>torakostomiavalmius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>fenyylimfriini esitätetyssä ruiskussa aina saatavilla</li> </ul>
<b>Työnjako</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intubaatio</li> <li>avustaminen</li> <li>lääkkeet</li> <li>imu</li> <li>monitorin seuranta</li> <li>kaularangan tukeminen</li> </ul>	
Induktio ja intubaatio		
<b>Tarkistuslista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>HEMS Crew member lukee, koko tiimi osallistuu</li> </ul>	
<b>Induktio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>esketamiini 1 mg/kg</li> <li>rokuroni 1 mg/kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikäli kallonsisäinen paine on mahdollisesti koholla, annetaan fentanyyli 1–3 min ennen induktiota.</li> <li>Sokkisilta esketamiinin annos puolitetaan.</li> </ul>
<b>Intubaatio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>C-MAC-videolaryngoskooppi</li> <li>bougie (Frova)</li> <li>vakioitu kommunikointi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harjoitellut 30 sekunnin keinot, mikäli ei välittömästi näkyvyyttä</li> </ul>
Jatkohoito		
<b>Varmistaminen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kapnografi</li> </ul>	
<b>Kontrolloitu ventilaatio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aina ventilaattorilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ensisijaisesti ASV-moodi</li> </ul>
<b>Jatkosedaatio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>midatsolaami- ja fentanyylilokset</li> </ul>	
<b>Tarkistuslista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ABCDEF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ennen kuljetuksen aloittamista</li> </ul>

Kuva 1: Anestesiaintubaatioprosessi ensihoidossa.



Kuva 2: Lääkärihelikopterin laryngoskopia-algoritmi.



satunnaistetussa tutkimuksessa parantavan merkittävästi aivovammapotilaiden ennustetta (6). Tässä tutkimuksessa NNT suotuisan toipumisen suhteen oli 8. Samansuuntaista näyttöä on myös suomalaisesta lääkärihelikopteritoiminnasta (7).

Vaikuttaa siis siltä, että potilaan nukkuttaminen hengitystien varmistamista varten ensihoito-olosuhteissa on riskialtis toimenpide, joka hyvin

toteutettuna parantaa ennustetta. Elleivät resurssit ja olosuhteet mahdollista potilasturvallista toteutustapaa, on toimenpiteestä enemmän haittaa kuin hyötyä ja se tulee jättää tekemättä. Ensihoidossa toteutetusta anestesiasta on mm. Iso-Britanniasa hiljattain annettu potilasturvallisuussuositus, joka määrittelee minimitason toimenpiteen eri vaiheille (8).

## Anestesiaintubaatioprotokolla HUS:n lääkiheliikopterissa

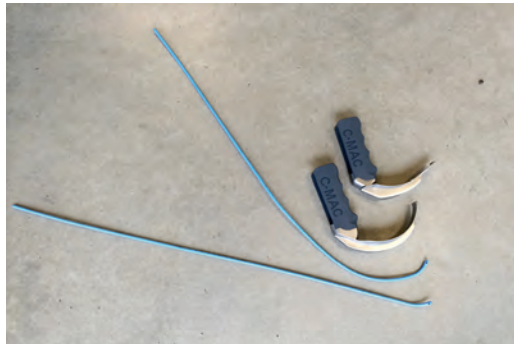
2015 otettiin HUS:n lääkiheliikopteri FinnHEMS 10:ssa käyttöön protokolla. Keskeisinä periaatteina olivat yhtenäisen toimintatavan käyttäminen jokaisella kerralla mahdollisuuksien mukaan sekä ensimmäisen intubaatioyrityksen onnistumistodennäköisyyden maksimointi. Protokolla määrittelee tehtävän kulun aina intubaatiopäätöksestä potilaan luovuttamiseen sairaalassa (Taulukko 1). Itse anestesian induktio ja intubaatio ovat vain pieni osa kokonaisuutta (Kuva 1).

Ensimmäisen intubaatioyrityksen onnistumisen todennäköisyyttä lisäävät kirjallisuuden mukaan lihasrelaksantin käyttö (9), videolaryngoskoopin käyttäminen (10) ja bougien käyttäminen (11). HUS:n lääkiheliikopterissa päädyttiin yhdistämään rutiinisti videolaryngoskopia C-MAC-videolaryngoskoopilla ja bougie viitteellisen kirjallisuuden ja omien kokeiluiden perusteella, vaikkakin kirjallisuus tekniikasta rajoittui vain tapausselostuksiin. Bougiena käytetään Frova-viejää (12), joka on perinteistä bougieta jäykempi ja muotoiltavissa videolaryngoskoopin kielen muotoon (Kuva 2).

Protokollan kehittämissä kiinnitettiin erityistä huomiota inhimillisten tekijöiden aiheuttamien riskien hallintaan. Jokaisella tehtävällä käytetään kolmea eri tarkistuslistaa. Ensimmäistä käyttävät potilaan luona olevat ensihoitajat valmistautuessaan toimenpiteeseen ennen lääkäriyksikön saapumista, kun päätös intubaatiosta on tehty. Toisella tarkistuslistalla varmistetaan juuri ennen induktiota ettei mitään turvallisuuden kannalta kriittistä ole unohdettu ja että koko tiimillä on yhteinen käsitys toimintasuunnitelmasta. Kolmas lista luetaan ennen potilaan kuljetuksen aloittamista. Tämän tarkoituksena on varmistaa esimerkiksi se, että potilaan jatkosedaatiosta on huolehdittu ja kuljetuksen aikana odotettavissa oleviin ongelmiin on varauduttu. Tilannetietoisuuden säilyttämiseksi yhden tiimin jäsenen tehtävä intubaation aikana on seurata monitoria ja ilmoittaa happisaturaation laskiessa tasolle 93 % tarpeesta keskeyttää intubaatioyritys.

## Protokollan käyttöönotto

Muutos toimintatavassa oli suuri: aiemmassa toimintakulttuurissa kukin lääkäri oli voinut tilannekohtaisesti päättää käyttämänsä lääkityksen ja laryngoskopiamenetelmän sekä muodostaa varasuunnitelman potilaskohtaisesti. Sen vuoksi lähestymistapa protokollan käyttöönottoon oli



Kuva 3: Frova-viejä voidaan taivuttaa laryngoskoopin kielen muotoiseksi, mikä helpottaa intubaatiota huomattavasti.

laaja-alainen. Omassa yksikössä järjestettiin luento-opetusta, levitettiin tietoa, simuloitiin, harjoiteltiin taitopajassa uutta laryngoskopiamenetelmää ja keskusteltiin henkilöstön kanssa uudesta toimintatavasta ("academic detailing").

Koska tiimissä toimii aina myös ensihoitajia, oli toimenpiteet kohdistettava koko alueen ensihoitoon. Lääkiheliikopterin lääkärit pitivät noin 20 luentotilaisuutta toiminta-alueellaan. Lisäksi protokolla jaettiin alueen kaikille toimijoille. Kunkin organisaation mielipidevaikuttajia pyrittiin tunnistamaan ja keskustelemaan heidän kanssaan toimintatavan muutoksesta. Odotettavissa oli jonkinasteista vastustusta, koska ennen protokollaa ensihoitajat olivat saaneet intuboida potilaita ensihoitolääkärin ohjauksessa, mutta protokollan myötä toimintatapa muuttui. Koska simulaatioharjoitetta ei jokaisen alueen noin 600 ensihoitajan kanssa voitu järjestää, päädyttiin tekemään julkisesti saatavilla oleva opetusvideo, jossa kuvataan potilasturvallinen toimintatapa yhteistehtävällä. Videota on katsottu yli 30 000 kertaa. Video on katsottavissa osoitteessa [youtu.be/nDD-6BFEzyA](https://youtu.be/nDD-6BFEzyA).

Lääkiheliikopterin tehtävätietokannan hengitystierekisteri tarjoaa mahdollisuuden käytäntöjen muutoksen seurantaan. Protokollan käyttöönoton jälkeen yksikkö osallistui myös pohjoismaiseen havainnoivaan monikeskustutkimukseen, minkä vuoksi tietoa hengitystienhallinnasta kerättiin puolentoista vuoden ajan vieläkin tarkemmin. Pari vuotta käyttöönoton jälkeen protokollakomplianssi on kaikilla mitatuilla muuttujilla noin 95 %. Huolimatta useiden tarkistuslistojen käyttämisestä jokaisella tehtävällä ja aiempaa merkittävästi huolellisemmasta varautumisesta mahdollisesti ilmaantuviin ongelmiin on kohteessa käytetty uuden protokollan käyttöönoton jälkeen noin viisi minuuttia lyhyempi aika. Käytännön kokemukset tukevat havaintoa: yhtenäisellä toimintatavalla tehtävien sujuvuus on noussut uudelle tasolle.

**Protokollan käyttöönoton jälkeen intubaatioista ensihoito-olosuhteissa onnistuu ensimmäisellä yrityksellä yli 98 %.**



Anestesiaintubaatio-tarkistuslista	
Taktiikka	2 yritystä, saturaattoraja 93 %, varalla i-Gel, hätäsuunnitelma kriko / poikkeava suunnitelma
Esihappetus	käynnissä / lisätään happiviikset / aloitetaan NIV
Asento	optimoitu / korjataan
EKG	rytmi ja taajuus / vaatii toimenpiteitä
Verenpaine	systolinen XXX ja automaattilla / vaatii toimenpiteitä
Happisaturaatio	XX % / vaatii toimenpiteitä
Kapnometri	valmiina
Hengityspalje	testattu
Imu	testattu
Intubaatioputki	koko X, liukastettu ja testattu
Laryngoskooppi	valmiina, kieli X
Viejä	bougie / kara / ei tarvetta
Varmistusvälineet	UÄ / stetoskooppi / kapno
Kiinnitys	teippi / kanttinauha / muu
Happi	riittävästi
Lääkerei	toimiva IV / toimiva IO
Lääkkeet	ruiskuissa olevat lääkkeet, ruiskut merkitty
Työnjako	intubaatio, avustaja, lääkkeet, monitori, imu, kaularanka, -muu?
Kenelläkään lisättävää?	
Tarkistuslista valmis 6.11.2017	

Kuva 4: Ennen induktiota luettava tarkistuslista.

Uusi laryngoskopiamentelmäkin on osoittautunut toimivaksi. Ennen sen käyttöönottoa vastasi yksikön ensimmäisellä intubaatioyrityksellä onnistumisen taajuus yleistä lääkäriyksikköjen tasoa ollen noin 85 %. Protokollan käyttöönoton jälkeen intubaatioista ensihoito-olosuhteissa onnistuu ensimmäisellä yrityksellä yli 98 %, mikä ylittää selvästi aiemmin muista järjestelmistä raportoidut tulokset.

### Sairaalan ulkopuolisen anestesian kehitystarpeet

Anestesiolla, mekaanisen ventilaation aloittamisella ja ventilaation säätämisen kautta valtimoveren hiilidioksidiosapaineeseen vaikuttamalla aiheutetaan muutoksia potilaan verenkiertoon ja aivojen verenvirtaukseen. Optimaalinen verenpaine- ja happipitoisuus esimerkiksi aivovammapotilaalla riippuu kallon sisäisestä paineesta, joka ei ensihoito-olosuhteissa ainakaan toistaiseksi ole mitattavissa. Aivojen hapentarjonta voi olla häiriintynyt myös esimerkiksi hypovolemisella vammautuneella potilaalla, jolla toisaalta tarpeeton verenpaineen kohottaminen vasoaktiivien voi lisätä verenvuotoa. Nykyisin käytössä oleva monitorointi ei riitä arvioimaan

onko potilaan verenkierto riittävä aivojen hapentarjonnan turvaamiseksi. NIRS (near infra-red spectroscopy) tarjoaa houkuttelevan, helpon ja noninvasiivisen lisän ensihoidon aikaiseen nuku- tettu potilaan monitorointiin, mutta toistaiseksi sen tuomasta lisäarvosta ei ole riittävästi tietoa.

Esketamiini ja rokuroni (ja midatsolaami ja/tai fentanyl) vaikuttavat varsin hyvältä lää- keyhdistelmältä anestesian induktioon ensihoi- dossa, mutta optimaalinen lääkitys hengitystien varmistamista varten ensihoidossa ei ole tiedos- sa. Erityisesti potilaat, joilla on neurologinen tai neurokirurginen hätätilanne, herättävät tältä osin kysymyksiä.

Sitä, miten ensihoidossa hyväksi havaitut käytännön soveltuvat sairaalassa toteutettaviin päivystyksellisiin intubaatioihin esimerkiksi päi- vystyspoliklinikalla, olisi mielekästä arvioida. ■

### Viitteet

- Lockey DJ, Healey B, Crewdson K, ym. Advanced airway management is necessary in prehospital trauma patients. *Br J Anaesth* 2015;114:657–62.
- Cook TM, Woodall N, Harper J, ym. Fourth National Audit Project. 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;106:632–42.
- Crewdson K, Lockey DJ, Røislien J, ym. The success of pre-hospital tracheal intubation by different pre-hospital providers: a systematic literature review and meta-analysis. *Critical Care* 2017;21:31.
- Sunde GA, Heltne JK, Lockey D, ym. Airway management by physician-staffed Helicopter Emergency Medical Services – a prospective, multicentre, observational study of 2,327 patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015;1–10.
- Davis DP, Hoyt DB, Fortlage D, ym. The effect of paramedic rapid sequence intubation on outcome in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2003;54:444–53.
- Bernard SA, Nguyen V, Cameron P, ym. Prehospital rapid sequence intubation improves functional outcome for patients with severe traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *Ann Surg* 2010;252:959–65.
- Pakkanen T, Kämäräinen A, Huhtala H, ym. Physician-staffed helicopter emergency medical service has a beneficial impact on the incidence of prehospital hypoxia and secured airways on patients with severe traumatic brain injury. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2017;25:1–7.
- Lockey DJ, Crewdson K, Davies G, ym. AAGBI: Safer pre-hospital anaesthesia 2017. *Anaesthesia* 2017;72:379–90.
- Wilcox SR, Bittner EA, Elmer J, ym. Neuromuscular blocking agent administration for emergent tracheal intubation is associated with decreased prevalence of procedure-related complications. *Crit Care Med* 2012;40:1808–13.
- Noppens RR, Geimer S, Eisel N, ym. Endotracheal intubation using the C-MAC® video laryngoscope or the Macintosh laryngoscope: A prospective, comparative study in the ICU. *Crit Care England*; 2012;16:R103.
- Combes X, Jabre P, Margenet A, ym. Unanticipated difficult airway management in the prehospital emergency setting: prospective validation of an algorithm. *Anesthesiology* 2011;114:105–10.
- Hodzovic I, Wilkes AR, Stacey M, ym. Evaluation of clinical effectiveness of Fropa single-use tracheal tube introducer. *Anaesthesia* 2008; 63:189–94.