UNIVERSITY OF HELSINKI

https://helda.helsinki.fi

Potilasturvallinen anestesiaintubaatio lääkärihelikopterissa

Nurmi, Jouni

2017
Suomen anestesiologiyhdistys
http://hdl.handle.net/10138/231640
Nurmi, J 2017, 'Potilasturvallinen anestesiaintubaatio lääkärihelikopterissa', Finnanest, Vuosikerta. 50, Nro 5, Sivut 404-408. < http://www.finnanest.fi/files /nurmi_potilasturvallinen_anestesiaintubaatio.pdf >

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository. https://helda.helsinki.fi
This is an electronic reprint of the original article.
This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.
Please cite the original version.



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.

Hengitystien 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 anestesiaintubaatiossa 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 lisääntyvissä määrin huoli potilasturvallisuudesta ensihoidossa toteutetussa intubaatiossa. 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 intuboitiin 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 esihappeutus, kuvaa ensimmäisen yrityksen onnistuminen osittain myös koko prosessin toimintaa.

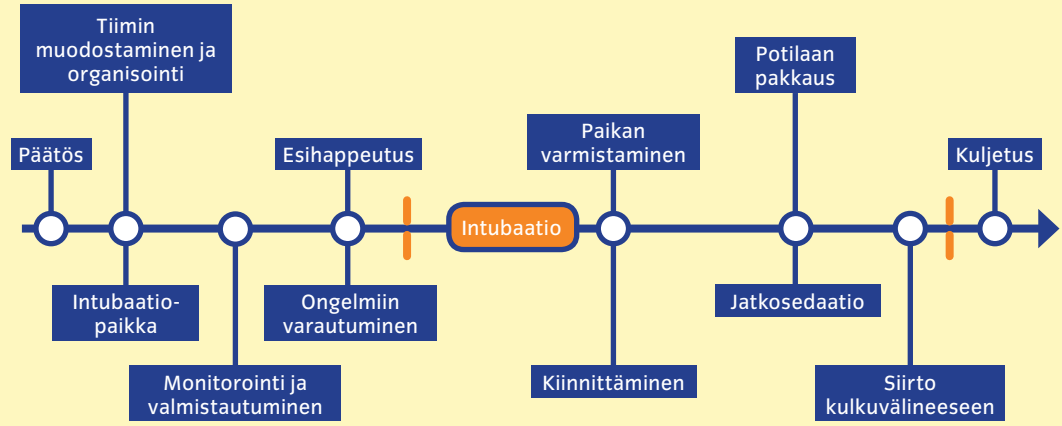
Huonosti toteutettu anestesiaintubaatio ensihoidossa johtaa kuolleisuuden lisääntymiseen. Tutkimuksessa, jossa ensihoitajat opetettiin toteuttamaan anestesiaintubaatio midatsolaamia ja sukkinyylikoliinia käyttäen aivovammapotilaille, olivat tulokset merkittävästi kaltaistettuja verrokkeja huonommat (5). 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 toteuttaman anestesiaintubaatioprosessin on osoitettu

Huonosti toteutettu anestesiaintubaatio ensihoidossa johtaa kuolleisuuden lisääntymiseen.

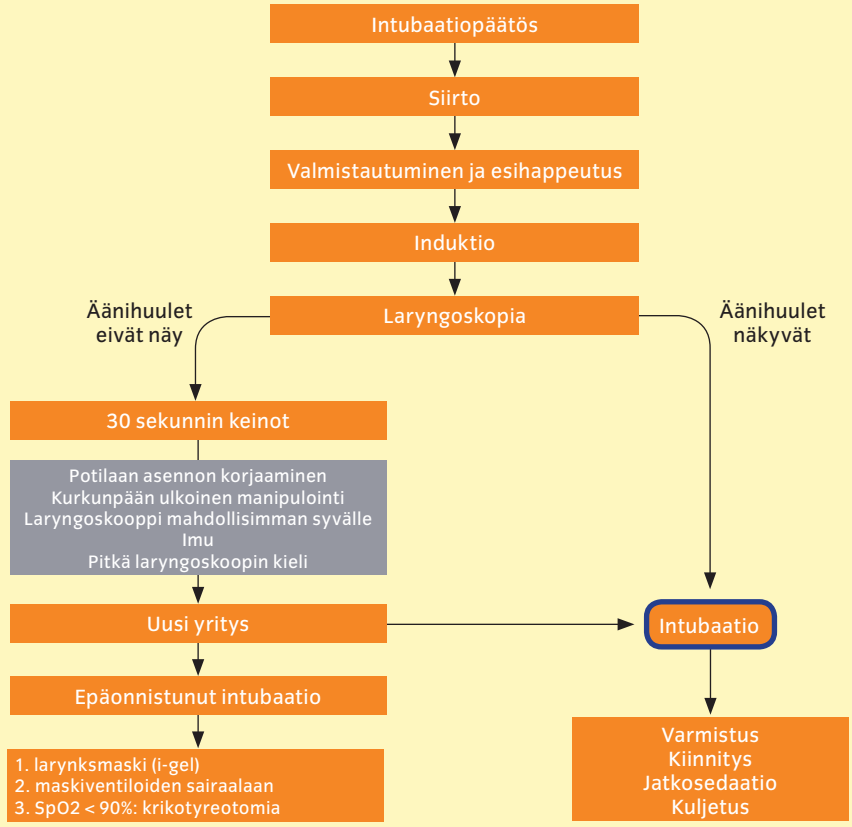
Taulukko 1. HUS:n lääkärihelikopterin anestesiaintubaatioprotokollan pääkohdat.

Valmistautuminen		
Valmistautuminen ennen lääkärihelikopterin saapumista	▪ intubaatiopaikka ▪ monitorointi ▪ imu ▪ hapen riittävyys ▪ siirron valmistelu	▪ ensihoitoyksikkö toteuttaa muistilistan mukaisesti
Intubaatiovälineet	▪ lääkäriyksikön setti	▪ välineet vara- ja hätäsuunnitelmia varten aina saatavilla
Esihappeutus	▪ vähintään 3 min 100 % O2 ▪ ensisijaisesti spontaanihengitys	▪ Tarvittaessa naamari-paljeventilointi ▪ Mikäli hypoksian riski lisääntynyt, lisäksi happiviikset 15 l/min. ▪ Happeutumishäiriöissä NIV
Varautuminen ongelmiin	▪ vasoaktiivi-infuusio ▪ torakostomiavalmius	▪ fenyyliefriini esitäytetyssä ruiskussa aina saatavilla
Työnjako	▪ intubaatio ▪ avustaminen ▪ lääkkeet ▪ imu ▪ monitorin seuranta ▪ kaularangan tukeminen	
Induktio ja intubaatio		
Tarkistuslista	▪ HEMS Crew member lukee, koko tiimi osallistuu	
Induktio	▪ esketamiini 1 mg/kg ▪ rokuroni 1 mg/kg	▪ Mikäli kallonsisäinen paine on mahdollisesti koholla, annetaan fentanyyli 1–3 min ennen induktiota. ▪ Sokkisilta esketamiinin annos puolitetaan.
Intubaatio	▪ C-MAC-videolaryngoskooppi ▪ bougie (Frova) ▪ vakioitu kommunikointi	▪ Harjoitellut 30 sekunnin keinot, mikäli ei välittömästi näkyvyyttä
Jatkohoito		
Varmistaminen	▪ kapnografi	
Kontrolloitu ventilaatio	▪ aina ventilaattorilla	▪ ensisijaisesti ASV-moodi
Jatkosedaatio	▪ midatsolaami- ja fentanyylibolukset	
Tarkistuslista	▪ ABCDEF	▪ ennen kuljetuksen aloittamista

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 nukuttaminen 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-Britanniassa hiljattain annettu potilasturvallisuussuositus, joka määrittelee minimitason toimenpiteen eri vaiheille (8).

Anestesiaintubaatioprotokolla HUS:n lääkärihelikopterissa

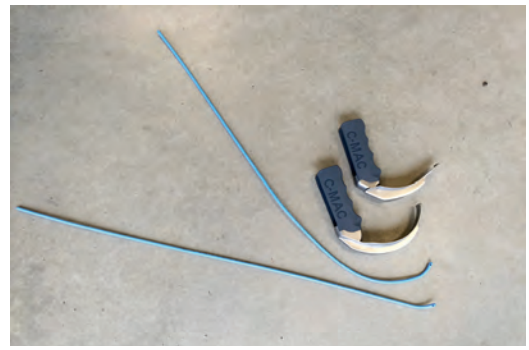
2015 otettiin HUS:n lääkärihelikopteri Finn-HEMS 10:ssa käyttöön protokolla. Keskeisinä periaatteina olivat yhtenäisen toimintatavan käyttäminen jokaisella kerralla mahdollisuuksien mukaan sekä ensimmäisen intubaatioyrityksen onnistumistodennäköisyyden maksimointi. Protokolla määrittelee tehtävän kulun 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 lääkärihelikopterissa 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 kehittelyssä 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 laaja-alainen. Omassa yksikössä järjestettiin luento-opetusta, levitettiin tietoa, simuloitiin, harjoiteltiin taitopajassa uutta laryngoskopiamenetelmää ja keskusteltiin henkilöstön kanssa uudesta toimintatavasta (”academic detailing”).



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

Koska tiimissä toimii aina myös ensihoitajia, oli toimenpiteet kohdistettava koko alueen ensihoitoon. Lääkärihelikopterin 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 toimintapa 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.

Lääkärihelikopterin 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, saturaatioraja 93 %, varalla i-Gel, hätäsuunnitelma kriko / poikkeava suunnitelma
Esihappeutus	käynnissä / lisätään happiviikset / aloitetaan NIV
Asento	optimoitu / korjataan
EKG	rytmi ja taajuus / vaatii toimenpiteitä
Verenpaine	systolinen XXX ja automaatilla / 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
Lääkereitti	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 laryngoskopiamenetelmäkin 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

Anestesialla, mekaanisen ventilaation aloittamisella ja ventilaation säätämisen kautta valtimoveren hiilidioksidiosapaineeseen vaikuttamalla aiheutetaan muutoksia potilaan verenkiertoon ja aivojen verenvirtaukseen. Optimaalinen verenpainetaso esimerkiksi aivovammapotilaalla riippuu kallonsisäisestä paineesta, joka ei ensihoito-olosuhteissa ainakaan toistaiseksi ole mitattavissa. Aivojen hapentarjonta voi olla häiriintynyt myös esimerkiksi hypovoleemisella vammapotilaalla, jolla toisaalta tarpeeton verenpaineen kohottaminen vasoaktiivein 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 nukutetun potilaan monitorointiin, mutta toistaiseksi sen tuomasta lisäarvosta ei ole riittävästi tietoa.

Esketamiini ja rokuroni (ja midatsolaami ja/tai fentanyyli) vaikuttavat varsin hyvältä lääkeyhdistelmältä anestesian induktioon ensihoidossa, mutta optimaalinen lääkitys hengitystien varmistamista varten ensihoidossa ei ole tiedossa. Erityisesti potilaat, joilla on neurologinen tai neurokirurginen hätätilanne, herättävät tältä osin kysymyksiä.

Sitä, miten ensihoidossa hyviksi havaitut käytännön soveltuvat sairaalassa toteutettaviin päivystyksellisiin intubaatioihin esimerkiksi päivystyspoliklinikalla, olisi mielekästä arvioida. ■

Viitteet

1. Lockey DJ, Healey B, Crewdson K, ym. Advanced airway management is necessary in prehospital trauma patients. Br J Anaesth England 2015;114:657–62.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Lockey DJ, Crewdson K, Davies G, ym. AAGBI: Safer pre-hospital anaesthesia 2017. Anaesthesia 2017;72:379–90.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Hodzovic I, Wilkes AR, Stacey M, ym. Evaluation of clinical effectiveness of Frova single-use tracheal tube introducer. Anaesthesia 2008; 63:189-94.