

Sydänleikkauspotilaiden neurologiset komplikaatiot

Sydänleikkauksen jälkeen neurologiset komplikaatiot, kuten aivoinfarkti ja hypoksis-iskeeminen aivovaurio (HIE), voivat heikentää potilaan selviytymistä muutoin onnistuneesta toimenpiteestä. Vakavia neurologisia komplikaatioita esiintyy noin 2–5 %:lla sydänleikkauksetilasta. Tärkeimmät riskitekijät voidaan tunnistaa. Tavallisin aivoinfarktin syy on ateromatoottisen aortan käsittelyn yhteydessä irtoava kalkkiemبولus. HIE puolestaan johtuu aivojen kattavasta verenkiertovajeesta ja siitä aiheutuvasta aivokudoksen hapenpuutteesta. Rajoittamalla aortan käsittelyä ja optimoimalla perfuusiotekniikka sekä potilaan muu leikkauksen aikainen hoito voidaan ehkäistä sydänleikkaukseen liittyvien neurologisten komplikaatioiden syntyä. Näin myös parannetaan pitkäaikaisennustetta ja säästetään terveydenhuollon resursseja – inhimillisistä kärsimyksistä puhumattakaan.

Sydänleikkauksen yhteydessä syntyvät neurologiset komplikaatiot lisäävät kuolleisuutta, oheissairauksia, sairaalahoitopäiviä ja kuntoutustarvetta sekä heikentävät leikkauksen jälkeistä elämänlaatua. Vaikka neurologisten komplikaatioiden määrä on saatu parantuneiden leikkauksen ja perfuusiotekniikoiden myötä vähenemään, ovat ne sydämen pumpausvajeen jälkeen toiseksi merkittävin komplikaatioryhmä. Sydänleikkauksiin liittyviä neurologisia komplikaatioita käsiteltiin yleiskatsausartikkelissa tässä lehdessä lähes kymmenen vuotta sitten (Ahonen ym. 2002). Sittemmin tästä aiheesta on ilmestynyt kansainvälinen hoitosuositus (Shann ym. 2006).

On syytä olettaa, että hoitokäytäntöjen muokaus näiden suositusten pohjalta on vähentänyt komplikaatioita (Suojaranta-Ylinen ym. 2007). Ikääntymiseen liittyvän ateroskleroosin yleistymisen myötä leikkaushoito painottuu kuitenkin iäkkäisiin ja suuren riskin potilaisiin, jolloin myös neurologisten komplikaatioiden vaara lisääntyy.

Neurologisten komplikaatioiden ilmaantuvuus

Neurologiset komplikaatiot voivat olla vakavia ja jopa kuolemaan johtavia. Tällaisia ovat esimerkiksi iskeeminen aivoinfarkti, hypoksis-iskeeminen aivovaurio (HIE) tai harvemmin esiintyvä aivoverenvuoto (luokka I). Tavallisempi komplikaatiomuoto on kuitenkin diffuusi kognitiivisten toimintojen heikkeneminen (diffuusi enkefalopatia). Ohimenevä halvaus, leikkauksen jälkeinen tajunnan ja suorituskyvyn heikkeneminen, sekavuus, kiihtyneisyys, muistihäiriöt tai kouristukset voivat esiintyä ilman poikkeavia löydöksiä aivojen kuvantamistutkimuksissa (luokka II) (Roach ym. 1996).

Sepelvaltimon ohitusleikkaukseen liittyvän aivoinfarktin esiintyvyys on 0,8–5,2 % tutkimusmenetelmien sekä potilasjoukon iän ja perussairauksien ja tehtyjen toimenpiteiden mukaan (McKhann ym. 2006). Laajassa etenevässä tutkimuksessa aivoinfarktia esiintyi aorttaläppäleikkauksissa 4,8 %:lla, hiippaläppäleikkauksissa 8,8 %:lla, kahden tai kolmen läpän leikkauksissa 9,7 %:lla ja yhdistetyissä sepelvaltimo- ja läppäleikkauksissa 7,4 %:lla potilaista (Bucerius ym. 2003). Sydänleikkaukseen liittyä sekavuutta 2–57 %:lla poti-

TAULUKKO 1. Sepelvaltimo-ohitusleikkauspotilaan aivoinfarktirisikin arviointimalli (Eagle ym. 2004).

Muuttuja	Piste
Ikä 60–69 vuotta	1,5
70–79 vuotta	2,5
yli 80 vuotta	3,0
Hätäleikkaus	3,5
Kiireellinen leikkaus tuntien sisällä	1,5
Naissukupuoli	1,5
Vasemman kammion ejektiofraktio alle 40 %	1,5
Verisuonisairaus	1,5
Diabetes	1,5
Kreatiniiniarvo yli 177 mmol/l tai dialyysi	2,0
Pistesumma	Aivoinfarktirisiki (%)
0–1	0,4
2	0,6
3	0,9
4	1,3
5	1,4
6	2,0
7	2,7
8	3,4
9	4,2
10	5,9
11	7,6
12	yli 10,0

laista riippuen tutkimusmenetelmistä ja testeistä, joihin diagnoosi perustuu (Gottesman ym. 2010). Neurokognitiivisia häiriöitä esiintyy 20–30 %:lla sydänleikkauksella hoidettua jopa kuukauden kuluttua toimenpiteestä (McKhann ym. 2006).

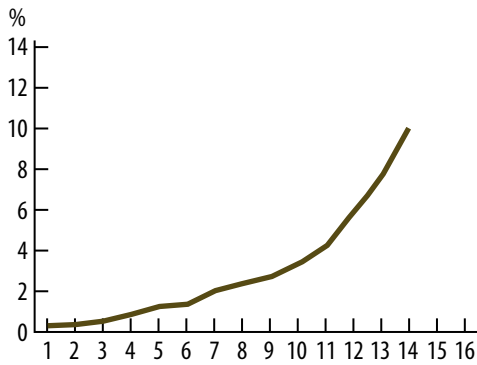
Riskitekijät

Neurologisiin komplikaatioihin voidaan monissa tapauksissa varautua, koska riskitekijät tunnetaan hyvin. On myös kehitetty erilaisia ennustemalleja, varsinkin sepelvaltimokirurgiaa varten. **TAULUKKOON 1** on koottu tärkeimpiä riskitekijöitä, jotka esiintyvät useimmissa ennustemalleissa, ja **KUVA** esittää selkeästi riskitekijäsumman ja aivoinfarktirisikin yhteyttä (Eagle ym. 2004).

Etiologia

Tavallisimpana mekanismina sydänleikkauksen jälkeisen neurologisen komplikaation synnyssä pidetään aivoiskemiaa, jonka saa aikaan joko embolia tai hemodynaaminen hypoperfuusio. Nousevasta aortasta lähtevä embolus aiheuttaa 30–70 % kuvantamistutkimuksissa todetuista aivoinfarkteista. Ateroomakappaleen irtoamisen syynä on tavallisesti joko aortan kanylointi, pihditys tai siirteen istutus. Myös aorttakanyylin aorttaan synnyttämä virtauspyörre voi irrottaa löysää ateroomaa tai muuta kudosta. Myöhemmin siihen kertyy tromboottista materiaalia, joka aiheuttaa embolisaation leikkauksen jälkeen. Sen sijaan pienten embolusten eli niin sanottujen mikroembolusten uskotaan saavan aikaan diffuusia verenkierrollista enkefalopatiaa, jonka pääasiallisena oireena ovat neurokognitiiviset häiriöt. Paitsi pienistä kudokappaleista tai verihyytymistä, embolisaatio voi johtua myös ilmakuplista, varsinkin avosydänleikkauksissa (Hogue ym. 2008).

Aivot saattavat kärsiä kehonulkoisen verenkierron aikana ja leikkauksen jälkeen myös hemodynaamisesta verenkiertovajeesta ja sen seurauksena diffuusista hapenpuutteesta. Tämä voi olla seurausta esimerkiksi sydämen rytmihäiriöistä tai pumppausvajauksesta. Aivoverenkierron itsesäätely (autoregulaatio) turvaa vakaan verenvirtauksen aivoihin. Se toimii yleensä hyvin myös kehonulkoisen verenkierron aikana, jos keskiverenpaine on 50–60 mmHg:stä 150 mmHg:iin. Aivoverenkierron itsesäätely on kuitenkin häiriintynyt esimerkiksi potilailla, joilla säätöreserviä rajoittaa proksimaalinen tukos kaulavaltimoissa tai kallonsisäisissä valtimoissa. Hypoperfuusio voi myös pahentaa mikroembolusten aiheuttamaa vauriota (Hogue ym. 2006, Förster ym. 2008, Carrascal ja Guerrero 2010). Jopa puolella yli 60-vuotiaista sydänleikkauspotilaista on ennen toimenpidettä todettu aivojen magneettikuvauksessa (MK) vanhan aivoinfarktin jälki, valkean aineen muutos tai lakunaarinfarkti (Goto ym. 2001). Aivojen yksifotoniemissiotomografiassa (SPECT) jopa 75 %:lla potilaista todettiin ennen leikkausta aivojen



KUVA. Riskipistesumman yhteys aivoinfarktinkin todennäköisyyteen (%).

verenkiertohäiriöitä (Moraca ym. 2006). Suurin osa aivoinfarkteista paikantuu aivoverenkierrossa niin sanotuille vedenjakaja-alueille eli suurten aivoverisuonten huoltoalueiden rajavyöhykkeille. Tämä tukee käsitystä hemodynaamisen hypoperfuusion merkityksestä aivovaurioiden synnyssä, samoin tutkimus, jossa yli 10 mmHg:n verenpaineen lasku aiheutti merkittävän lisäriskin molemminpuolisen ”vedenjakajainfarktin” kehittymiselle (Gottesman ym. 2006).

Kehonulkoisen verenkierron käyttö aktiivisen elimistön immuunipuolustusta ja systeemistä tulehduksellista reaktiota, jotka iskemian ja reperfuusion tapaan voivat sinällään aiheuttaa häiriöitä hermosolujen ja veri-aivoesteen toiminnassa. Kehonulkoisen verenkierron käyttöä on usein pidetty yhtenä syynä, joka aiheuttaa kognitiivisen toiminnan häiriöitä. Niitä esiintyy kuitenkin myös sellaisissa sepelvaltimon ohitusleikkauksissa, jotka tehdään sydämen sykkiessä (”off-pump”-kirurgia) (Cheng ym. 2005). Potilasjoukon valikoituminen (ikäntyneisyys, riskitekijät ja verisuonisairastavuus) saattaa lopulta selittää merkittävän osan leikkauksen jälkeen todettavista muutoksista neuropsykologisessa suorituskyvyssä. Selnes ym. (2005) seurasivat ohitusleikkaukspotilaiden rinnalla riskitekijöiltään vastaavaa leikkaushoitoa saamatonta vertailuryhmää kolmen vuoden ajan laajoilla neuropsykologisilla tutkimuksilla. Kummassakin ryhmässä todettiin lievä suorituskyvyn heikentyminen ilman merkitsevää keskinäistä eroa.

Leikkausalueelta imetystä ja sydän-keuhkoneen verisäiliöön palautetusta verestä voi aivoverenkiertoon päästä pieniä rasvaembouksia, jotka aiheuttavat pienten kapillaariarteriolien laajenemista (subarteriolar dilatation, SCAD). Ilmiö on todettu sekä ruumiinavauksissa että eläinkokeissa (Ahonen ja Salmenperä 2004). On edelleen epäselvää, selittävätkö nämä rasvapartikkelit joitakin neurologisia tai neurokognitiivisia oireita.

Merkittävä osa neurologisista komplikaatioista syntyy vasta leikkauksen jälkeisessä vaiheessa. Eteisvärinä esiintyy noin 30 %:lla sydänleikkauksella hoidetuista potilaista, ja se on merkittävä aivoinfarktin ja neurokognitiivisten häiriöiden riskitekijä (Hogue ym. 2008). Tärkeimpiä sydänleikkaukseen liittyvän sekavuuden riskitekijöitä on heikentynyt kognitiivinen suorituskyky ennen toimenpidettä. Jos MMSE-luku (mini mental state examination) jää alle 27:n, on riski jo suurentunut; jos luku on pienempi kuin 24, on riski lisääntynyt huomattavasti. Myös kokonaisravitsemustilaa kuvastavan albumiinipitoisuuden pienentyminen on deliriumin riskitekijä, samoin masennus ja sairastettu aivoinfarkti tai TIA-kohtaus. Runsas alkoholin kulutus altistaa kaikkien leikkaustyyppien yhteydessä deliriumille (Rudolph ja Marcantonio 2011).

Tutkimusmenetelmät

Aivoinfarkti ja HIE havaitaan leikkauksen jälkeen nopeasti kliinisin perustein epänormaalina heräämisinä. Sen sijaan sekavuus ja muut lievemmät neurologiset komplikaatiot voivat peittyä ja tulla esiin vasta, kun potilas on voitu vieroittaa hengityskoneesta ja hän pystyy puhumaan (McKhann ym. 2006).

Jos potilaan neurologinen vaste anestesiasta heräämisen yhteydessä on poikkeava ja varsinkin jos esiintyy kouristuksia tai havaitaan selvä puoliero, on konsultoitava välittömästi neurologia. Huolellinen neurologinen tutkimus on diagnostiikan kulmakivi, jota täydennetään kuvantamistutkimuksilla. Rutiiniluonteisia kuvantamistutkimuksia ei ole syytä tehdä (Ahonen ja Salmenperä 2004). Diffuusiopainotteen MK (DWI) on selvästi herkempi kuin TT,

ja sillä voidaan tavanomaisia sekvenssejä herkemmin ja nopeammin osoittaa aivojen tuoreet iskemiamuutokset (Wityk ym. 2001). MK on usein leikkauksen jälkeisessä vaiheessa vasta-aiheinen, jos potilaalla on esimerkiksi tilapäinen sydämentahdistin tai keuhkovaltimokatetri. Käytännössä TT jää usein ainoaksi kuvantamistutkimukseksi.

EEG on aiheellinen kouristelevalla potilaalla ja etenkin selvitettäessä epäselvän tajunnan heikentymisen syytä, joihin kuuluvat muun muassa nonkonvulsiivinen status epilepticus ja metaboliset syyt. Tajuttomaksi jääneen potilaan osalta suljetaan pois myös metaboliset syyt laboratoriotutkimuksilla. Aivovaurion kudospesifiset merkkiaineet ovat laajasti käytössä sydämenpysähdyksen jälkeen tapahtuneen HIE:n vaikeusasteen arvioinnissa, mutta niillä on verraten vähän merkitystä sydänleikkauksen neurologisten komplikaatioiden toteamisessa. Astrogliaalisen proteiinin (S100 β) pitoisuus seerumissa suurentuu usein epäspesifisesti, jos leikkausalueelta on imetty verta sydän-keuhkokoneeseen. Neuronispesifisen enolaasin (NSE) pitoisuuden määrittäminen seerumista on yleisempää. Kliinisen kokemuksen mukaan sen pitoisuudet ovat lisääntyneet sydänleikkauksen jälkeen otetuissa yksittäisissä mittauksissa, mutta vuorokauden välein otetuilla kahdella näytteellä on suurempi diagnostinen arvo. Suuri tai lisääntyvä pitoisuus voi ennakoita aivovauriota (Ahonen ja Salmenperä 2004). Rutiinimaisia NSE-mittauksia ei kuitenkaan suositella.

Ennuste

Aivoinfarkti vaikuttaa sydänleikkauspotilaan pitkäaikaisennusteeseen ja lisää kuolleisuuden kuusinkertaiseksi. Viiden vuoden kuluttua aivoinfarktin sairastaneista elossa on noin puolet ja kymmenen vuoden kuluttua vain neljännes; aivoinfarktiin sairastumattomista on elossa vastaavina ajankohtina yli 80 % ja yli 60 % (Dacey ym. 2005). Myös lievemmät neurologiset komplikaatiot, kuten leikkauksen jälkeinen sekavuus, huonontavat merkittävästi kymmenvuotisennustetta etenkin nuoremmilla potilailla ja niillä, joilla on ollut aivoinfark-

TAULUKKO 2. Toimenpiteitä, joilla vähennetään neurologisia komplikaatioita leikkauksen aikana (Eagle ym. 2004, Shann ym. 2006).

Kehonulkoisen verenkierron aikana lievässä hypotermiassa pH:n säätely alfa-stat-menetelmällä	luokka I, aste A
Hypertermian välttäminen lämmitysvaiheessa, arterialinjan lämpötila ei saa nousta yli 37 asteen	luokka IIa, aste B
Leikkausalueelta imetyt veren suoraan potilaaseen infusoimisen välttäminen	luokka I, aste B
Imuveren "pesu" ja suodattimien käyttö	luokka IIb, aste B
Leikkauksen aikainen kaikukuvaus aortan kalkkiutumien selvittämiseksi	luokka I, aste B
Suodattimien käyttö valtimolinjassa	Luokka I, aste A
Veren glukoositasapainon hoito klinikan yleiskäytännön mukaisesti	Luokka I, aste B
Hemodiluution ehkäisy minimoimalla sydän-keuhkokoneen täytönestemäärä ja välttämällä verensiirtoja	Luokka I, aste A
Kehonulkoisen verenkierron pintalan pienentäminen ja mahdollisimman kudosystävällisen pintamateriaalin käyttö	Luokka IIa, aste B
Leikkauksen aikainen kaikukuvaus aivoembolusten välttämiseksi	Luokka IIa, aste B

Suosituksen luokitus. Luokka I: perustuu näyttöön ja kyseisen menetelmän tehokkuudesta ja käyttökelppoisuudesta vallitsee yhteneväinen käsitys. Luokka II: menetelmää pitäisi käyttää, mutta tarvitaan lisätutkimuksia (luokka IIa) taikka laajoja lisätutkimuksia tai lisää rekisteritietoa (luokka IIb). Näytönasteen luokitus. A = perustuu useisiin satunnaistettuihin tutkimuksiin. B = perustuu yhteen satunnaistettuun tutkimukseen tai satunnaistamattomiin tutkimuksiin (Eagle ym. 2004).

ti jo ennen sydänleikkausta (Gottesman ym. 2010). Lisäksi neurologisten komplikaatioiden on todettu jopa kolminkertaistavan sairaalahoidon ja kaksinkertaistavan sairaalahoidon kustannukset (Puskas ym. 2000, Newman ym. 2006).

Ehkäisy

Neurologisten komplikaatioiden ehkäisy on mielekästä ja kannattavaa (TAULUKKO 2), ja siihen uhrattu huomio johtaa myös konkreetti-

siin tuloksiin. Suomalaisessa aineistossa vuonna 2003 säästettiin 304 tehohoitovuorokautta verrattuna vuoteen 2001, kun neurologisten komplikaatioiden ehkäisyyn oli kiinnitetty erityistä huomiota (Suojaranta-Ylinen ym. 2007). Esimerkiksi riskipisteytyksen tai kliinisen kokemuksen perusteella seulotut suuren riskin potilaat olisi hyvä ottaa arviointiin ennen toimenpidettä. Niin ikään moniammatillista osaamista tulisi hyödyntää optimaalisen hoitostrategian löytämiseksi.

Leikkaustekniset menetelmät

Monet leikkaustekniset muunnelmät vaikuttavat neurologisten komplikaatioiden ilmaantuvuuteen. Koska nousevasta aortasta lähtevä embolus on tärkein radiologisesti varmistetun aivoinfarktin aiheuttaja, sitä pyritään ehkäisemään monin keinoin. Vain noin kolmannes nousevan aortan ateroomaplakeista on käsin tunnusteltavissa. Sen sijaan aortan pinnalta tehtävä kaikukuvaus on huomattavasti herkempi menetelmä (Hogue ym. 2006). Leikkauksen aikainen transesofageaalinen kaikukardiografia (TEE) yhdistettynä aortan pinnalta tehtyyn kaikukuvaukseen antaa selkeän kuvan aortan tilasta. Myös pehmeät ja liikkuvat ateroomat voidaan havaita. Kun aterooma huomataan, pyritään valitsemaan aorttaan kajoamaton tai mahdollisimman vähän kajoava leikkaustekniikka toimenpiteen sallimissa rajoissa.

Sepelvaltimokirurgiassa ”off-pump”-tekniikka vaikuttaisi ideaaliselta. Suurten tutkimusarjojen ja meta-analyyysien tulokset ovat kuitenkin varsin ristiriitaisia, eikä ”off-pump”-tekniikka vähennä merkittävästi neurologisia komplikaatioita koko sydänleikkauspotilasryhmässä. Tämä selittyy osittain sillä, että myös ”off-pump”-tekniikkaa käyttäen useimmissa leikkauksissa joudutaan käsittelemään aorttaa ja sydämen kääntely voi aiheuttaa verenpaineen laskua (Hogue ym. 2008). Lisäksi vertailututkimuksissa, joissa tutkimusryhmät on kaltaistettu, koehenkilöt ovat usein pienen riskin potilaita, joten ryhmien välistä eroa ei saada esiin. Sen sijaan muissa tutkimuksissa ”off-pump”-tekniikan käyttö on vähentä-

nyt neurologisten komplikaatioiden määrää (Hogue ym. 2008). Käytännössä useimmissa keskuksissa sepelvaltimon ohitusleikkaus tehdään kuitenkin ”off-pump”-tekniikalla, mikäli aortassa todetaan kalkkiutumia.

Aortan käsittelyä voidaan vähentää myös rakentamalla ohitussiirteiden (laskimo- ja väärtinävaltimosiirteet) proksimaaliset saumat rintakehän sisävaltimoiden kylkeen erilaisten saumantekolaitteiden avulla. Valtimolinjan tulokohdaksi kehonulkoisen verenkierron aikana saatetaan myös valita kainalovaltimo tai ääritapauksessa jopa sydämen kärki. Lisäksi aortta voidaan sulkea pihdin sijaan pallolla. Mainittujen menetelmien hyödyistä on kuitenkin hyvin vähän näyttöä, ja niiden käyttöä on harkittava potilaskohtaisesti ja kirurgin kokemus huomioiden (Slaughter ym. 2008). Huolellinen kalkkiutumien poisto aortta- ja hiippaläppäleikkausten yhteydessä on tärkeää. Samoin ilman pääsy verenkiertoon pitää estää.

Aortan pihditys voidaan välttää täysin aorttaläppäleikkauksessa asettamalla tekoläppä reisivaltimon kautta (TAVI). Eräässä tutkimuksessa 84 %:lla potilaista todettiin yllättäen uusia paikallisia muutoksia DWI-MK:ssa kyseisen toimenpiteen jälkeen, mutta kliinisesti potilaat olivat oireettomia. Koska katetriläppätekniikka on vielä uusi menetelmä, nähdään vasta tulevaisuudessa, voidaanko aorttaläppäleikkauksiin liittyviä neurologisia komplikaatioita vähentää tällä tekniikalla (Kahlert ym. 2010). Katetriläpän asennus sydämen kärjen kautta aiheuttaa vähemmän neurologisia ongelmia (Svensson ym. 2008, Walther ym. 2008, Salinas ym. 2011).

Hiilidioksidivirtausta leikkausalueelle on käytetty estämään ilmaembolusten pääsyä verenkiertoon. Hiilidioksidi syrjäyttää ilmaa, ja se häviää nopeammin systeemisestä verenkierrosta. Tutkimusnäyttöä on vähän, eikä menetelmä ole rutiinikäytössä. Vaikutuksen aikaansaamiseksi virtausnopeuden täytyy olla riittävän suuri, jolloin se voi aiheuttaa muutoksia happo-emästasapainoon.

Leikkausalueelta imetyn veren joutuminen suoraan verenkiertoon lisää neurologisia komplikaatioita sekä hemolyysiä ja inflammatoristen välittäjäaineiden erittymistä. Il-

YDINASIAAT

- » Vakavia neurologisia komplikaatioita esiintyy sydänleikkauksen jälkeen 2–5 %:lla potilaista.
- » Neurologiset komplikaatiot lisäävät kuolleisuutta ja lievemmätkin komplikaatiot heikentävät pitkäaikaisennustetta.
- » Tärkein riskitekijä on aortan ateroskleroosi.
- » Neurologisten komplikaatioiden määrää voidaan vähentää tunnistamalla riskipotilaat ja optimoimalla leikkaus- ja perfuusiotekniikat.

miön estämiseksi leikkausalueelta tullut veri imetään veripesuriin, josta se palautetaan sydän-keuhkokoneen säiliöön ja siitä edelleen arteriaalijan suodattimen kautta potilaaseen. Näin voidaan vähentää rasvapartikkeleiden määrää, mutta toisaalta veren hyytymistekijät huuhtoutuvat veripesuriin ja potilaan verenvuotoriski lisääntyy (Hogue ym. 2008). Jos halutaan välttää hyytymistekijöiden menetys, voidaan käyttää tehokkaita suodattimia sydän-keuhkokoneessa. Inflammatorisen vasteen vaimentamiseksi on syytä käyttää biomateriaaleilla päällystettyjä sydän-keuhkokoneen osia (Shann ym. 2006). Uudehkon miniperfuusiotekniikan avulla täyttönesteen tarve on vähäisempi ja vieraspintakontakti pienempi. Sillä voidaan teoriassa vähentää hemodilutiota ja inflammatorista vastetta, mutta näyttö tekniikan eduista on vielä vähäinen (Rimpiläinen 2011)

Systemisiin tilanvaihteluihin vaikuttavat menetelmät

Merkittävä anemia sydänleikkauksen yhteydessä lisää neurologisia ja muita elinkomplikaatioita sekä myös kuolleisuutta. Sydän-keuhkokoneen täyttö ennen toimenpidettä tehdään aikuisilla joko niin sanotuilla kirkkaila nesteillä tai kolloideilla, mikä aiheuttaa hemodilutiota. Laimenemista voidaan ehkäistä minimoimalla täyttönestemäärä ja täyttämällä

sydän-keuhkokone takaperoisesti potilaan omalla laskimoverellä välittömästi kehonulkoisen verenkierron alussa. Toisaalta verensiirtoihin liittyy myös enemmän sairastavuutta ja kuolleisuutta jopa viiden vuoden kuluttua sydänleikkauksesta. Sopivasta hemoglobiinipitoisuudesta kehonulkoisen verenkierron aikana ja leikkauksen jälkeen ei ole varmuutta (Shann ym. 2006). Yhdysvaltalaisen sydänkirurgi-anestesiologiyhdistysten suositukset ovat niinkin pienet kuin 60 g/l kehonulkoisen verenkierron aikana ja 70 g/l muussa vaiheessa (Ferraris ym. 2011).

Hypertermian haitallisuus aivoinfarktin yhteydessä on hyvin dokumentoitu, joten on luonnollista olettaa sen lisäävän aivokudosvaurion riskiä myös sydänleikkausten yhteydessä. On tärkeää huolehtia siitä, ettei valtimoveren lämpötila missään vaiheessa ylitä 37:ää astetta, koska valtimokanyyli palauttaa veren nousevaan aorttaan ja näin aivoihin menevän veren lämpötila on sama. Lievä hypotermia kehonulkoisen verenkierron aikana on turvallisempi kuin normaali lämpötila. Myös hyperglykemian esto vähentää neurologisia komplikaatioita. Ajoissa aloitettu insuliinihoito jatkuvana infuusiona on tehokkain tapa kontrolloida veren glukoositasapainoa leikkauksen aikana ja välittömästi sen jälkeen (Shann ym. 2006).

Neurologisten komplikaatioiden ehkäisyssä pH:n säätely kehonulkoisen verenkierron ja hypotermian aikana niin sanotulla alpha-stat-periaatteella on hyödyllistä (Shann ym. 2006). Menetelmässä pH:n annetaan mukautua lämpötilan mukaan korjaamatta pH- ja CO₂-arvoja.

Sopivasta kehonulkoisen verenkierron aikaisesta keskiverenpaineesta on keskusteltu runsaasti. Iäkkäillä, diabeetikoilla ja verisuonisairauksia potevilla verenpaineen säätely on häiriintynyt eikä aiemmin turvallisena pidetty keskiverenpaineen alaraja 50 mmHg riitä takaamaan riittävää aivoverenkiertoa. Monet keskukset ovatkin siirtyneet suosimaan arvoa 70 mmHg keskiverenpaineen alarajana (Grogan ym. 2008, Murphy ym. 2009).

Aivojen verenkiertoa voidaan mitata leikkauksen aikana kallon läpi jatkuvalla transkraniaalidopplerkuvauksella (TCD), mutta me-

netelmä ei ole optimaalinen rutiinikäyttöön. Myös aivoista palaavan laskimoveren happikyllästeisyyden mittaaminen (jugular venous oximetry) on työläs ja enää harvoin käytetty menetelmä. Sen sijaan aivokudoksen happutumisen mittaaminen infrapunavalon absorptiolla (near infrared spectroscopy, NIRS) on turvallinen ja helppokäyttöinen menetelmä. Alustavien tutkimustulosten mukaan NIRS:n käyttö ja verenkierron muutosten perusteella tehdyt hoitotoimet kuten kanylaatiovirtausten tarkastaminen ja hemoglobiinipitoisuuden suurentaminen ovat vähentäneet neurologisia komplikaatioita (Vohra ym. 2009). Käytännön ongelmana on usein se, ettei aivojen happikyllästeisyyden pienentymistä voida korjata millään hoitotoimenpiteellä.

Vaikka leikkausten aikaisilla hoitomuutoksilla voidaan vaikuttaa eniten neurologisten komplikaatioiden ilmaantuvuuteen, myös ennen leikkausta tehtävillä muutoksilla kyetään vähentämään niitä. Eteisvärinäpotilailla ja niillä, joilla vasemman kammion toiminta on selvästi heikentynyt, antikoagulaation optimointi ehkäisee verihyytymien syntyä sydämeen ja niiden pääsyä verenkiertoon sydäntä käsiteltäessä. Sydämen kaikukuvauksella havaitaan hyttymät, ja leikkaustekniikkaa saatetaan muuttaa löydöksen mukaan. Kaulavaltimoahtautumien toteaminen kaikukuvauksella vaikuttaa myös leikkaustekniikan valintaan. Silloin suositetaan pulsoivaa virtausta ylläpitävää ”off-pump”-tekniikkaa. Lisäksi tarvittaessa kehonulkoisen verenkierron aikana pidetään yllä korkeampaa verenpainetta (Eagle ym. 2004).

Leikkauksen jälkeen on tärkeää huolehtia veren glukoositasapainosta, estää hypertermia ja turvata esteetön aivoverenkierto huomioiden myös laskimopaluu. Potilaan pää pidetään vuoteessa keskilinjassa 30 asteen kohoasennossa. Kaulalla ei saa olla kiristäviä siteitä. Eteisvärinä voi aiheuttaa aivoembolisaatiota myös leikkauksen jälkeen, ja siksi sen ehkäisy ja hoito on tärkeää. Toisaalta muuttaman vuorokauden ajan sydänleikkauksesta noin 30 %:lla potilaista esiintyy eteisvärinää, joka on usein verenkierrollisesti ongelmaton, ja sinusrytmin ylläpitäminen voi olla vaikeaa.

Siksi tähdennetään riittävän antikoagulaation merkitystä eteisvärinän aikana (Eagle ym. 2004).

Deliriumin ehkäisyssä vuorokausirytmien säilyttäminen ja mahdollisimman rauhallinen ympäristö ovat tärkeitä tekijöitä. Voimakas kipu aiheuttaa sekavuutta, samoin kipulääkkeenä käytetyt opiaatit, joten tasapainoilu kivun hoidossa on vaikeaa. Parasetamoli on hyvä peruskipulääke, jonka rinnalle lisätään opiaatteja vasteen mukaan. Bentsodiatsepiinit lisäävät usein sekavuutta etenkin vanhuksilla, joten niiden rutiinimaista käyttöä tulisi välttää. Jos taustalla on runsasta alkoholin käyttöä, bentsodiatsepiineista voi olla hyötyä. Haloperidoli on sydänleikkauksen jälkeisen sekavuuden hoidon peruslääke, kun ensin on suljettu pois sekavuuden muut mahdolliset tekijät, kuten hypoksia, virtsaumpi, kipu ja tamponaatio (Rudolph ja Marcantonio 2011)

Lopuksi

Väestön ikärakenne painottuu vanhempiin ikäluokkiin, joten on ilmeistä, että neurologisten komplikaatioiden määrä sydänleikkauksen yhteydessä tulee pysymään merkittävänä, vaikka kaikki tiedossa olevat ehkäisevät hoitotoimenpiteet olisivat käytössä. Jatkuvat ponnistelut sydänkirurgian tulosten parantamiseksi tässäkin mielessä ovat aiheellisia, koska myös lievät neurokognitiiviset häiriöt vaikuttavat potilaan elämänlaatuun sekä hoidon ja tuen tarpeeseen. Tällä on myös yhteiskunnallista merkitystä jaettaessa terveyden- ja sosiaalihuollon resursseja. ■

RAILI SUOJARANTA-YLINEN, dosentti, osastonylilääkäri
MARKKU SALMENPERÄ, professori, ylilääkäri
ANTTI VENTO, dosentti, erikoislääkäri
HUS, operatiivinen tulosyksikkö, anestesia ja tehohoito, sydän- ja thoraxkirurgia

LAURI SOINNE, dosentti, vs. osastonylilääkäri
HUS, medisiininen tulosyksikkö, neurologia

SIDONNAISUUDET

Raili Suojaranta-Ylinen: Ei sidonnaisuuksia

Markku Salmenperä: Ei sidonnaisuuksia

Antti Vento: Ei sidonnaisuuksia

Lauri Soinne: Asiantuntijapalkkio (Boehringer Ingelheim), luentopalkkio (Boehringer Ingelheim, Pfizer), lisenssitulo tai tekijänpalkkio (Duodecim), koulutus/kongressikuluja yrityksen tuella (GSK, Boehringer Ingelheim)

KIRJALLISUUTTA

- Ahonen J, Roine RO, Rämö J, Salmenperä M. Aikuisten sydänkirurgian aivokomplikaatiot. *Duodecim* 2002;118:1957–65.
- Ahonen J, Salmenperä M. Brain injury after adult cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:4–19.
- Bucerius J, Gummert JF, Borger MA. Stroke after cardiac surgery: A risk factor analysis of 16184 consecutive adult patients. *Ann Thorac Surg* 2003;75:472–8.
- Carrascal Y, Guerrero AL. Neurological damage related to cardiac surgery. *Neurologist* 2010;16:152–64.
- Cheng DC, Baingridge D, Martin J, Novick RJ. Does off-pump coronary artery bypass reduce mortality, morbidity and resource utilization when compared with conventional coronary artery bypass? A meta-analysis of randomized studies. *Anesthesiology* 2005;102:188–203.
- Dacey LJ, Likosky DS, Leavitt BJ, ym. Perioperative stroke and long-term survival after coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;79:532–6.
- Eagle KA, Guyton RA, Davidoff R, ym. ACC/AHA guideline update for coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 2004;110:340–437.
- Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, ym. Update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg* 2011;91:944–82.
- Ferraris VA, Ferraris SP, Saha SP, ym. Blood conservation guideline task force. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg* 2007; 83:527–86.
- Förster A, Szabo K, Hennerici MG. Mechanisms of disease: pathophysiological concepts of stroke in hemodynamic risk zones- do hypoperfusion and embolism interact. *Nat Clin Pract Neurol* 2008;4:216–25.
- Goto T, Baba T, Homma K, ym. Magnetic resonance imaging findings and postoperative neurologic dysfunction in elderly patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2001;72:137–42.
- Gottesman RF, Grega MA, Bailey MM, ym. Delirium after coronary artery bypass graft surgery and late mortality. *Ann Neurol* 2010;67:338–44.
- Gottesman RF, Sherman PR, Grega MA, ym. Watershed strokes after cardiac surgery: diagnosis, etiology, and outcome. *Stroke* 2006;37:2306–11.
- Grogan K, Stearns J, Hogue CW. Brain protection in cardiac surgery. *Anesthesiol Clin* 2008;26:521–38.
- Hogue CW, Gottesman RF, Stearns J. Mechanisms of cerebral injury from cardiac surgery. *Crit Care Clin* 2008;24:83–98, viii–ix.
- Hogue CW Jr, Palin CA, Arrowsmith JE. Cardiopulmonary bypass management and neurological outcomes. an evidence based appraisal of current practices. *Anesth Analg* 2006;103:21.
- Kahlert P, Knipp SC, Schlamann M, ym. Silent and apparent cerebral ischemia after percutaneous transfemoral aortic valve implantation. *Circulation* 2010;121:870–8.
- McKhann GM, Grega MA, Borowicz LM Jr, Baumgartner WA, Selnes OA. Stroke and encephalopathy after cardiac surgery: an update. *Stroke* 2006;37:562–71.
- Moraca R, Lin E, Holmes JH. Impaired baseline regional cerebral perfusion in patients referred for coronary artery bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 131:540–6.
- Murphy GS, Hessel EA, Grooms RC. Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence based approach. *Anesth Analg* 2009:1394–417.
- Newman MF, Mathew JP, Grocott HP, ym. Central nervous system injury associated with cardiac surgery. *Lancet* 2006;368:694–703.
- Puskas JD, Winston AD, Wright CE, ym. Stroke after coronary artery bypass operation: incidence, correlates, outcome and cost. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1053–6.
- Rimpiläinen R. Minimized cardiopulmonary bypass in extracorporeal circulation. *Acta Universitatis Ouluensis* 2011. D1099, Oulu 2011.
- Roach GW, Kanchuger M, Mora Mangano C, ym. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. *N Engl J Med* 1996;335:1857–63.
- Rudolph JL, Marcantonio ER. Post-operative delirium: acute change with long term implications. *Anesth Analg* 2011;112:202–11.
- Salinas P, Moreno R, Lopez-Sendon JL. Transcatheter aortic valve implantation: current status and future perspectives. *World J Cardiol* 2011;26:177–85.
- Shann KG, Likosky DS, Murkin JM, ym. An evidence-based review of the practice of cardiopulmonary bypass in adults: a focus on neurologic injury, glycemic control, hemodilution, and the inflammatory response. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132:283–90.
- Selnes OA, Grega MA, Borowicz LM Jr, ym. Gognitive outcomes three years after coronary artery bypass surgery: a comparison of on-pump coronary artery bypass graft surgery and nonsurgical controls. *Ann Thorac Surg* 2005;79:1201–9.
- Slaughter MS, Sobieski MA, Tatoes AJ, Pappas PS. Reducing emboli in cardiac surgery: does it make a difference? *Artif Organs* 2008;32:880–4.
- Suojäranta-Ylinen RT, Roine RO, Vento AE, Niskanen MLM, Salmenperä MT. Improved neurologic outcome after implementing evidence-based guidelines for cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2007;21:529–34.
- Svensson LG, Dewey T, Kapadia, ym. United States feasibility study of transcatheter insertion of a stented aortic valve by the left ventricular apex. *Ann Thorac Surg* 2008;86:46–54.
- Walther T, Falk V, Kempfert J, ym. Transapical minimally invasive aortic valve implantation; the initial 50 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;33:983–8.
- Wityk RJ, Goldsborough MA, Hills A, ym. Diffusion- and perfusion weighted brain magnetic resonance imaging in patients with neurologic complications after cardiac surgery. *Arch Neurol* 2001;58:571–6.
- Vohra HA, Modi A, Ohri SK. Does use of intra-operative cerebral regional oxygen saturation monitoring during cardiac surgery lead to improved clinical outcome. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009;9:318–22.

Summary**Neurologic complications in cardiac surgery patients**

Cerebral infarction and hypoxic-ischemic brain damage (HIE) may impair the recovery of a patient from otherwise successful cardiac operation. Severe neurologic complications occur in approximately 2 to 5% of cardiac surgery patients. The major risk factors can be recognized. The most common cause of cerebral infarction is a calcific embolus released during manipulation of atheromatotic aorta. HIE results from cerebral circulatory deficiency and subsequent hypoxia in the cerebral tissue. The development of complications can be prevented by restricting aortic manipulation and by optimizing the perfusion technique and other treatment during the operation.