

**Risto Kuosa**

LL, ylilääkäri  
Leikkaus-, anestesia-, teho- ja tarkkailuosastot  
Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveydenhuollon kuntayhtymä  
risto.kuosa(a)phsotey.fi

**Riku Anttila**

LL, erikoislääkäri  
TYKS  
Riku.Anttila(a)tyks.fi

# Maligni hypertermia

## – HARVINAINEN ANESTESIOLOGINEN HÄTÄTILANNE

Maligni hypertermia on harvinainen suksametonin tai haihtuvien anestesiakaasujen aiheuttama henkeä uhkaava reaktio. Sen esiintyvyydeksi on arvioitu yksi tapaus 100 000 anestesiaa kohden. Tässä artikkelissa esittelemme kaksi potilastapausta ja käymme lyhyesti läpi malignin hypertermian patofysiologiaa, diagnostiikkaa ja hoitoa.

**P**otilas 1 oli 27-vuotias mies, jolla ei ollut säännöllistä lääkitystä eikä aikaisempia hoitajaksoja sairaalassa. Hän oli kaatunut kolme päivää aikaisemmin murtaen alaleukansa. Murtuma päätettiin levyttää päivystyksellisesti korvatautien leikkausosastolla. Anestesian induktiossa käytettiin fentanyyliä, propofolia ja rokuronia. Intubaatio suoritettiin nenän kautta. Intubaatioputki jätettiin katkaisematta, jottei suodatin olisi tullut peittelyiden ja operaation tielle. Anestesian ylläpitoon valittiin sevofluraani. Antibioottiprofylaksiaksi potilas sai ampisilliinia. Lisäksi leikkaavan lääkärin toiveesta annettiin deksametasonia vähentämään suun turvotusta. Potilaasta monitoroitiin EKG, saturaatio, verenpaine ja lihasrelaksaatio. Ventilaattorin arvoista anestesiakaavakkeeseen kirjattiin tuorekaasuvirtaus, minuuttiventilaatio, sisäänhengityksen

happipitoisuus ( $FiO_2$ ), sevofluraanin uloshengityspitoisuus, uloshengityksen hiilidioksidipitoisuus ( $EtCO_2$ ) ja hengitystiepainet. Tiedossa oli, että leikkausvuoto olisi minimaalinen, joten

### Taulukko 1. Alkuoireet (3)

#### Metaboliset

- Lisääntynyt  $O_2$ -kulutus
- $CO_2$ -tuoton lisääntyminen
- Respiratorinen ja metabolinen asidoosi
- Hikoilu
- Laikukas iho

#### Verenkierto

- Sykkeen nousu
- Arytmiat
- Epätasainen verenpaine

#### Lihaksisto

- Masseur-spasmi
- lihasjäykkyys

## Hiilidioksidin nousu on yleinen malignin hypertermian ensioire

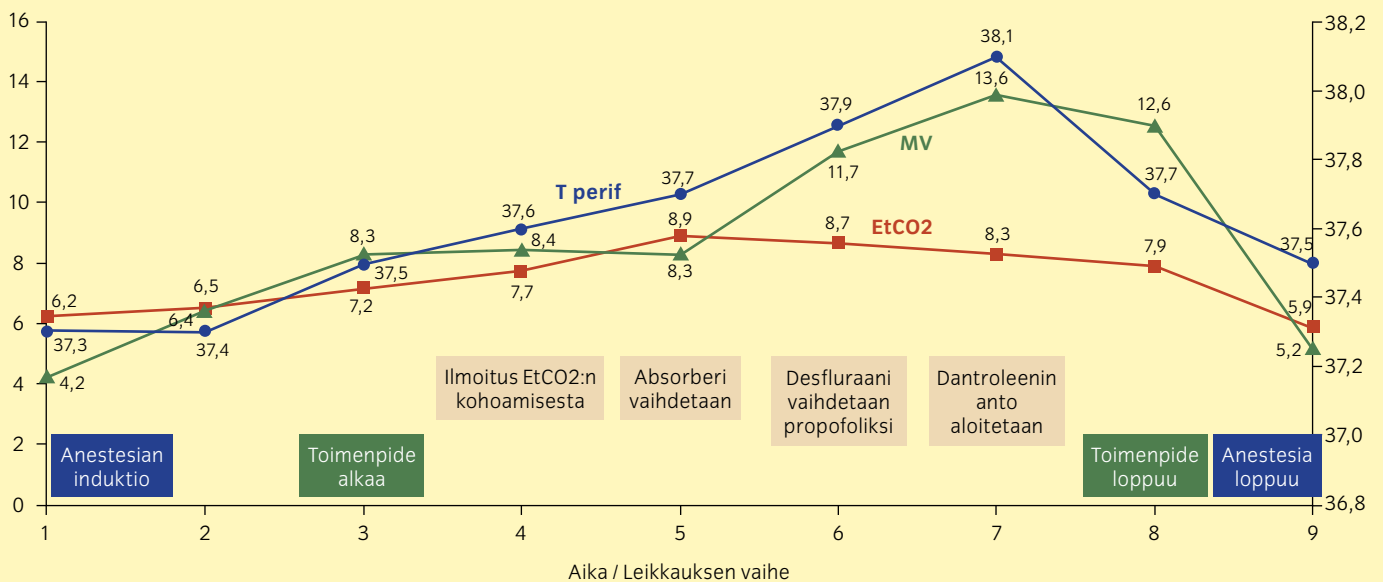
potilas jätettiin silloisen käytännön mukaan katetroimatta. Tällöin myös lämpötila jäi mittaamatta, koska soveltuvaa iholle liimattavaa mittaria ei ollut saatavilla ja nielumittari olisi voinut tulla operaation tielle. Potilaan lämpötilaa tunnusteltiin vain käsituntumalla, mikä ei jälkikäteen ajatellen ollut oikea ratkaisu.

Leikkaus sujui ongelmitta ja anestesia oli melko tasaista ensimmäisen neljän tunnin ajan. Tämän jälkeen EtCO<sub>2</sub> lähti nousemaan yli kuuteen prosenttiin minuuttiventilaation nostosta huolimatta. Ensinnä hiilidioksidin nousun ajateltiin johtuvan täyttyneestä hiilidioksidiabsorberista ja hieman normaalia suuremmasta kuolleesta tilasta. Niinpä päädyttiin absorberin vaihtoon. Samaan aikaan anestesia lääkäri lähti puuduttamaan kipää synnyttäjää. Absorberin vaihdon yhteydessä potilaan saturaatio laski yllättäen aina 58 prosenttiin saakka. Saturaatio korjaantui heti absorberin vaihdon jälkeen ventilaation jatkuttua, mutta EtCO<sub>2</sub> näytti olevan yli 10 kPa. Anestesia lääkäri hälytettiin takaisin saliin. Keuhkojen auskultaatiossa ei havaittu poikkeavaa ja hengitysäänet olivat symmetriset. Tällöin heräsi epäily laiteviasta. Respiraattori kytkettiin pois päältä ja siirryttiin

käsiventilaatiolle. Silloin jokaisella ventilaatiolla EtCO<sub>2</sub> nousi noin 2 kPa. Hölmistynyt anestesia lääkäri päätti vielä kerran kuunnella potilaan keuhkot. Ainoa muutos statuksessa oli, että potilaan rintakehä oli muuttunut tulikuumaksi. Aikaa edellisestä auskultaatiosta oli kulunut vain pari minuuttia. Tässä vaiheessa EtCO<sub>2</sub> oli noussut lähes kolmeenkymmeneen kilopascaliin. Ensimmäinen mitattu kainalolämpö näytti 39,8 °C.

Diagnoosin selvittyä malignin hypertermian hoidot aloitettiin välittömästi. Sattumalta operaatio saatiin samaan aikaan valmiiksi, joten peittelyt voitiin poistaa ja kohtauksen hoitoon vapautui lisää henkilökuntaa. Dantroleenia tilattiin toisella puolella sairaalakompleksia olevasta isommasta leikkaussalista. Sevofluraani vaihdettiin propofoli-infuusioon ja respiraattori vaihdettiin siirtorepiraattoriin, jolla potilasta ventiloitiin hapella.

>>



Kuva 1. Potilaan 2 fysiologisia mittausarvoja ja tapahtumia anestesian ja malignin hypertermian hoidon aikana.

### Taulukko 2. Myöhemmät oireet (3)

- Hyperkalemia
- Lämmön nousu
- Kohonnut veren kreatiinifosfokinaasi ja myoglobiini
- Tumma virtsa (myoglobinuria)
- Vaikeat arytmiat ja sydänpysähdys
- DIC

Potilasta jäähdytettiin mekaanisesti jääpalapusseilla, hänelle asetettiin toinen tippa ja valtimo-kanyyli. Paikalle kutsuttiin lisäksi anestesiatakapäivystäjä sekä lähellä ollut synnytysosaston leikkaussalihoitaja.

Potilaan hemodynaamiikka oli kohtauksen aluksi hyperdynaaminen. Kammioperäisiä lisälyöntejä yritettiin hillitä metoprololilla. Pian tämän jälkeen hemodynaamiikka hiipui. Verenpainetta kohottamaan käytettiin efedriiniä ja noradrenaliini-infuusiota. EKG leveni hyperkalemiaan sopien. Dantroleenin annostelun aloittamisen jälkeen potilaan verenpaineet romahtivat, mutta ne saatiin palautettua 1 mg adrenaliiniboluksella ja lyhyellä paineluevityksellä. Propofoli-infuusio vaihdettiin midatsolaamibolukseen. Dantroleenin antoa jatkettiin, mutta potilas meni siitä huolimatta kammiotakykardian kautta kammiövärinä. Elvytys suoritettiin Käypä hoito –suosituksen mukaisesti ja potilas sai amiodaronia ja adrenaliinia defibrilaatioiden välissä. Lisäksi hänelle annettiin vasopressiiniä. Kammiövärinä hiipui kuitenkin PEA:n kautta asystoleksi.

**Anestesia voidaan suorittaa turvallisesti, vaikka potilaalla olisikin alttius maligniin hypertermiaan**

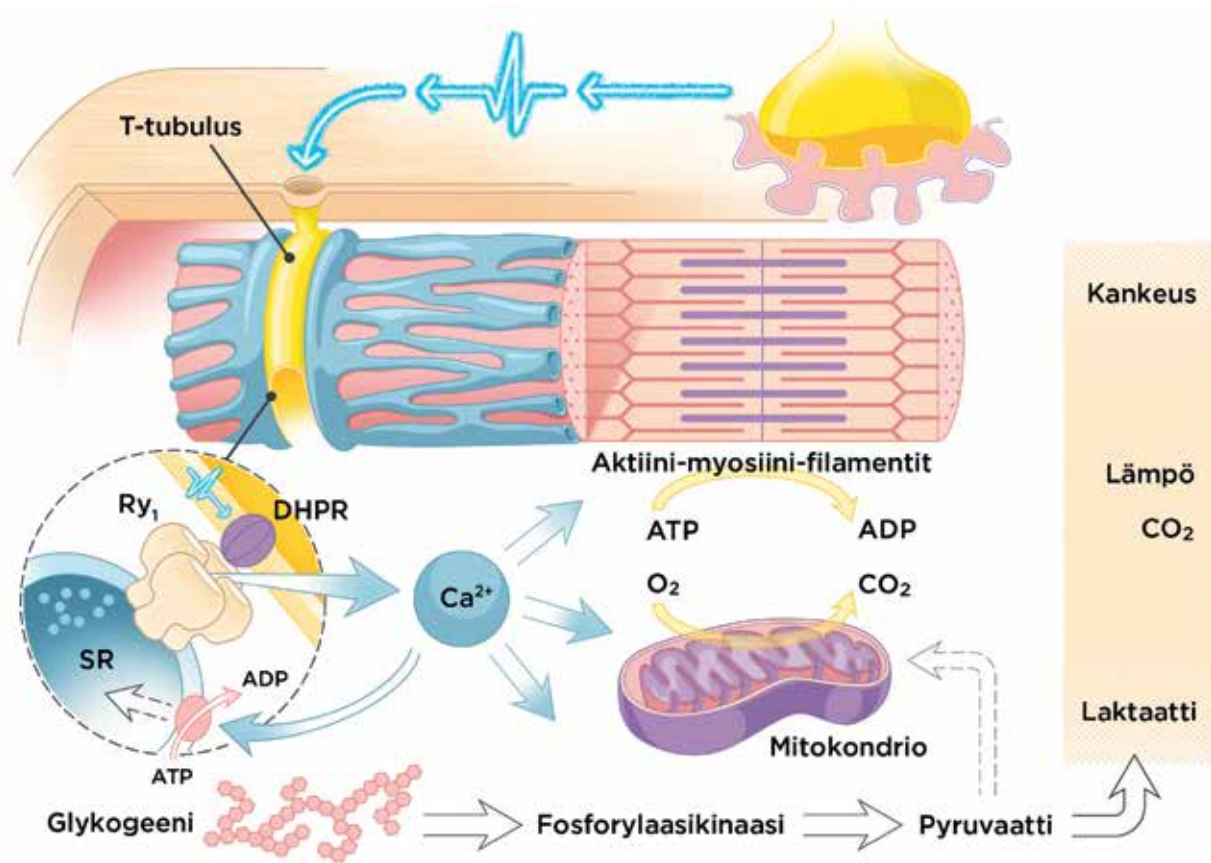
Elvytystoimet lopetettiin tuloksettomina noin 35 minuutin jälkeen. Yhteensä potilas ehti saada dantroleenia 220 mg eli 11 lagenulaa.

Potilas 2 oli 50-vuotias Lähi-idästä syntyisin oleva, aikaisemmin somaattisesti terve mies, joka hakeutui sairaalan päivystyspoliklinikalle vatsakipujen takia. Hänellä todettiin uä-tutkimuksessa akuuttiin kolekystiittiin sopivat muutokset ja suunniteltiin päivystyksellinen sappirakon poisto. Preoperatiivisessa arvioissa todettiin potilaan olevan 75 kiloinen, normaalirakenteinen mies. Laboratoriokokeissa S-K oli lievästi alle normaaliarvon 3,2 mmol/l, jonka takia potilas sai 40 mmol kaliumkloridia infuusioon lisättynä. Kontrolloituna S-K oli 3,7 mmol/l. Esilääkkeeksi hän sai parasetamolia ja diatsepaamia. Leikkaussaliin tullessa potilaan todettiin olevan lievää kuumetta (37,5 °C) lukuun ottamatta hyväkuntoinen.

Anestesian induktiossa potilaille annettiin propofolia (10 mg/ml) 200 mg ja fentanylä (50 ug/ml) 100 ug sekä rokuroniumia (10 mg/ml) 40 mg. Potilaasta monitoroitiin (S/5 anesthesia monitor, Datex-Ohmeda) EKG, SpO<sub>2</sub>, NIBP, lihasrelaksaatio, entropia ja perifeerinen pintaot-salämpötila (3M SpotOn). Ventilaattorista (Maquet Flow-I) kirjautuvat arvot (FR, PEEP, iPAP, TVin, TVout, MV ja anestesiakaasujen ETins ja ETexp). Kaikki monitoroitu tieto kirjautui Picis CareSuite -anestesiajärjestelmään. Kuvassa 1 on esitetty potilaan mittausarvoja ja hänen hoitoonsa liittyneitä tapahtumia.

Aluksi potilasta käsiventiloitiin normaaliin tapaan ja intubaatio suoritettiin ongelmitta. Potilas kytkettiin ventilaattoriin volyyminkontrolloituun painettuun hengitykseen (SIMV/PC + PS) ja anestesiakaasuksi valittiin desfluraani. Kaasupitoisuuksien säädössä käytettiin AGS (Automatic Gas Control) -menetelmää ja inspiratoriseksi tavoitepitoisuudeksi asetettiin hitaasti 7,0 % ja FiO<sub>2</sub>-tavoitteeksi 0,6. Minuuttiventilaatioksi säädettiin aluksi 6,6 l/min.

Laparoskooppinen sappirakon poisto alkoi 30 minuuttia induktion jälkeen. Ennen toimenpiteen alkua perifeerinen lämpötila oli 37,4 °C. EtCO<sub>2</sub> oli 7,0 kPa ja ventilaatiota lisättiin arvoon 8,4 l/min. Viisi minuuttia toimenpiteen alkamisen jälkeen anestesiahoitaja ilmoitti anestesia lääkäriille hiilidioksiditason (8,0 kPa) ja lämpötilan (37,6 °C) olevan nousussa. Anestesia lääkäriin tullessa



paikalle vaihdettiin ventilaattorin CO<sub>2</sub>-absorberi sekä näyteletku vedenkerääjiineen. FiCO<sub>2</sub>-arvo ennen absorberin vaihtoa oli 0,1 %, entropia SE/RE 29, TOF 0 ja Et-desfluraanipitoisuus 6,6 %. Potilas oli kasvoiltaan ja ylävartaloltaan kauttaaltaan hiestä märkä.

Kun heräsi epäily malignista hypertermiasta, desfluraani vaihdettiin välittömästi propofoli-infuusioksi, ventilaattorin kaasukierto vaihdettiin avoimeksi ja tuorekaasuvirtausta lisättiin. Perifeerinen lämpötila nousi nopeasti 38,1 asteeseen. EtCO<sub>2</sub> nousi 9,1 kilopascaliin huolimatta minuuttiventilaation nostosta tasolle 13,6 l/min. Leikkauksaliin pyydettiin toinen anestesiahoitaja ja toinen päivystävä anestesia lääkäri sekä dantroleenipakkaus (Dantrium® 20 mg 12 kpl). Potilaalle laitettiin toinen infuusiokanyyli sekä arteriakanyyli. Relaksaatiota jatkettiin rokuroniumilla ja

anestesiaa propofoli-infuusiolla ja fentanylillä. Koska leikkaus oli jo sappirakon irrotusvaiheessa, sitä päätettiin jatkaa.

Dantroleenin anto aloitettiin 55 minuuttia anestesian induktion ja 50 minuuttia desfluraanin annostuksen alettua. Jo ensimmäisen 20 mg antamisen jälkeen EtCO<sub>2</sub> ja lämpötila kääntyivät selvästi laskuun. 15 minuutin kuluttua perifeerinen lämpötila oli laskenut jo 37,4 asteeseen ja EtCO<sub>2</sub> tasolle 8,0 kPa. Ensimmäisessä a-astrupissa pCO<sub>2</sub> oli 7,52 kPa, todettiin metabolinen asidoosi (ph 7,24 ja BE -4,0) ja S-K oli 4.3. Potilaan iho oli kuiva, hemodynamiikka ja happeutumisen säilyivät koko ajan normaaleina. Hän sai leikkauksalissa yhteensä 200 mg dantroleenia.

Relaksaatio kumottiin 200 mg:lla sugammadexiä. Spontaanihengityksen palattua potilas ekstuboitiin ja siirrettiin heräämöhön teho-osaston

**Kuva 2.** Malignin hypertermian patofysiologia. Piirros Vesa Kuula Martin Anetsederin kuvaa mukailten.

>>

### Taulukko 3. Erotusdiagnostisia vaihtoehtoja (3)

- riittämätön anestesia tai analgesia
- infektio tai septikemia
- riittämätön tuorekaasuvirtaus tai ventilaatio
- laitevika
- anafylaksia
- feokromosytooma
- karsinoidioireyhtymä
- tyreotoksikoosi
- aivoiskemia
- lihassairauksiin liittyvä rabdomyolyyysi
- laparoskopia (CO<sub>2</sub>-nousu)
- ekstaasi tai vastaavat huumet
- maligni neuroleptisyndrooma
- desfluraanin pitoisuuden nopea nosto

paikkapulan takia. Heräämössä kontrolloidussa verikaasuanalyysissä S-K oli kohonnut 6,2 mmol:iin ja pCO<sub>2</sub> laskenut 6,86 kilopascaliin. Nopeasti kehittyneen hyperkalemian takia potilasta nesteytettiin 10 % glukoosilla ja lyhytvaikutteisella insuliinilla (12 + 8 ky s.c.) ja lisäksi annosteltiin rektaalaisesti polystyreenisulfonaattia (ResoniumR) 30 g. Hyytymisarvot, S-Krea ja CK-arvo pysyivät normaaleina. Lisäksi potilaalle annettiin vielä 20 mg dantroleenia, jolloin sen kokonaisannokseksi tuli yhteensä 2,93 mg/kg. Jatkohoitona potilas sai vielä 100 mg dantroleenia kahdesti kuuden tunnin välein ja hän toipui ongelmitta. Potilaalle tai hänen ulkomaille asuville omaisille ei ole tehty lihasbiopsiakoetta tai tutkittu geenivirheen osoittamiseksi.

Tietoisuutta harvinaisista anestesiaan liittyvistä sairauksista on pidettävä yllä

### Malignin hypertermian patofysiologia

Luurankoliuksen supistuessa hermolihaskuitukseen tuleva viesti välittyy T-tubulusta pitkin dihydropyridiinireseptoriin (DHPR tai CACNA1S). Tämä puolestaan on kiinnittynyt sarkoplasmisessa retikulumissa (SR) kiinni olevaan ryanodiini 1 –reseptoriin (Ry1). Ryanodiinireseptorin avautuessa sarkoplasmisesta retikulumista vapautuu kalsiumia (Ca<sup>2+</sup>) solun sisälle. Kalsiumin vapautuminen saa aikaan aktiinin ja myosiinin liukumisen toistensa lomitse. Vapautunut kalsium pumpataan aktiivisesti takaisin sarkoplasmiseen retikulumiin. Tähän ja aktiinin ja myosiinin liukumiseen kuluu energiaa. (Kuva 2)

Malignissa hypertermiassa suksinyylikoliini ja hyörystyvät hiilivetyinhalaatioanesteetit (sevofluraani, desfluraani, isofluraani, enfluraani, halotaani ja eetteri) saavat aikaan sen, että ryanodiinireseptori pysyy jatkuvasti auki. Tällöin kalsiumia vapautuu koko ajan sytoplasmaan, mikä johtaa jatkuvaan lihassupistukseen ja soluhengityksen lisääntymiseen. Hapentarve kasvaa ja vastaavasti hiilidioksidin tuotto lisääntyy. Samalla vapautuu lämpöä. Kaskadi selittääkin hyvin kohtauksen alkioireet (taulukko 1). On huomattava, että nimestään huolimatta malignissa hypertermiassa lämpö saattaa nousta vasta viiveellä. Hiilidioksidin nousu onkin lämmön nousua yleisempi ensioire. Suksinyylikoliinin aiheuttama maligni hypertermia sen sijaan alkaa usein masseter-spasmilla. Suksinyylikoliinia käytettäessä oireet myös ilmaantuvat nopeammin. Kaasujen laukaisemassa kohtauksessa oireet voivat ilmaantua vasta tuntienkin kuluttua anestesian alusta. (1) Toisinaan kohtaus puhkeaa vasta anestesian loputtua (2). Kohtauksen edetessä elimistön homeostaasi järkkyy ja lihassolut alkavat vaurioitua (taulukko 2). Erotusdiagnostisia vaihtoehtoja on lueteltu taulukossa 3 (3).

### Kohtauksen hoito

Altistavien aineiden anto täytyy lopettaa ja potilasta on hyperventiloitava 100 % hapella. Altistus anestesiakaasuille tulee minimoida esimerkiksi muuttamalla ventilaatiomuoto puoliavoimeksi ja suurentamalla tuorekaasuvirtausta. Jos mahdollista, leikkaus kannattaa keskeyttää.

Dantroleeni on ryanodiinireseptorin antagonist. Sen käyttö onkin vähentänyt kuolleisuuden



maligniin hypertermiaan 70 prosentista alle viiteen prosenttiin. Sen alkuannos on 2–3 mg/kg. Lääke säilytetään 20 mg:n lagenuloissa ja se on laimennettava mukaan pakattuun 60 ml:aan steriiliä vettä. 90 kiloisen alkuannos on noin 12 lagenulaa dantroleenia (kuva 3). Anto pitäisi suorittaa mahdollisimman nopeasti, sillä annon viivästyminen heikentää ennustetta (4). Annostelua tulee jatkaa, kunnes oireet helpottavat. Vaadittava annos voi olla jopa 10 mg/kg.

Potilaan lämpötila tulisi laskea alle 38,5 °C. Jäähdytykseen voi käyttää esimerkiksi märkiä taitoksia tai jääpusseja. Lämmittimet tulee poistaa tai sammuttaa. Hyperkalemiaa voi hoitaa glukooksi-insuliini-infuusiolla, kalsiumkloridilla annoksella 0,1 mmol/kg ja dialyysillä. Asidoosi hoidetaan hyperventiloimalla. Potilaan pH:n ollessa alle 7,2 annetaan natriumbikarbonaattia. Arytmioihin suositellaan annettavaksi beetasalpaajia ja amiodaronia. Diureesin pitäisi olla yli 2 ml/kg/h. Tähän pyritään kristalloideilla, mannitolilla ja furosemi-dilla. (3)

### Maligni hypertermia -potilaan turvallinen anestesia

Ennen malignia hypertermiaa pidettiin autotomaalisesti dominantisti periytyvänä. Asia ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen. Nykyään ihmisillä on löydetty 35 malignille hypertermialle altistavaa ryanodiniinireseptoriin vaikuttavaa geenivirhettä. Lisäksi epäiltyjä mahdollisia geenivirheitä on 180 kappaletta. CACNA1S-reseptoriin vaikuttavia geenivirheitä on tiedossa kaksi. (5) Perinteisesti malignia hypertermiaa on testattu lihasbiopsiasta kofeiini-halotaanialtistustestillä. Nykyään on tarjolla myös DNA-seulontoja, jotka ovat hyödyllisiä etenkin, kun suvussa kulkeva geenivirhe on jo tiedossa. (6)

Jos potilaalla on tai hänellä epäillään olevan alttius malignille hypertermialle, voidaan anestesia silti antaa turvallisesti välttämällä altistavia aineita. Kaikki suoneen annosteltavat anesteetit ovat turvallisia. Myös kaikkien nondepolarisoivien lihasrelaksanttien käyttö on turvallista. Inha-laatioanesteeteista käyttökelpoisia ovat vain typpi-oksidi ja xenon. Myös puudutukset ovat sallittuja.

**Kuva 3.** Dantroleeni (Dantrolen iv<sup>®</sup>) säilytetään 20 mg:n lagenuloissa ja laimennetaan steriiliin veteen. 90 kiloisen potilaan alkuannos (2,5 mg/kg) on noin 12 ruiskepulloa.

>>

Anestesiakoneessa ei saisi olla jäämiä anestesia-kaasuista, joten se tulisi edeltävästi tuulettaa isoilla tuorekaasuvirtauksilla. Hiilidioksidiabsorberi on myös syytä vaihtaa uuteen. Haihduttaja tulisi poistaa tai tiivistää. Minuuttiventilaatiota, uloshengityksen hiilidioksidipitoisuutta ja lämpötilaa on seurattava tarkasti. Dantroleenia on oltava saatavilla, mutta sen profylaktista annostelua ei enää suositella.

### Pohdinta

Maligni hypertermia on hyvin harvinainen anestesiaan liittyvä akuutti hätätilanne. Sen mahdollisuus on kuitenkin pidettävä mielessä, kun potilaan fysiologiset reaktiot anestesian aikana ovat selkeästi poikkeavia erityisesti lämpötilan sekä hiilidioksidi- ja happiarvojen osalta. Oireet voivat moninaisista geenivirheistä johtuen kehittyä nopeasti tai hitaasti. Lämpötilan nousu voi olla vasta myöhäisoire, jolloin hoidon aloittaminen voi olla jo viivästynyt ja tilanne menetetty.

Dantroleenia on edelleenkin syytä pitää jokaisen leikkausyksikön saatavilla ja viive lääkkeen saatavuudessa ei saa olla pitkä. Ongelmaksi voi muodostua isojen sairaaloiden varsin kaukanakin sijaitsevat leikkausyksiköt ja erityisesti yksityissairaaloiden toimenpideyksiköt, jotka eivät ole varautuneet malignin hypertermian hoitoon sen harvinaisuuden ja lääkkeen kalleuden takia. Yksiköiden, joilla ei ole dantroleenia omassa lääkevarastossaan, on syytä suunnitella menettelytavat ja ohjeistukset tämän harvinaiset hätätilanteen varalle. Hinnaltaan dantroleeni ei enää ole poikkeuksellisen kallis lääkevalmiste, sillä 12 lagenulan pakkaus maksaa noin 1250 euroa (kuva 3).

Tietoisuutta tästä ja muistakin harvinaisista anestesiaan liittyvistä sairauksista on edelleen pidettävä yllä sekä hoitohenkilökunnan että lääkäreiden koulutuksissa. Koska harvinaisia anesteologisia hätätilanteita ei voi harjoitella kliinisissä potilastilanteissa, tulisi niihin saada valmennusta esimerkiksi simulaatiokoulutuksen avulla. (7)

Leikkaussalissa tapahtuvaan hätätilanteeseen tai hätätilanteen epäilyyn kannattaa aina mahdollisuuksien mukaan pyyttää lisähenkilökuntaa paikalle. Dantroleenin liuottaminen ja annostelu sitoo yhden henkilön, vaikka lääkkeen liukeneminen tapahtuukin nykyisin ongelmitta toisin kuin

kirjallisuudessa usein kuvataan. Yhden lagenulan liuottamiseen kuluva aika on valmistajan mukaan noin 15 sekuntia. Lääke annetaan boluksina mahdollisimman nopeasti.

Koska terveinkin potilaan rutiinianestesiaan liittyy aina potentiaalisia vaaratilanteita, tulisi jokaisen potilaan monitorointi olla mahdollisimman kattava. Yleisanestesian laadukkaaseen monitorointiin kuuluu aina myös lämpötilan sentraalinen tai perifeerinen monitorointi, relaksaatioasteen ja unen syvyyden mittaaminen sekä hengitys- ja anestesiakaasujen sisään menevien ja ulos tulevien pitoisuuksien mittaaminen.

Tapausselostusta tehdessä huomiota kiinnitti myös anestesiaan liittyvien hätätilanteiden kirjaamisen heikkoudet. Pelkästään manuaaliseen anestesiakertomukseen hätätilanteeseen liittyvät monet mittausarvot ja lääkitykset jäävät herkästi vaillinaisesti tai sekavasti kirjatuiksi ja tapahtumien muistaminen jälkeensä on hankalaa. Myös anestesiatietojärjestelmän mittausten resoluutio voi olla liian harva ja osa mitatuista parametreista voi jäädä kirjautumatta. Omassa tapauksessamme huomasimme, että tietojärjestelmä kadotti tietojen palautusvaiheessa kokonaan EtCO<sub>2</sub>-arvot, jotka tosin pystyttiin myöhemmin palauttamaan. ■

### Viitteet

1. Visoju M, Young MC, Wieland K, Brandom BW. Anesthetic Drugs and Onset of Malignant Hyperthermia. *Anesth Analg* 2014;118:388–96.
2. Raut MS, Kar S, Maheshwari A, ym. Rare postoperative delayed malignant hyperthermia after off-pump coronary bypass surgery and brief review of literature. *Ann Card Anaesth* 2016;19:357-362.
3. Glahn KP, Ellis FR, Halsall PJ, ym. Recognizing and managing a malignant hyperthermia crisis: guidelines from the European Malignant Hyperthermia Group. *Br J Anaesth* 2010;105:417-20.
4. Riazi S, Larach MG, Hu C, ym. Malignant Hyperthermia in Canada: Characteristics of Index Anesthetics in 129 Malignant Hyperthermia Susceptible Probands. *Anesth Analg* 2014;118:381-7.
5. European Malignant Hyperthermia Group. Genetics in Malignant Hyperthermia. [www.emhg.org/genetics/](http://www.emhg.org/genetics/)
6. Hopkins PM, Rüffert H, Snoeck MM, ym. European Malignant Hyperthermia Group guidelines for investigation of malignant hyperthermia susceptibility. *Br J Anaesth* 2015;115:531-9.
7. Isaak RS, Stiegler MP. Review of crisis resource management (CRM) principles in the settings of intraoperative malignant hyperthermia. *J Anesth* 2016;30:298-306.