



**Hanna Illman**  
LT, erikoislääkäri  
Tyks, TOTTEK  
hanna.illman@tyks.fi

# Turboviikset tulivat taloon: suurivirtauksinen nenäkanyyli toimenpideosastolla

Suurivirtauksiset nenäkanyylit (high flow nasal cannula = HFNC; high flow nasal oxygenation = HFNO) ovat tulleet toimenpideosastoille todennäköisesti jäädäkseen. Niitä voidaan hyödyntää monenlaisten toimenpiteiden yhteydessä leikkausosastoilla ja muualla monipuolisesti. Kokemukset ovat olleet varsin myönteisiä.

**H**FNO-hoitoa on jo pidempään käytetty osana potilaan hengitystukihoitoa teho- ja valvontaosastoilla. Nenäkanyyleja voidaan käyttää sekä aikuis- että lapsipotilailla. Menetelmää käytetään yleisesti myös vastasyntyneiden ja keskosten tehohoidossa (1). Aivan viime vuosina markkinoille on tullut myös vastaavalla periaatteella toimivia, anestesiatoimintaan paremmin soveltuvia HFNO-laitteita. Käyttömahdollisuudet toimenpideosastoilla ovat moninaiset. Tähän mennessä julkaistut tutkimukset on kuitenkin tehty enimmäkseen melko pienillä aineistoilla. Tämän kirjoituksen tarkoituksena on käydä läpi laitteiden käyttöön liittyvät käytännön asiat pääpiirteittäin erityisesti toimenpideosastoja ajatellen.

## Taustaa

Spontaanisti hengittävän potilaan lisähapen annostelussa käytettävät tavanomaiset happinaamarit ja happiviikset, sekä näitä astetta tehokkaammat venturimaskit, tuottavat parhaimmillaan 6–15 l/min kaasuvirtauksia. Rauhallisen hengityksen aikana sisäänhengityksen

huippuvirtausnopeus on aikuisella noin 30 l/min, ja akuutissa hengitysvajauksessa jopa 100 l/min (2). Laitteen tarjoaman kaasuvirtauksen ollessa liian matala potilaan tarpeeseen nähden huoneilmaa sekoittuu annosteltavaan kaasuun, ja sisään hengitetyn kaasun happipitoisuus jää tarkoitettua matalammaksi. Lisäksi nämä tavanomaiset menetelmät kuivattavat limakalvoja huonontaen värekarvatoimintaa. Eritteiden poistuminen hengitysteistä vaikeutuu ja kuivuus aiheuttaa lisäksi epämukavuutta (3).

## Suurivirtauksinen nenäkanyyli: laitteen ominaisuudet

Suurivirtauksinen nenäkanyyli annostelee kaasua laitteesta riippuen jopa 70–120 litran minuuttivirtauksilla (4–5). Markkinoilla olevissa laitteissa on hieman eroavaisuuksia, joskin käyttöperiaate on sama. Suuri virtausnopeus vähentää huoneilman sekoittumista sisään hengitettävään kaasuun. Laitteisto lämmittää ja kosteuttaa kaasua tehokkaasti, mikä on välttämätöntä suurilla virtauksilla käytettäessä. Relatiivinen kosteus on jopa 100 %, ja annosteltavan kaasun lämpötila 37–39 °C. THRIVE-laitteet käyttävät 100-prosent-

tista happea (4). Osa laitteista käyttää sekoittajaa, jolloin hapen osuutta voidaan säätää tilanteen mukaan välillä 21–100 %.

Laitteiston voi pitää lähes käyttövalmiina, jolloin käyttöön ottaminen on sujuvaa. Kaasun kostutukseen käytetään steriiliä vettä. Letkustot ovat joko potilaskohtaisia tai päiväkohtaisia, jolloin potilaiden välillä vaihdetaan vain suodatin ja nenäkanyyliosa. Laite kytketään seinähapteen sekä verkkovirtaan ja käynnistetään. Kaasun annetaan lämmetä ja kostua riittävästi ennen kanyylin käyttöä. Kaasu lämpenee letkuston sisällä. Valmisteluihin menee muutama minuutti. Potilaan tulisi olla puoli-istuvassa asennossa. Hereillä olevalla aikuispotilaalla voidaan aloittaa noin 30 litran minuuttivirtauksella, ja säätää virtausnopeutta sen jälkeen tarpeen mukaan. Happea säädetään tilanteen mukaan.

Oikein käytettynä HFNO-hoito vähentää spontaanisti hengittävän potilaan hengitystyötä, huuhto ylähengitysteistä hiilidioksidia ja pienentää hengitysteiden kuollutta tilaa. Hiilidioksidin huuhtoutuminen on tehokkaampaa suurilla minuuttivirtauksilla (2, 4). Hengitysteihin muodostuu pienehkö (3–7 cmH<sub>2</sub>O:n) positiivinen paine (6), joka mahdollisesti auttaa rekrytoimaan keuhkorakkuloita (2). Hengittäminen suu avoimena vähentää tätä vaikutusta. Kaasun kosteuttaminen ja lämmittäminen parantaa hengitysteiden limakalvojen värekarvatoimintaa, ja helpottaa liman ja eritteiden poistumista hengitysteistä (6).

Noninvasiiviseen ventilaatioon (NIV) verrattuna nenäkanyyli tarjoaa lukuisia etuja. Nenäkanyyli on yleensä paremmin siedetty, jolloin potilaan yhteistyökyky paranee, sedaation tarve vähenee ja kommunikointi potilaan kanssa on helpompaa. Lisäksi tajuissaan oleva, hengitystukea tarvitseva potilas voi syödä ja juoda käytön aikana, ja hampaiden pesukin onnistuu. Hapen ja virtauksen säätö ja titraaminen on yksinkertaista. HFNO-hoito vähentää (re-)intubaation tarvetta tehohoidossa olevilla potilailla (3). Vaikeassa hengitysvajauksessa HFNO-hoito ei välttämättä ole tarpeeksi tehokasta, ja hoidon riittävyttä onkin arvioitava riittävän usein (6).

### HFNO toimenpideosastolla: esihappetus ja vaikea hengitystie

Toimenpideosastoilla HFNO tarjoaa lukuisia mahdollisuuksia. Vaikean hengitystien hallinnassa tärkeimpänä tavoitteena on potilaan riittävä



Kuva 1. Suurivirtauksinen nenäkanyyli käytössä bronkofiberoskopian aikana anestesiainduktion jälkeen. Kuva Hanna Illman 2018.

happeutumisen. Suurivirtauksinen nenäkanyyli mahdollistaa hapen jatkuvan annostelun ilman taukoja siihen asti, että potilaan hengitystie on varmistettu joko intuboinnalla tai trakeostomia- teitse. Difficult Airway Societyn (DAS) vaikean intubaation hoitosuosituksessa vuodelta 2015 mainitaan HFNO yhtenä keinona jatkaa hapen antoa hengitystien varmistamisen ajaksi (7). Todennäköisesti seuraavassa ohjeistuksessa nähdään jo suositus tästä.

Hereillä olevan potilaan fiberoptinen intubatio tulee yleensä kyseeseen, mikäli epäillään olevan riski avoimen hengitystien menettämiselle anestesiainduktion yhteydessä. Spontaanisti hengittävä potilas saattaa olla akuutissa tilanteessa valmiiksi hypokseeminen, ja toisinaan itse tähystystoimenpide voi ahtauttaa hengitysteitä kriittisesti. Myös esimerkiksi verenvuoto fiberoskopian aikana on mahdollinen. Erityisesti hengitysvajauksesta kärsivällä potilaalla annettu sedaatio voi kevyenäkin aiheuttaa apnean. HFNO-hoidon avulla voidaan tehokkaasti estää happisaturaation laskua hereillä olevan potilaan hengitystien varmistamisen aikana (8). Pehmeä nenäkanyyli ei estä fiberoskoopin viemistä sieraimen kautta (kuva 1), jolloin hapen anto jatkuu, kunnes hengitysputki viedään trakeaan. Näin intubojalle jää parhaassa tapauksessa aikaa suorittaa toimenpide rauhallisesti. Esihappetus nenäkanyylin avulla ennen toimenpiteen aloittamista antaa vielä lisää aikaa hengitystien varmistamiselle, mikäli hengitystie menetetään yllättäen kesken toimenpiteen (8).

**HFNO-hoito vähentää hengitystyötä, huuhto hiilidioksidia ylähengitysteistä ja pienentää kuollutta tilaa.**

>>

Rajoittavana tekijänä on todennäköisemmin hiilidioksidin kertyminen kuin happeutumisen ongelmat.

Esihappeutuksessa hengitysteissä oleva tyyppi huuhtoutuu ja vaihtuu happeen (denitrogenisaatio). Hengitysteihin muodostuu ylimääräinen happivaranto (4), jonka suuruuteen voidaan vaikuttaa jossain määrin optimoimalla potilaan asentoa ja vähentämällä atelektaasia (4). Potilas olisi hyvä saada puoli-istuvaan asentoon. Nenäkanyyli kiinnitetään potilaaseen laitteen käynnistymisen jälkeen kaasun lämmentyä riittävästi. Alkuun voidaan käyttää noin 30 l/min virtauksia ja 80–100-prosenttista happea. Esihappeutus nenäkanyylin avulla vapauttaa yhden ihmisen kädet muita valmisteluja varten (9). Tarkistuslistan ja kanyloinnin aikana saadaan sopivasti useita minutteja aikaa esihappeutukselle.

Induktion jälkeen virtausta nostetaan 70 (–120) l/min:aan. Potilaan leukaa nostetaan suun pysyessä suljettuna. Jotta nenäkanyyli voisi toimia, hengitystien tulee olla (riittävän) avoin. Maskiventilaation onnistuminen on syytä varmistaa epäselvissä tilanteissa ennen lihasrelaksantin annostelua. Mikäli maskiventilaatio onnistuu hyvin, voidaan laittaa naamari sivuun ja jatkaa apnean aikaista happeutusta (apnoeic oxygenation) (4) nenäkanyylin avulla, kunnes potilas on intuboitu.

Tavanomainen naamariventilaatio on usein alun alkaenkin hankalaa, mikäli potilaalla on haasteellinen hengitystie. Yleensä naamariventilaatio ei ainakaan muutu helpommaksi toistuvien intubaatioyritysten myötä. Intubaatioyritysten aikana naamari on joka kerta laitettava sivuun, jolloin hapen anto keskeytyy. Lisäksi naamarin pitäminen sitoo vähintään yhden henkilön kädet. HFNO-hoito antaa usein merkittävästi lisää aikaa hengitystien varmistamiseksi hengittämättömällä potilaalla anestesiainduktion yhteydessä (4). Tehokkaan hapen annon lisäksi hiilidioksidia poistuu jossain määrin potilaan hengitysteistä (apnoeic ventilation) (10). Hengitystien varmistamisen osoittautuessa erittäin vaikeaksi aika loppuu kuitenkin ennen pitkää kesken, ja happisaturaatio laskee kriittisen alas. Voi myös käydä niin, ettei laitteisto toimikaan odotetulla tavalla. Siksi on syytä aina arvioida huolellisesti ennen induktiota, onko sittenkin turvallisinta säilyttää potilaan spontaanihengitys hengitystien varmistaminen ajaksi.

### Nopea induktio

HFNO-kanyyilia voidaan myös käyttää tavallisen kasvonaamarin sijaan aspiraatorisissä olevan päivystyspotilaan nopeassa anestesiainduktiossa

(rapid sequence induction) (11). Joitakin vertailevia tutkimuksia on julkaistu. Ruotsalaisessa 80 potilaan tutkimuksessa nähtiin 13 % potilasta (= 5) happisaturaation lasku alle arvon 93 % naamari-induktion saaneessa ryhmässä, mutta HFNO-ryhmässä ei yhdelläkään potilaalla (11). Toisessa tutkimuksessa (n = 40) ei todettu ryhmien välillä eroja valtimoveren verikaasu-profilissa välittömästi intubaation jälkeen, vaikka HFNO-ryhmässä keskimääräinen apnea-aika oli 125 sekuntia pidempi (12).

Esihappeutus HFNO-kanyylin avulla ennen induktiota ja induktion aikana voi tulla kyseeseen muidenkin potilasryhmien kohdalla. Anestesia-induktion aikaisen hypoksemian suhteen korkean riskin potilaita ovat muun muassa vaikeasti obeesit, obstetriset, vaikeasti keuhkosairaat tai septiset potilaat (9). Ekstubaation jälkeen näiden potilaiden välittömässä postoperatiivisessa hoidossa voidaan myös usein hyödyntää nenäkanyylyä.

### Kurkunpään alueen toimenpiteet: apneatekniikat

Toimenpiteen kohdistuessa kurkunpään ja alempien hengitysteiden alueelle on hengitystie jaettu, mikä aiheuttaa anestesiologille ylimääräisiä haasteita. Kun hengitystien on leikkaavan lääkärin työskentelyaluetta, tarvitaan riittävästi näkyvyyttä ja tilaa instrumenteille sekä itse toimenpiteen tekemiseen. Samalla anestesiologin on kyettävä varmistamaan potilaan riittävä happeutumisen ja hiilidioksidin eliminaatio. Käytännössä usein käytetään tavallista ohuempia intubaatioputkia tai JET-ventilaatiota. Toisinaan käytetään spontaanihengitykseen perustuvia tekniikoita relaxoimattomalla ja intuboimattomalla potilaalla.

Kurkunpääkirurgiassa käytetään myös toisinaan apneatekniikoita, jolloin etuna on mahdollisimman esteetön näkyvyys ja pääsy toimenpidealueelle. Usein on käytetty tekniikkaa, jossa toimenpide keskeytetään aika ajoin, ja potilasta ventiloidaan intuboimalla potilas toistuvasti paikallaan olevan riippularyngoskoopin kautta (10). Kuvattu tekniikka ei ole ongelmaton. Lyhyissä kurkunpään alueen toimenpiteissä voidaan hyödyntää HFNO-tekniikkaa (10, 13, 14). Tällöin ei välttämättä jouduta ventiloimaan potilasta kesken toimenpiteen, ja lisäksi saadaan esteetön näkyvyys toimenpidealueelle.

Tähän mennessä julkaistuissa pienissä aineistoissa keskimääräinen apnea-aika on ollut noin 20 minuuttia esihappeutuksen jälkeen. Näissä

tutkimuksissa pystyttiin HFNO:n avulla säilyttämään varsin tyydyttävät olosuhteet kaasujenvaihdon kannalta (10, 13, 14). Eräissä tutkimuksissa yksittäisellä potilaalla apnean kesto oli jopa 65 minuuttia happisaturaation pysyessä yli 95 prosentissa (4). Toimenpiteen pitkittyessä hiilidioksidia kuitenkin retentoituu elimistöön aiheuttaen ajan myötä lisääntyvää respiratorista asidoosia (13). Rajoittavana tekijänä HFNO:n käytölle onkin todennäköisemmin ensisijaisesti hiilidioksidin kertyminen ja asidoosi, eivätkä niinkään happautumisen ongelmat. Hiilidioksidin monitorointia esimerkiksi transkutaanisesti tai toistetuista valtimoverinäytteistä olisi hyvä harkita. Happisaturaation liiallinen lasku on toki mahdollinen lyhyenkin toimenpiteen aikana, varsinkin ylipainoisilla potilailla. Siksi on aina oltava valmius potilaan ventiloimiseen vaihtoehtoisella menetelmällä.

HFNO:n ja laserin yhtäaikaisesta käytöstä on toistaiseksi varsin vähän tietoa, eikä suosituksia ole. Lienee varmintä välttää yhteiskäyttöä mahdollisen syttymisriskin vuoksi. Ainakin hengitysteiden tulipalo on raportoitu monopolaarisen diatermian ja HFNO:n samanaikaisen käytön yhteydessä (10).

### Muita käyttöaiheita

HFNO-hoitoa voidaan hyödyntää monenlaisten toimenpiteiden yhteydessä leikkausosastoilla ja muualla esimerkiksi ovat erilaisissa puudutusmenpiteissä hengitysvajauspotilailla, sedaatiota vaativissa täyhystystoimenpiteissä kuten ERCP, bronkoskopia ja BAL, sekä sedaatioissa tehtävissä suukirurgisissa toimenpiteissä. HFNO on käytössä joillakin synnytysosastoilla. Postoperatiivisesti HFNO-hoitoa voidaan käyttää hengitystukena, toisinaan noninvasiivisen ventilaation vaihtoehtona. Kraniotomiatilailailla menetelmää on käytetty postoperatiivisesti poistamaan kallon sisälle jäänyttä ilmaa.

### Vasta-aiheita

Vasta-aiheita HFNO-hoidolle ovat ainakin kasvojen alueen murtumat ja kallonpohjan murtuma, nenän tukkoisuus, ruokatorven repeämä, hoitamaton ilmarinta ja nenäverenvuoto. Nenäkanyylia ei pidä barotraumariskin vuoksi myöskään käyttää tiiviin anestesiaaamarin alla (9). Alentunut tajunnantaso ja kohonnut aspiraatio-riski ovat HFNO-hoidon vasta-aiheita ei-anestesoiduilla potilailla.

### Lopuksi

HFNO-hoito lienee tullut toimenpideoastoille jädäkseen. Kokemukset ovat tähän mennessä varsin myönteisiä, mutta tieteellinen näyttö menetelmän hyödyistä on toistaiseksi kuitenkin vähäistä. Hengitystien pysyminen avoimena on HFNO-hoidon onnistumisen kannalta ehdottoman tärkeää. Lukuisat potilaasta johtuvat tekijät ja tekninen toteutus vaikuttavat omalta osaltaan hoidon onnistumiseen. Mahdollisiin ongelmiin on siksi aina varauduttava. ■

### Viitteet

1. Lee JH, Rehder KJ, Williford L, Cheifetz IM, Turner DA. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Medicine* 39: 247-57, 2013.
2. Drake MG. High-Flow Nasal Cannula Oxygen in Adults: An Evidence-based Assessment. *AnnalsATS* 15: 145-55, 2018.
3. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, Montini L, De Gaetano A, Navalesi P, Antonelli M. Nasal High-Flow versus Venturi Mask Oxygen Therapy after Extubation. *Am J Respir Crit Care Med* 190: 282-8, 2014.
4. Patel A, Nouraei SAR. Transnasal Humidified Rapid-insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 70: 323-9, 2015.
5. Armstrong Medical. [www.armstrongmedical.net/anaesthesia/pre-oxygenation/point](http://www.armstrongmedical.net/anaesthesia/pre-oxygenation/point)
6. Renda T, Corrado A, Iskandar G, Pelaia G, Abdalla K, Navalesi P. High-flow nasal oxygen therapy in intensive care and anaesthesia. *Br J Anaesth* 120: 18-27, 2018.
7. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 115: 827-48, 2015.
8. Badiger S, John M, Fearnley RA, Ahmad I. Optimizing oxygenation and intubation conditions during awake fibre-optic intubation using a high-flow nasal oxygen-delivery system. *Br J Anaesth* 115: 629-32, 2015.
9. Doyle AJ, Stodaly D, Mariyaselvam M, Wijewardena G, Gent E, Blunt M, Young P. Preoxygenation and apneic oxygenation using Transnasal Humidified Rapid-insufflation Ventilatory Exchange for emergency intubation. *J Crit Care* 36: 8-12, 2016.
10. Lyons C, Callaghan M. Apnoeic oxygenation with high-flow nasal oxygen for laryngeal surgery: a case series. *Anaesthesia* 72: 1379-87, 2017.
11. Lodenius Å, Piehl J, Östlund A, Ullman J, Jonsson Fagerlund M. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) vs. facemask breathing pre-oxygenation for rapid sequence induction in adults: a prospective randomised non-blinded clinical trial. *Anaesthesia* 73: 564-71, 2018.
12. Mir F, Patel A, Iqbal R, Cecconi M, Nouraei SAR. A randomised controlled trial comparing transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) pre-oxygenation with facemask pre-oxygenation in patients undergoing rapid sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia* :1-5, 2016.
13. Gustafsson IM, Lodenius Å, Tunelli J, Ullman J, Jonsson Fagerlund M. Apnoeic oxygenation in adults under general anaesthesia using Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE) – a physiological study. *Br J Anaesth* 118: 610-7, 2017.
14. To K, Harding F, Scott M, Milligan P, Nixon IJ, Adamson R, McNarry AF. The use of Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange in 17 cases of subglottic stenosis. *Clin Otolaryngol.* 42: 1407-10, 2017.