

tetty perinteisen intubaation (ja sen apuvälineiden) vaihtoehtona larynxtuubia (LT). Lapsilla suositetaan vielä larynxmaskia (LMA). LT:stä on karttunut vuoden aikana hyviä kokemuksia sekä kohteessa että lennon aikana asennettuna. Lennon aikana ei pääse potilaan pääpuolelle, joten ilmatien hallinta on tehtävä etukautta. Kirurgisen ilmatien tekoon on myös oma neulasetti. Intuboituja ja sedatoituja potilaita varten on kopterissa Drägerin Oxylog 3000™ -respiraattori. Sedaatioon on toistaiseksi käytetty pääasiassa alfentaniilia ja diatsepaamia. Valikoimista löytyy myös oksikonia. Propofoli on ollut neljä vuotta ongelmitta käytössä sedaatioon, mutta sen käytöstä on luovuttu viimeisimmässä päivityksessä. Uusina lääkkeinä valikoimiin lisättiin midatsolaami ja noradrenaliini. Muilta osin lääkevalikoima kattaa yleiset hoitotason lääkkeet.

Lopuksi

ASLAK on toiminut Lapin olosuhteissa kymmenen vuotta yrittäen omalta osaltaan aktiivises-

ti nostaa ensihoidon profiilia Suomen pohjoisissa osissa. Yhteistyö eri kumppaneiden kanssa, kentällä ja sairaalassa on sujunut sujuvasti ja potilaan etua ajatellen. Koko henkilöstömme on tehtäviinsä hyvin sitoutunut ja jaksaa päivittäisestä operatiivisiin tehtäviin osallistumisesta huolimatta vielä keskittyä oman vastualueensa kehittämiseen. Tällä hetkellä työn alla on ollut mm. Lapin sairaanhoitopiirin suuronnettomuusvalmiuden parantaminen, eri toimijoiden kanssa yhdessä toteutetut simulatiokoulutukset ja muu osaamisen kehittäminen. Lisäksi ASLAKin henkilöstö oli aktiivisesti mukana perustamassa henkilöstöyhdistystä lääkäri- ja pelastushelikoptereiden lentoavustajille ja ensihoitajille. Uusi terveydenhuoltolaki ja sen mukana tulevat haasteet tulevat varmasti ensi vuonna työllistämään ja puhuttamaan ensihoitoa Lapissakin. □

Jukka Kettunen

Ensihoitaja

Pelastushelikopteri ASLAK

Sodankylä

[juka.kettunen\[a\]aslak.fi](mailto:juka.kettunen[a]aslak.fi)

Tehohoitoa ilmassa

Vakavasti sairaita potilaita kuljetetaan yhä useammin lentäen. Lentokuljetusten lisääntymiseen vaikuttavat matkailu ja maailman globalisoituminen. Matkailijat hakeutuvat yhä merkillisempiin kohteisiin ja paikkoihin, joissa kukaan ei vielä ole käynyt. Länsimaista työvoimaa liikkuu kolmansiin maihin suuntautuneiden investointien myötä. Usein mukaan liittyvät omien perheenjäsenten lisäksi myös muiden sidosryhmien ja yhteisöjen, kuten koulun ja kirkon, edustajat.

Potilaan hoito lentokuljetuksen aikana tulee olla yhtä hyvää kuin sairaalassa. Potilaan tila ei lennon aikana saa huonontua, jotta hoito vastaanottavassa yksikössä voi jatkua suunnitellusti.

Useimmiten ulkomailla sairastuneita potilaita siirretään kotimaahan sen vuoksi, että kyseisessä maassa ei ole saatavissa riittävän hyvätasoista lääketieteellistä hoitoa. Diagnostiset keinot ja välineet voivat olla puutteellisia. Kulttuurista johtuvat tavat ja tottumukset voivat poiketa totutusta. Myös hoidossa tarvittavista laitteista ja lääkkeistä saattaa olla pula. Sairauden vakavuus ja hoito-

mahdollisuudet matkustuskohteessa ovat ensisijaisia kysymyksiä, kun mietitään ambulanssilentojen hyödyntämistä.

Sen sijaan pitkälle kehittyneiden maiden välisissä potilassiirroissa ei yleensä ole kyse totuttua vaatimattomammasta hoidon tasosta, vaan sairauden pitkittymisestä, jolloin muut syyt nousevat merkittäviksi. Sosiaalisten kontaktien puute ja kommunikaatiovaikeudet vieraalla kielellä voivat olla merkittävä este toipumiselle ja valtava psyykinen rasite potilaalle. Lisäksi hoidon pitkittyessä kustannusten merkitys kasvaa. Joskus kuljetusten taustalla ovat maantieteelliset seikat, kuten saaristoalueilla.



Kehittyneiden maiden sisäiset siirrot ovat usein tehohoitoisten potilaiden sairaalasiirtoja, joissa potilaita siirretään tiettyjen sairauksien hoitoon perehtyneisiin erityisklinikoihin. Tällaisia erityisklinikoita Suomessa ovat mm. palovammayksiköt Kuopiossa ja Helsingissä, painekammiohoito Turussa ja pienimpien keskosten, maksasairauksien sekä transplantaatioiden hoitoyksiköt Helsingissä. Joskus paikallinen tehohoitopaikkojen puute voi johtaa potilaan siirtoon toiseen yksikköön.

Ennen kuljetusta

Ensiarvoisen tärkeää on tutustua huolellisesti etukäteen potilaan esitietoihin ja nykytilaan. Nykyisessä sairaudessa merkityksellisiä ovat alkuaikakohta, oireet, tutkimustulokset ja annetut hoidot. Siirron suunnittelun kannalta tärkeitä ovat potilaan vitaalielintoiminnot, käytössä olevat valvontamenetelmät ja lääkitykset. On tiedettävä, tarvitseeko potilas mekaanista ventilaatiota, kuinka hän happeutuu, onko hemodynamiikka vakaa vai tarvitaanko runsasta verenkiertoa tukevaa lääkitystä.

Riskit kartoitetaan mahdollisimman tarkasti ja niihin pyritään vaikuttamaan oikein valitulla siirtoajankohdalla ja tavalla. Pitkät matkat ja mm. sääolosuhteet puoltavat lentokoneen käyttöä, sillä näin itse siirtoaika jää yleensä lyhyeksi. Potilaan tilan stabilointi ja siirtokuntoon saattaminen on turvallisinta tehdä lähettävässä sairaalassa kuljetusta odotellessa.

Potilaan tilan selvittämisen ohella vähintään yhtä tärkeää on suunnitella huolellisesti kuljetuksen tekninen toteutus. Sähkö, happi ja ilma eivät saa loppua kesken. Lääkintäkaasuja tulee olla varattuina kaksinkertainen määrä laskettuun tarpeeseen nähden. Sairaalan, ambulanssin ja lentokoneen välineiden liittimien on oltava yhteensopivia, että potilaan hoitoon ja valvontaan ei tule katkoksia



eri kuljetusvälineistä toiseen siirrettäessä. Lääkintälaitteiden on toimittava tarvittaessa useita tunteja omalla akkukapasiteetilla.

Hoito lennon aikana

Siirron aikana potilasta pyritään valvomaan ja hoitamaan kuten sairaalassa. Kaikki tarpeellinen tehdään, mutta tarpeettomia hoitotoimia vältetään. Kuljetuksen aikana käytetään tavanomaisia, monipuolisia valvontamonitoreja, joilla voidaan tarvittaessa mitata myös invasiivipaineita. Hengityksen riittävyttä arvioidaan kapnometrialla ja verikaasuanalysillä. Matkan aikana voidaan ottaa myös laboratorionäytteitä. Esimerkiksi elektrolyy-

tit, verensokeri, hemoglobiini ja sydänentsyymit saadaan määritettyä lennon aikana. Yleensä potilaan liikuttelu lisää liman eritystä ja sen irtoamista, joten hengitystiet pidetään puhtaina ja avoimina säännöllisillä imuilla. Dreenieritteet ja diureesi mitataan ja pleuraimu pidetään toiminnassa. Lisäksi huolehditaan nestehoidosta, lääkeinfuusioista ja muista säännöllisistä lääkityksistä.

Ilmanpaine rajoittaa

Maanpinnalla ilmanpaine on 1013 mbar (100 KPa). 5 km:n korkeudessa ilmanpaine laskee puoleen ja 10 km:n korkeudessa neljäsosaan maanpinnan ilmanpaineesta. Esimerkiksi ilmapallon tilavuus kaksinkertaistuu 5 km:ssä ja nelinkertaistuu 10 km:ssä. Potkuriturbiinikoneiden lentokorkeus on noin 5 km ja suihkukoneiden 10 km. Reittiliikenteessä, samoin kuin potilaskuljetuksissa käytävissä lentokoneissa, matkustajat ovat paineistettuja, jolloin käytännössä todellisesta lentokorkeudesta huolimatta matkustajat oleilevat noin 2 km:n korkeutta vastaavassa ilmanpaineessa. Tässä korkeudessa ilma laajenee alkuperäisestä noin 30 %.

Merkittäviä ongelmia ilman laajeneminen aiheuttaa niille potilaille, joilla on ilmaa suljetuissa onteloissa. Niin terveillä kuin sairailakin ihmisillä välikorvan ja nenän sivuonteloiden ilmasutusongelmat aiheuttavat harvoin ongelmia muulloin kuin nousujen ja laskujen aikana. Harvoin esimerkiksi parasenteetin tekeminen on tarpeellista ja oireita voi lievittää esimerkiksi sympatomimeettisillä nenätipoilla. Suuret määrät ilmaa GI-kanavassa ileuksen tai muun syyn vuoksi samoin kuin pneumothorax tulisi hoitaa ennen kuljetusta, mikäli mahdollista. Ilman laajeneminen ei kuitenkaan ole este kuljetukselle, sillä lentokorkeus voidaan suunnitella tehtäväksi niin matalalla, että matkustamon paineistus pysyy meren pinnan tasolla. Esimerkiksi MedFlight Finland on onnistuneesti siirtänyt pneumothorax-potilaan, jolta yrityksistä huolimatta ei saatu dreneerattua kaikkea ilmaa ennen siirtoa.

Ainoa absoluuttinen kontraindikaatio lentoitsetse tapahtuvalle siirrolle on ilma kallossa esim. trauman tai neurokirurgisen leikkauksen jälkeen. Tällöin potilaalla on usein myös aivoödeema ja koholla oleva kallonsisäinen paine. Lennon aikana esiintyy aina pieniä paineen vaihteluita, vaikka lento tapahtuisi ns. meren pinnalla. Tämän vuoksi lennon aikana potilaan kallonsisäinen paine voi kasvaa kriittiseksi.

Hapen osapaine vaikuttaa

Ilmakehän koostumus eri korkeuksissa on sama. Siten 5 km:n ja 10 km:n korkeudessa happea on 21 % kuten maan pinnallakin, mutta hapen osapaineen (PaO_2) pienetessä yksittäisiä happimolekyyliä on tarjolla korkealla vähemmän kuin maassa. Terveellä ihmisellä 5 km:n korkeudessa SpO_2 on noin 80 % ja PaO_2 noin 9 kPa. 10 km:n korkeudessa SpO_2 on reilusti alle 60 % ja PaO_2 vain noin 3 kPa. Paineistetussa matkustamossa 2 km:n korkeudessa vastaavasti SpO_2 pysyy yli 90 % ja PaO_2 yli 10 kPa:ssa.

Yli 1,5 km:n korkeudessa hapenpuute kompensoidaan lisäämällä hengitystiheyttä ja -syvyyttä. Samalla lisääntynyt hengitystyö kuluttaa enemmän happea ja hiilidioksidin tuotto kasvaa. Sydämen syke nousee kompensatorisesti, jolloin minuuttivirtaus lisääntyy ja hapen kuljetus lisääntyy. Samalla lisääntyy myös sydämen oma hapentarve.

Terve ihminen pystyy kompensoimaan normaalissa lentokorkeudessa ilmenevän lievän hapenpuutteen helposti. Keuhkosairauksia ja koronaaritauteja sairastaville tämä kohtuullisen pienikin hapen osapaineen lasku voi aiheuttaa rintakipua, rytmihäiriöitä, sydäninfarktin tai tajuttomuuden. Tila korjataan yksinkertaisesti antamalla lisähappea.

Tehohoidettavilla potilailla ilmenee usein merkittäviä sairauksia, joissa kaasujen vaihto keuhkorakkuloissa on huonontunut, kaasujen kuljetus tai vapautus kudoksille on alentunut, hapen kulutus kudoksissa on lisääntynyt tai hengitystyö on riittämätöntä. Tällaiset potilaat ovat yleensä intuboituja ja mekaanisesti ventiloituja. Kun lisähappi saadaan pullosta, ei ilman osapaineen pienenemisellä ole merkitystä kuljetuksen aikana.

Nousu huomioitava

Kiitoradalta lähtevän suihkukoneen kiihdyttäessä makaavan potilaan verisuonet ovat vertikaalisessa asennossa ja veripatsas pyrkii fysiikan lakien mukaan jäämään paikoilleen. Niinpä hemodynaamisesti erittäin labiili potilas pitäisi sijoittaa koneessa jalat menosuuntaan, jotta välttyttäisiin voimakkaalta verenpaineen laskulta. Toisaalta verenpaineen lasku on mahdollista estää antamalla juuri ennen lähtöä bolusannos vasoaktiivista lääkettä, kuten noradrenaliinia tai efedriiniä. Laskun aikana hidastuvuus on niin mitätöntä, ettei sillä juuri ole merkitystä. Samasta syystä potilas, jolla on kohonnut kallon sisäinen paine, pitäisi sijoittaa pää menosuuntaan, ettei nousun aikana aiheutettaisi ai-

vopaineen liiallista nousua. Riittävä perfuusiopaine turvataan käyttämällä tarvittaessa vasoaktiivista lääkettä.

Melu, värinä ja liike haittaavat

Melu ja värinän eri taajuudet aiheuttavat ihmises- sä epämiellyttävää oloa, kuten väsymystä, pahoinvointia, pinnallista hengitystä ja lihasjännitystä. Meluisassa ympäristössä ilman erikoisrakenteista stetoskooppia hengitys- ja sydänäänten kuuntelu ei onnistu.

Potilaan valvonnassa on käytettävä valvontalaitteiden lisäksi tunnistelua ja havainnointia: potilaan väriä, reagoitua (kyynelehtiminen), radialis- pulssia, periferian lämpötilaa, kaulasuonten pullo- tusta, rintakehän liikkumista jne. Intubaatioputki, katetrit, drenit ja kanyylit pitää olla kiinnitetty niin, etteivät ne irtoa pienestä vedosta. Keuhko- valtimokatetria vedetään yleensä ulospäin tai mie- luimmin poistetaan kokonaan, ettei se kiilaudu huomaamatta matkan aikana tärinän ja potilaan liikkumisen vuoksi.

Kuljetuksen aikainen liikuttelu, melu, värinä ja kylmyys aiheuttavat lihasjännitystä ja sitä kaut- ta hapen tarpeen ja hiilidioksidin tuoton lisäänty- mistä. Niinpä kriittisesti sairas potilas on helpom- pi kuljettaa, kun potilas nukutetaan kunnolla ja tarvittaessa myös relaksoidaan.

Suomen olosuhteissa ulkona on lähes aina kyl- mä. Lisäksi koneen kuiva ilma ja ilman runsas kierto lisäävät haihduttamista. Potilas tulee suojata lämmön menetystä ja haihduttamista vastaan peit- telemällä. Potilaan lämpötilaa voidaan monitoroi- da ja koneen lämpötilaa säädellä. Nestehoidossa li- sätarve tulee huomioida. Elektrolyytti- ja nesteta- sapainoa valvotaan mittaamalla diureesia, elektro- lyyttejä ja tarvittaessa keskuslaskimopainetta.

Potilas sijoitettava oikein

Lentokoneen hoitoympäristö on usein ahdas. Po- tilaan sijoittelussa tulee huomioida, että mahdol- lisesti tarvittavien toimenpiteiden tekemiseen on kohtuullisesti tilaa esimerkiksi potilaan pääpuo- lessa. Keskosten kuljetuksissa keskoskopian kansi pitää saada auki hätätilanteissa.

Korkeus koneen sisällä ei aina riitä infuusioliu- osten vapaaseen tippumiseen, minkä vuoksi nes- tehoidossa ja lääkityksessä käytetään ruiskupump- puja. Infuusioiden osalta huolehditaan siitä, että huuhtelulinjassa on aina tasainen infuusionopeus ja lääkeaineiden annostelu pysyy tasaisena. Lääk-

keenantokohdan pitää olla mahdollisimman lähel- lä potilasta, jotta voidaan varmistaa lääkkeen no- pea perille meno.

Turbulenssit yllättävät, säteily ei vaikuta

Voimakkaat pystysuuntaiset ilmavirtaukset ("il- makuopat") voivat aiheuttaa joskus useankin G:n suuruisia kiihtyvyyksiä matkan aikana. Hoidolli- sesti niihin ei voi ennalta varautua, mutta monito- ria, hengityskonetta, ruiskupumppua ja muita lait- teita ei tulisi sijoittaa potilaan päälle niiden painon mahdollisen moninkertaistumisen vuoksi.

Lentokorkeuksissa kosminen säteily on voi- makkaampaa kuin maassa, mutta maassa saatuun säteilyyn nähden sen määrä on olematon eikä sillä ole terveyden kannalta merkitystä. Maapalloa UV- säteilyltä suojaavaa otsonia esiintyy lentokorkeuk- sissa. Käytetyissä lentokorkeuksissa otsonista ei ole terveydellistä haittaa, mutta se saattaa aiheut- taa lievää ärsytystä limakalvoilla. Uusissa koneissa otsoni suodatetaan kokonaan pois.

Ambulanssiliennoilla paljon tehohoitopotilaita

Periaatteessa ei ole potilasryhmää, joka ei sovel- lu lentokuljetukseen, kunhan tietyt edellä luetellut seikat otetaan huomioon.

MedFlight Finlandin kaikkien ambulanssilento- koneella tehtyjen siirtojen potilaista noin 30 % on tehohoitopotilaita, joiden hoidon vaativuutta ku- vaava TISS-pisteytys on ollut 11–33 pisteen välillä. Esimerkkeinä vaikeasti hoidettavista tehohoitopo- tilaista voi mainita muun muassa laajat palovam- mat (ad 80 % II–III astetta), häämyrkytykset, nekrotisoivat faskiitit ja kaasukuoliot, aivokon- tuusiot (aivopaineen mittausta), vaikeat pankreatiitit (Bogota Bag -hoito), vaikeat pneumoniat (ARDS) ja pienet keskokset.

Potilaan omaisia saattaa matkustaa potilaan mukana. Hoitotoimenpiteitä tehdessä on erityi- sesti muistettava potilaan kunnioittava käsittely ja intimiteettisuoja. Kuljetusten ja siirtojen aikana sairaalassa ja ambulanssissa on huolehdittava sii- tä, että potilas peitellään riittävän suojaavasti. □

Pauli Haapsaari

Anestesiologian ja tehohoidon erikoislääkäri
MedFlight Finlandin vastuulääkäri
pauli.haapsaari[a]medflight.fi