

2023



SYDÄNÄÄNI

Suomen Kardiologisen Seuran lehti

# Läppäsairaudet

Toim. Heidi Lehtola, Helena Rajala  
ja Pertti Jääskeläinen

VUOSIKERTA 34  
nro

1A

TEEMANUMERO

Ilmoitus

Ilmoitus



Julkaisija  
Suomen Kardiologinen Seura

Yhteystiedot ja osoitteenmuutokset  
Sepänkatu 20, 90100 Oulu  
Puh. 050 430 4158  
S-posti: fcs@fincardio.fi  
tuija.ranta@fincardio.fi  
jaana.kemppainen@fincardio.fi  
majju.pikkarainen@fincardio.fi

Internet: www.fincardio.fi

Päätoimittaja  
Heidi Lehtola  
Kardiologian erikoislääkäri, LT  
TYKS Sydänkeskus  
Hämeentie 11, 20520 Turku  
heidi.m.lehtola@gmail.com  
Puh. 02 313 4587

Toimittajat  
Juhani Junntila, Oulu  
Tuomas Kiviniemi, Turku  
Tuula Meinander, Tampere  
Riitta Paakkanen, Helsinki  
Jarkko Hytönen, Kuopio  
Juha Koskinen, Kotka  
toimitus@fincardio.fi

Toimituskunta  
Hedman Marja, Järvinen Otso,  
Kiviniemi Tuomas, Laine Mika,  
Niemelä Matti, Ojala Tiina, Pikkarainen Essi,  
Pikkarainen Maiju, Piihola Jarkko,  
Porela Pekka, Saarinen Harri

Taitto ja ulkoasu  
PunaMusta Oy, Sisältö- ja suunnittelupalvelut

Paino  
PunaMusta Oy

Painos 1290 kpl  
34. vuosikerta  
ISSN 0788-0227

Sydänääni ilmestyy kolme kertaa vuodessa  
1. numero maaliskuussa  
2. numero syyskuussa  
3. numero joulukuussa

Ylimääräinen numero tiedottamisen vaatiessa.

Materiaalin toimitus  
Mainokset: PunaMusta Oy  
ilmo.sydanaani@punamusta.com  
Kannatusjäsenilmoitukset:  
Kardiologisen Seuran toimisto  
Artikkelit/jutut: päätoimittaja

Käsikirjoitukset  
sähköpostin liitteenä tai USB-muistitikulla.  
HUOM! Ei muokkauksia (tavutus, palstoitus  
tms.) tekstiin. Hyväksyttävät kuvatiedosto-  
muodot: TIFF, JPG tai PDF.

Ilmoituspaikat  
I-kansi: etukansi 150 x 200 mm  
II-kansi: 210 x 297 mm  
III-kansi: 210 x 297 mm  
IV-kansi: takakansi 210 x 230 mm  
Sisäsivut: 210 x 297 mm

## SYDÄNÄÄNEN TEEMANUMERO

# Läppäsairaudet

### PÄÄKIRJOITUS

Heidi Lehtola, Helena Rajala ja Pertti Jääskeläinen ..... 150

### LUKU 1

Aorttaläppäahtauman diagnostiikan ongelmatilanteita

Marko Virtanen ja Juho Viikilä ..... 152

### LUKU 2

Aorttaläppäahtauman hoito 2020-luvulla: kenelle TAVR, kenelle SAVR?

Seija Kerkelä ja Markus Malmberg ..... 157

### LUKU 3

Aorttaläpän vuodon arviointi ja operatiivinen hoito

Satu Suihko, Ville Vepsäläinen ja Peter Raivio ..... 162

### LUKU 4

Toiminnallinen mitraalivuoto: Miten tutkin ja hoidan?

Antti Saraste ja Janne Rapola ..... 169

### LUKU 5

Degeneratiivinen mitraalivuoto

Riitta Paakkanen ja Antti Valtola ..... 174

### LUKU 6

Biologisen tekoläppäpotilaan seuranta ja ongelmatilanteet

Mikko Savontaus ja Jarkko Piihola ..... 181

### LUKU 7

Mekaanisen tekoläpän ongelmat

Katri Aaltonen ja Pasi Maaranen ..... 186

### LUKU 8

Elektiiviseen läppäoperaatioon menevän potilaan preoperatiiviset tutkimukset

Anu Turpeinen, Pekka Porela ja Otso Järvinen ..... 193

### LUKU 9

Trikuspidaaliläpän vuoto – kuka hyötyy toimenpidehoidoista?

Suvi Tuohinen ja Markku Kaarne ..... 196

### LUKU 10

Geriatrian asiantuntemuksen hyödyntäminen iäkkään läppäpotilaan arvioinnissa

*Miten geriatrian asiantuntijatiimi voi parantaa läppäpotilaiden hoidon valintaa?*

Hanna Kerminen, Mira Taalikka ja Leena Airaksinen ..... 205

### LUKU 11

Läppäpotilaan TT- ja magneettikuvaus – miksi tarvitaan?

Miia Holmström ja Maria Istomina ..... 211

## Hyvät lukijat

Edellinen Sydänäänien läppäsairauksien teemanumero ilmestyi vuonna 2010. Siinä käsiteltiin läppäsairauksien diagnostiikkaa, ja hoitomuotona oli pitkälti kirurgia. Tähän numeroon on pyritty päivittämään läppäsairauksien hoitoa koskevaa tietoa etenkin katetrihoitomuotojen vakiinnutettua asemaansa. TAVI-hoito on mullistanut aorttaläppäahtauman hoidon, ja valtaosa aorttaläppäahtauman vuoksi asennetuista bioläpistä onkin jo TAVI-läppiä. TAVI-toimenpiteitä tehtiin Suomessa viime vuonna noin 1000 potilaalle. Tässä teemanumerossa käsitellään aorttastenoosin arviointia ja hoitoa nykypäivänä. Viime vuosina myös mitraali- ja trikuspidaaliläpän perkutaaniset hoitomuodot ovat kehittyneet nopeasti, ja Coapt-tutkimuksen myötä mitraaliläpän klipsihoito on jo päässyt virallisiin hoitosuosituksiin vaikeaoireisten, kirurgiseen hoitoon soveltumattomien potilaiden kohdalla. Trikuspidaaliläpän klipsihoidosta on juuri julkaistu ensimmäinen satunnaistettu monikeskustutkimus, ja trikuspidaalilivudon toimenpidehoitoa kokonaisuutena käsitellään tässä teemanumerossa.

Läkkäiden potilaiden kohdalla on tärkeä pystyä arvioimaan kokonaistilanne ja toimenpiteestä mahdollisesti saatava hyöty tarkasti. Tays Sydänsairaalan geriatrinen tiimi käsittelee potilasvalintaa ja Taysin geriatrisen tiimin toimintamallia, joka on käytössä TAVI-toiminnassa mutta voisi soveltua myös muiden katetрилäppähoitoon harkittavien potilaiden arvioinnissa.

Avosydänkirurgiassa on tapahtunut paljon kehitystä. Degeneratiivisessa mitraalilivudossa yhä useampi potilas hoidetaan oman läpän säästävällä korjausleikkauksella. Hoitosuositukset puoltavatkin degeneratiivisessa mitraalilivudossa myös oireettomien potilaiden leikkaushoitoa tietyin ehdoin, mikäli läppä on suurella todennäköisyydellä korjattavissa ja leikkausriski on matala. Nykyisellään myös osa aorttaläppävuoto-potilaista voidaan hoitaa oman läpän säästävällä korjausleikkauksella. Silloin potilas välttyy tekoläppään liittyviltä myöhäisongelmilta, joista merkittävimpiä ovat mekaanisen läpän antikoagulaatioon liittyvät ongelmat, bioläpän degeneraatio ja endokardiitti. Tekoläppäongelmista on teemanumerossa omat erilliset katsauksensa.

Läppäpotilaan huolellinen preoperatiivinen tutkiminen on keskeistä onnistuneelle toimenpidehoidolle. Läppäsairauksien ultraäänidiagnostiikka on 3D-kuvantamisen myötä myös kehittynyt valtavasti, ja ruokatorviultraäänitutkimuksen käyttö diagnostiikassa on lisääntynyt. Läpän korjaukseen tähtäävissä leikkauksissa keskeistä on vuodon syyn ja läpän anatomian tarkka selvittäminen ruokatorviultraäänellä. Leikekuvaukset ovat myös kiinteä osa läppäpotilaiden hoitoarviota, esimerkiksi aortan TT TAVI-toimenpidettä suunniteltaessa. TT on käytössä myös muiden katetрилäppien preoperatiivisessa arvioinnissa.

Sydämen magneettikuvauksen käyttö läppävikojen arvioinnissa lisääntyy, mutta alueelliset erot ovat suuria. Korkeatasoinen sydänkuvantaminen on välttämätön osa sydänpotilaiden laadukasta hoitoa, ja myös leikekuvauksien käytöstä on teemanumerossa katsaus.

Heart Team -tyyppinen lähestymistapa läppäsairauksien hoitoratkaisuihin on välttämätön kaikissa sydänkirurgisissa keskuksissa, jotta jokaiselle potilaalle osataan valita paras hoitomuoto. Tämä on arkipäivää etenkin katetritoimenpiteissä, mutta myös oireettomien potilaiden varhainen leikkaushoito on päätös, joka on hyvä käydä yksilöllisesti läpi kunkin potilaan kohdalla.

Lämmin kiitos asiantuntijoillemme ajastanne ja työstänne – ilman teitä teemanumeroa ei olisi!

Suuri kiitos kuuluu myös tämän teemanumeron tukijoille: Boston Scientific, Amarin, Medtronic, Pfizer, Orion Pharma, BMS & Pfizer allianssi ja PulseOn!

*Heidi Lehtola*  
Päätoimittaja  
LT, kardiologian el  
Tyks Sydänkeskus

*Helena Rajala*  
Dosentti, kardiologian el  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

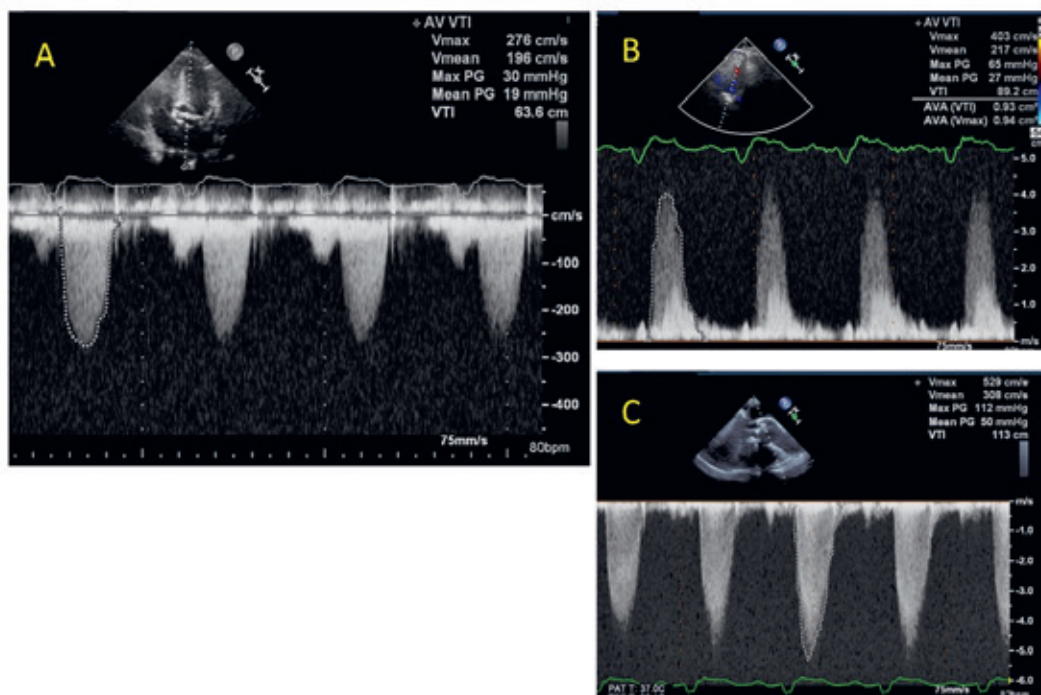
*Pertti Jääskeläinen*  
Dosentti, kardiologian el  
KYS Sydänkeskus

Ilmoitus

# Aorttaläppäahtauman diagnostiikan ongelmatilanteita

Marko Virtanen, LT, kardiologian erikoislääkäri, Tays Sydänsairaala

Juho Viikilä, LL, kardiologian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus



KUVA 1. Aorttaläpän virtausnopeuden huippu oikealla viisilokerokuvasta 2,8 m/s (A), oikealta parasternaalikuvarasta 4,0 m/s (B) ja TEE-tutkimuksen transgastrisesta ikkunasta 5,3 m/s (C).

## Tiivistelmä

Aorttaläppäahtauma on länsimaissa yleisin kajoavaa hoitoa vaativa läppäsairaus.

Aorttaläppäahtauman diagnoosi ja vaikeusasteen määrittäminen perustuu rintakehän päältä tehtävään sydämen ultraäänitutkimukseen. Tärkeimmät tutkittavat asiat ovat virtausnopeuden huippu ja keskigradietti aorttaläpässä sekä jatkuvuusyhtälöllä laskettu läppäaukon pinta-ala.

Mikäli virtausnopeuden huippu on  $\geq 4$  m/s tai keskigradietti  $\geq 40$  mmHg, voidaan aorttaläppäahtauma luokitella vaikea-asteiseksi edellyttäen, että suurentuneen virtauksen tilat, kuten vaikea anemia ja hoitamaton hypertyreoosi, on suljettu pois.

Aorttaläppäaukon pinta-ala (AVA)  $\leq 1$  cm<sup>2</sup> viittaa merkittävään aorttaläppäahtaumaan mutta ei yksinään vahvista läppävikaa vaikea-asteiseksi.

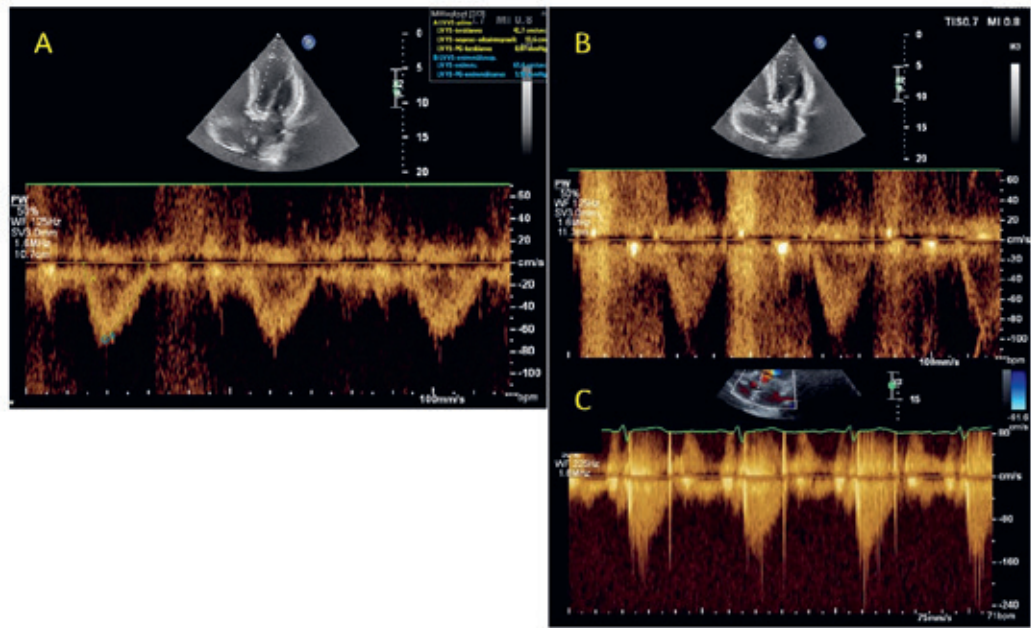
Mikäli tutkimustulokset ovat ristiriitaisia, varmistetaan ensimmäisenä mittausten oikeellisuus (1, 2). Käsittelemme tässä artikkelissa aorttaläppäahtauman diagnostisia menetelmiä, niihin liittyviä haasteita sekä tavallisia kliinisiä ongelmatilanteita.

## Aorttaläppäahtauman mittaaminen ja siihen liittyvät haasteet

### Transtorakaalinen ultraääni

Läppäahtaumassa tapahtuva verenvirtauksen kiihtyminen mitataan ultraäänitutkimuksen jatkuvan dopplerin avulla. Bernoullin yhtälön avulla virtausnopeudesta saadaan laskettua läppäahtaumassa tapahtuva paineen alentuminen eli gradientti. Todellisen virtausnopeuden huipun huolellinen rekisteröinti on olennaista. Tavallisin ongelma on virtausnopeuden huipun aliarviointi, kun jatkuvan dopplerin mittauslinja on vino suhteessa läppäahtaumassa tapahtuvaan verenvirtaukseen. Yli 20 asteen kulmavirhe johtaa jo merkittävään virheeseen (3). Kun käytetään vain apikaaliprojektioita, todellinen virtausnopeuden huippu jää rekisteröimättä merkittävällä osalla potilaista johtaen läppäahtauman vaikeusasteen aliarviointiin: eräässä aineistossa suurin virtausnopeus saatiin oikealta parasternaalisesti 50 %:lla ja apikaalisesti 39 %:lla potilaista (4, 5). Oikeaa parasternaali-ikkunaa tulisi siksi käyttää virtausnopeuden mittaamiseen varsin rutiininomaisesti. Mittaus voidaan tehdä kardiologisella sektorianturilla tai ei-kuvaavalla kynäanturilla potilaan maassa oi-

**KUVA 2.** Pulssidopplerin verhokäyrä optimaalisesta tasosta (A); liian distaalissa rekisteröinnissä signaali hajaantuu (B). Jatkuvan dopplerin verhokäyrässä nähdään voimakas signaalin kulkuaikailmiö (transit-time effect) (C).



kealla kyljellä yhtä kylkiväliä ylempää vasemman puolen parasternaali-ikkunaan nähden. Näkyvyys aorttaläppään jää näin usein huonommaksi kuin apikaalisesti, mutta dopplervirtaus on useimmiten löydettävissä (kuva 1). Mitraalivuoto voi suuntautua aorttavirtauksen suuntaisesti, eikä sitä pidä virheellisesti tulkita aorttaläpän ahtauman virtaussignaaliksi. Mitraalivuodon signaalin verhokäyrän muoto ja pidempi kesto yleensä erottavat sen aorttaläpän verhokäyrästä. Jatkuvan dopplerin verhokäyrässä näkyviä piikkimäisiä, kulkuaikailmiön (*transit time effect*) liittyviä signaaleja ei tule mitata virtausnopeuden huipuksi tai sisällyttää verhokäyrästä tehtävään gradienttimittaukseen. (Kuva 2C.)

Aorttaläppäaukon pinta-alan arviointi perustuu jatkuvuusyhtälöön  $AVA = (pinta-ala_{LVOT} \times VTI_{LVOT}) / VTI_{aorttaläppä}$ , eli ulosvirtauskanavan iskutilavuus jaetaan jatkuvalla dopplerilla saadulla aorttaläpän nopeus-aikaintegraalilla (VTI, *velocity-time integral*). Iskutilavuuden määrittämiseksi pulssidopplerin mittaportti asetetaan aorttaläpästä heti proksimaalisesti siten, että tarkkarajaisen verhokäyrän tiivis nk. *modal velocity* eli modaalinen nopeus saadaan piirrettyä. Mikäli mittaportti on liian lähellä aorttaläppää, rekisteröityy mukaan myös kiihtyviä virtauksia ja verhokäyrässä nähdään signaalin hajaantumista. Tällaisesta verhokäyrästä ei voida tarkasti piirtää haluttuja nopeuksia, ja mittaporttia tulee siirtää hiukan apikaalisesti (kuva 2).

AVA:n määrittämisessä suurin potentiaalinen virhelähde on vasemman kammion ulosvirtauskanavan (LVOT) mittaus, koska jatkuvuusyhtälössä LVOT:n pinta-ala saadaan korottamalla sen säde toiseen potenssiin. Ulosvirtauskanava näyttäytyy suurimmillaan, kun pitkän akselin projektiossa näkyy yleensä aorttaläpän oikea koronaariliuska sekä vasemman ja non-koronaariliuskojen välisen kommissuuran alue. LVOT mitataan suurennetusta kuvasta systoleessa; ensisijaisesti suositellaan mittausta tehtäväksi annulustasolta (6, 7), vaikkakin eurooppalaisessa suosituksessa mittaamista hiukan annuluksesta proksimaalisemmin pidetään mahdollisena, erityisesti kun pulssidopplerin signaali hajaantuu annulustasolla (1). Ultraäänellä ja invasiivisesti saadut AVA-arvot olivat yhteneväisempiä, kun käytetään annulustasoa proksimaalisemman LVOT:n sijasta, erityises-

ti LVOT:n ollessa apeksin suuntaan kapeneva tai levenevä (7). LVOT:n mittaamista voi hankaloittaa myös ulosvirtauskanavaan ulottuva paikallinen kalkkikertymä. Tällöin LVOT-mitan ottamista kalkin ulkoreunasta voisi pitää ensisijaisena tapana, koska anturin sivusuuntainen kallistaminen voi johtaa LVOT-mitan aliarviointiin (6).

Erityisesti pienikokoisilla potilailla tulisi laskea indeksoitu AVA eli suhteuttaa läppäaukko kehon pinta-alaan. Näin osalla potilasta AVA:n ollessa  $< 1 \text{ cm}^2$  saadaan  $AVA_i \geq 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  puoltaen arviota keskivaikeasta aorttaläppäahtaumasta (1).

LVOT:n koosta riippumaton mittaus vaikeusasteen arvioinnissa on ulosvirtauskanavan ja aorttaläppävirtauksien suhde (DVI, *dimensionless index*). DVI-suhde  $< 0,25$  viittaa vaikeaan aorttaläppäahtaumaan (1). Toisaalta DVI:n ollessa  $\geq 0,25$  samalla, kun AVA on  $< 1 \text{ cm}^2$ , on syytä epäillä LVOT:n mittausta liian pieneksi.

Planimetriaan perustuvaa aorttaläppäaukon koon määrittämistä ei voi suositella kalkkiutuneessa läpässä, etenkin trans-torakaalisessa ultraäänitutkimuksessa, sillä läppäaukko on epätarkkarajainen ja sitä on hankala saada piirrettyä kohtisuorasta projektiossa. On myös hyvä muistaa, että efektiivinen AVA ennustaa paremmin päätetapahtumia kuin geometrisen mittauksen perustuvat anatomiset AVA-mittaukset (1).

### TEE-tutkimus, tietokonetomografia ja invasiivinen diagnostiikka

TEE-tutkimus voi olla hyödyllinen, jos rintakehän päältä tehty ultraääni on epädiagnostinen. TEE-tutkimuksessa mm. LVOT:n mittaaminen voi olla helpompaa ja 3D-anturien ominaisuudet auttavat saamaan planimetrinen AVA:n kohtisuorasta projektiossa pienimmän läppäaukon tasolta. Geometrinen AVA on kuitenkin usein suurempi kuin efektiivinen AVA. Toisinaan myös suurin aorttaläppägradientti saadaan otettua TEE-tutkimuksessa transgastrisesta näkymästä. (Kuva 1.)

LVOT on usein muodoltaan ovaali, kun taas 2D-ultraäänellä LVOT arvioidaan pyöreäksi. LVOT:n todellinen koko voidaan piirtää suoraan tietokonetomografialla (TT) saadusta kuvasta ja sijoittaa jatkuvuusyhtälöön saatujen dopplermittausten kanssa.



AVAecho 1,0 cm<sup>2</sup> ja AVAct 1,2 cm<sup>2</sup> ennustavat päätapahtumia käytännössä yhtä hyvin, ja ne korreloivat hyvin läppägradienttiin, joten TT:n käyttö LVOT:n koon määrittämiseen ei näyttäisi tuovan merkittävää lisähyötyä verrattuna perinteiseen ultraäänimenetelmään (8). Planimetrisen AVA:n määrittäminen TT:stä korreloi puolestaan huonosti gradienttiin (8).

TT:n natiivisarjasta voidaan laskea Agatstonin menetelmään perustuva aorttaläpän kalkkipisteluku (*calcium score*), joka korreloi erinomaisesti läppägradienttiin ja AVA-arvoon. Kohonnut kalkkipisteluku ennustaa myös kliinisiä päätapahtumia, ja sen käyttöä voidaan hyödyntää aorttaläppäahtauman vaikeusasteen arvioinnissa (1, 9). LVOT:n, sepelvaltimoiden, mitraaliläpän ja aortan seinämän kalkkeja ei tule sisällyttää aorttaläpän kalkkipisteitykseen.

Invasiivista diagnostiikkaa aorttaläppäahtauman yhteydessä tarvitaan harvoin, vain jos asia ei muilla menetelmillä selviä. Läpän vetokäyrän ottamista rutiinimaisesti ei voida pitää suositeltavana siihen liittyvän suurentuneen embolisen tapahtuman riskin vuoksi (10). Mikäli invasiivinen tutkimus katsotaan tarpeelliseksi, voidaan gradienttimittaus tehdä vetokäyrällä tai samanaikaisella vasemman kammion ja aortan painerekisteröinnillä. Vetokäyrän heikkoutena on se, että vasemman kammion ja aortan painehiiput esiintyvät ajallisesti eri aikaan. Invasiivinen AVA määritetään Gorlinin tai Hakkin kaavan avulla; tähän tarvitaan minuuttitulavuuden mittaus joko Fickin menetelmän tai termodiluution avulla. Virhelähteinä Fickissä on hapenoton epäsuora arviointi suoran mittauksen sijaan, ja termodiluutiosta tulos voi olla epäluotettava matalan minuuttitulavuuden tai trikuspidaalivuodon yhteydessä (11).

### Muita virhelähteitä

Hallitsematon hypertensio voi vaikuttaa vasemman kammion tuottamaan virtaukseen ja siten läppägradienttiin, joten mikäli mittaukset ovat läppävikaan liittyen ristiriitaiset, on syytä hoitaa verenpaine kuntoon ja arvioida läppäahtauman vaikeusastetta tämän jälkeen uudelleen (1).

Ahtaam läppäaukon distaalipuolella osa kineettisestä energiasta palautuu virtauksen hidastuessa potentiaalienergiaksi. Tämä paineen palautumisilmiö voi olla relevantti kapean (< 30 mm) aortan tyven yhteydessä, jolloin dopplerilla mitattu gradientti on suurempi kuin katetreilla mitattu vasemman kammion ja aortan välinen nettogradientti (1). Paineen palautumisen suuruus on mahdollista laskea, mutta käytännön työssä sen soveltaminen on hankalaa (12).

### Matalagradienttinen vaikea-asteinen aorttaläppäahtauma

Matalagradienttisella vaikea-asteisella aorttaläppäahtaumalla tarkoitetaan tilaa, jossa aorttaläppäahtauma on läppäaukon laskennallisen pinta-alan perusteella luokiteltavissa vaikea-asteiseksi (AVA ≤ 1,0 cm<sup>2</sup>) mutta keskigradietti ja virtausnopeuden huippu läppäaukossa jäävät mataliksi (keskigradietti < 40 mmHg, huippuvirtaus < 4 m/s). Tila on luultua yleisempi: viimeaikaisten rekisteritutkimusten mukaan matalagradienttinen aorttaläppäahtauma todetaan jopa puolella vaikea-asteista aorttaläppäahtaumaa sairastavista (13, 14). Pitkäaikaisennuste on huonompi kuin korkeagradienttisessa aorttaläppäahtaumassa, mutta tutkimusnäytön perusteella myös nämä potilaat hyötyvät kajoavasta hoidosta (15, 16).

Läppävian vaikeusasteen määrittäminen on haastavaa ja edellyttää integroitua lähestymistapaa, jossa perusmittauksiin yhdistetään tieto vasemman kammion supistuvuudesta ja isku-tilavuudesta.

On huomioitava, että aorttaläppäahtauman vaikeusasteen luokittelun raja-arvoissa gradientin ja AVA:n välillä vallitsee epäsuhta. Potilailla, joiden isku-tilavuus oli normaali (SVi > 35 ml/m<sup>2</sup>), keskigradietti 40 mmHg vastaa AVA-arvoa 0,8 cm<sup>2</sup> ja keskigradietti 28 mmHg AVA-arvoa 1,0 cm<sup>2</sup>. Epäsuhtainen gradientti ja AVA on yleisempää potilailla, joiden isku-tilavuus on pieni (SVi < 35 ml/m<sup>2</sup>) (17).

Matalagradienttinen aorttaläppäahtauma voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

- alhainen virtaus, matala gradientti (low-flow low-gradient, LFLG) ja alentunut ejektiofraktio (klassinen LFLG-aorttastenoosi)
- alhainen virtaus, matala gradientti ja normaali ejektiofraktio (paradoksaalinen LFLG-aorttastenoosi)
- normaali virtaus, matala gradientti (normal-flow low-gradient, NFLG) ja normaali ejektiofraktio (NFLG-aorttastenoosi).

### Klassinen LFLG-aorttastenoosi

Kriteerit ovat seuraavat:

- AVA ≤ 1,0 cm<sup>2</sup> (≤ 0,6 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>),
- keskigradietti < 40 mmHg,
- LVEF < 50 %,
- SVi < 35 ml/m<sup>2</sup>.

Vaikea-asteisessa LFLG-aorttaläppäahtaumassa (*true severe AS*) lisääntynyt jälkikuorma on johtanut vasemman kammion systolisen funktion alenemaan. Alentuneen isku-tilavuuden vuoksi virtaus läppäaukossa ja keskigradietti jäävät mataliksi. Aorttaläpän vaihdon jälkeen vasemman kammion supistuvuus yleensä paranee ja oireet lievittyvät (18, 19).

Näennäisen vaikea-asteisessa aorttaläppäahtaumassa (*pseudosevere AS*) vasemman kammion alentunut supistuvuus johtuu muusta sydänsairaudesta. AVA on pieni, koska vasemman kammion supistusvoima ei riitä avaamaan aorttaläppää kokonaan.

Dobutamiinirasisituskaikukuvauksella arvioidaan isku-tilavuuden lisääntymisen vaikutusta läppävirtaukseen, keskigradiettiin ja avautumisalaan. Samalla saadaan tietoa vasemman kammion virtausreservistä.

Löydökset voidaan luokitella seuraavasti:

- vaikea-asteinen aorttaläppäahtauma: AVA ≤ 1,0 cm<sup>2</sup>, keskigradietti ≥ 40 mmHg, virtausnopeuden huippu ≥ 4 m/s
- ei vaikea-asteista aorttaläppäahtaumaa: AVA > 1 cm<sup>2</sup>, keskigradietti < 40 mmHg, virtausnopeuden huippu < 4 m/s.

Mikäli virtausreservi puuttuu tai jää alhaiseksi (SV-nousu < 20 %), ei aorttaläppävian vaikeusastetta voida arvioida luotettavasti. Jatkotutkimuksena tehdään aorttaläpän kalkkipistearvon määrittäminen tietokonetomografialla. Arvo > 1200 AU naisilla ja > 2000 AU miehillä viittaa vaikeaan läppäahtaumaan (1).

Puuttuva virtausreservi merkitsee kohonnutta leikkauksriskiä (20). Virtausreservillä ei toisaalta näyttäisi olevan vaikutusta ennusteeseen TAVI-toimenpiteen jälkeen (21), ja nämäkin poti-



laat saattavat hyötyä läppävian hoidosta (20, 21). Hoitomuodon valinta (konservatiivinen hoito, kirurginen hoito tai katetri-läppähoito) edellyttää huolellista riskien ja potilaan kokonaistilan-teen arviointia.

### Paradoksaalinen LFLG- aorttastenoosi.

Kriteerit ovat seuraavat:

- $AVA \leq 1,0 \text{ cm}^2$  ( $\geq 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ ),
- keskigradien-tti  $< 40 \text{ mmHg}$ ,
- LVEF  $> 50 \%$ ,
- SVi  $< 35 \text{ ml}/\text{m}^2$ .

Tyypillinen potilas on iäkäs verenpainetauti sairastava nainen. Vasen kammio on pienikokoinen ja hypertrofinen. Vaikea-asteisen aorttaläppäahtauman erottaminen keskivaikeasta on haastavaa. Mittausvirheet suljetaan pois. Hypertensio hoidetaan, ja mittaukset toistetaan tarvittaessa.

On tärkeää tunnistaa matalan iskutilavuuden ilmeiset syyt, kuten mitraaliläppäviat, trikuspidaaliläppävuoto, oikean kam-mion dysfunktio ja oikovirtaukset. Sydänamyloidoosi (TTR) on tässä potilasryhmässä suhteellisen tavallinen, ja se on merkittävä ennustetta huonontava tekijä.

Aorttaläpän kalkkipisteluvun määrittämisestä tietokone-tomografialla voi olla hyötyä.

Seuraavat tekijät lisäävät vaikea-asteisen aorttaläppäahtauman todennäköisyyttä:

- tyypilliset oireet, joille ei muuta selitystä
- ikä  $> 75 \text{ v}$
- hypertensio
- LVH
- matalan virtauksen syy tiedossa
- keskigradien-tti  $30\text{--}40 \text{ mmHg}$ ,  $AVA < 0,8 \text{ cm}^2$  tai  $< 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$
- aorttaläpän kalkkipisteet  $> 1200$  naisilla tai  $> 2000$  miehillä.

LFLG-aorttastenoosipotilaiden ennuste on keskimäärin huonompi kuin korkean gradientin potilailla. Läppäahtauman hoito kirurgisesti tai katetri-toimenpiteellä parantaa ennustetta ja vähentää oireisuutta (15, 16).

### NFLG-aorttastenoosi

Osalla aorttaläppäahtaumapotilaista on matala gradientti,  $AVA \leq 1,0 \text{ cm}^2$ , normaali iskutilavuus ja normaali ejektiofraktio. Tilanne on virtausopillisesti ristiriitainen. Normaaliin virtaukseen tulisi liittyä korkea gradientti, mikäli läppävika on vaikea-asteinen. Osa tilanteista selittyy AVA:n ja virtausnopeuden huipun/ keskigradien-tin raja-arvojen epäyhtenevyydellä tai mittausvirheillä, kuten aiemmin totesimme. Perinteisesti on ajateltu, että näillä potilailla aorttaläppäahtauma ei ole vaikea-asteinen (1). Osassa tutkimuksista on kuitenkin havaittu, että nämä potilaat näyttäisivät hyötyvän kajoavasta hoidosta. Satunnaistamattomiin tutkimuksiin perustuvassa meta-analyysissä kirurgisesti hoidettujen NFLG-aorttaläppäahtaumapotilaiden ennuste oli merkittävästi parempi konservatiivisesti hoidettuihin verrattu-na (15).

Normaalin virtauksen määritelmä SVi  $> 35 \text{ ml}/\text{m}^2$  ei mahdollisesti päde kaikilla potilailla. On esitetty, että keskivirtaa-

ma (*mean transvalvular flow rate*) auttaisi erottelemaan normaalin virtauksen alentuneesta silloin, kun iskutilavuusindeksi on normaali (22). Keskivirtaama lasketaan jakamalla SV vasemman kammion ejektioajalla. Aorttaläpän keskigradien-tti on suoraan verrannollinen iskutilavuuteen ja kääntäen verrannollinen ejektio- aikaan. Esimerkiksi bradykardian yhteydessä ejektioaika voi olla pidentynyt ja keskivirtaama siten alentunut ( $< 200 \text{ ml}/\text{s}$ ) huolimatta normaalista iskutilavuusindeksistä. Muita mahdollisia alentuneen virtauksen syitä tässä potilasryhmässä ovat mm. hypertensio ja alentunut valtimoiden komplianssi. Lisätietoa tarvitaan myös siitä, onko matalan iskutilavuuden raja-arvo erilainen naisilla ja miehillä (23).

NFLG-aorttaläppäahtauman diagnostiikka on haastavaa. Mittausvirheet tulisi sulkea pois huolellisesti ja tarvittaessa laskea keskivirtaama. Jatkotutkimuksena voidaan määrittää aorttaläpän kalkkipisteet tietokonetomografialla. Arvo  $> 1200 \text{ AU}$  naisilla ja  $> 2000 \text{ AU}$  miehillä viittaa vaikea-asteiseen läppäahtaumaan.

### Lopuksi

Aorttaläppäahtauman diagnostiikan kulmakivi on huolellinen sydämen ultraäänitutkimus, jolla voidaan määrittää vian vaikeusaste ja myös todentaa läppävian aiheuttamat muutokset sydämen rakenteessa ja toiminnassa. Ultraäänitutkimuksen mahdollisuudet ja sudenkuopat on hyvä tuntea. Varsin usein mittaustulokset ovat ristiriitaisia, ja vain osalla vaikeaa läppäahtaumaa sairastavista on virtausnopeus  $\geq 4 \text{ m}/\text{s}$ , gradientti  $\geq 40 \text{ mmHg}$  ja  $AVA < 1 \text{ cm}^2$ . Matalan gradientin vaikeassa läppäahtaumassa arvioidaan virtaustilanne ja tarkistetaan mittaustulokset. Mikäli arvio läppävian vaikeusasteesta jää epävarmaksi, hyödynnetään ensisijaisesti TT-kuvauksen kalkkipisteitysmäärittäystä, TEE-tutkimusta ja valikoiduilla potilailla esimerkiksi dobutamiinirasituskaikukuvausta ja invasiivisia tutkimuksia. ■

Marko Virtanen  
LT, kardiologian erikoislääkäri  
Tays Sydänsairaala

Juho Viikilä  
LL, kardiologian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

### Viitteet

1. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, ym. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. Eur Heart J - Cardiovasc Imaging. 2017;18(3):254–75.
2. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43(7):561–632.
3. Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. 7th Edition. Armstrong WF, Ryan T, editors. Lippincott Williams and Wilkins; 2010.
4. de Monchy CC, Lepage L, Boutron I, ym. Usefulness of the right parasternal view and non-imaging continuous-wave Doppler transducer for the evaluation of the severity of aortic stenosis in the modern era. Eur J Echocardiogr. 2009;10(3):420–4.

5. Thaden JJ, Nkomo VT, Lee KJ, ym. Doppler Imaging in Aortic Stenosis: The Importance of the Nonapical Imaging Windows to Determine Severity in a Contemporary Cohort. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(7):780–5.
6. Hahn RT, Pibarot P. Accurate Measurement of Left Ventricular Outflow Tract Diameter: Comment on the Updated Recommendations for the Echocardiographic Assessment of Aortic Valve Stenosis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2017;30(10):1038–41.
7. LaBounty TM, Miyasaka R, Chetcuti S, ym. Annulus Instead of LVOT Diameter Improves Agreement Between Echocardiography Effective Orifice Area and Invasive Aortic Valve Area. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2014;7(10):1065–6.
8. Clavel M-A, Malouf J, Messika-Zeitoun D, ym. Aortic Valve Area Calculation in Aortic Stenosis by CT and Doppler Echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(3):248–57.
9. Pawade T, Clavel MA, Tribouilloy, ym. Computed Tomography Aortic Valve Calcium Scoring in Patients with Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2018;11(3):1–11.
10. Omran H, Schmidt H, Hackenbroch M, ym. Silent and apparent cerebral embolism after retrograde catheterisation of the aortic valve in valvular stenosis: a prospective, randomised study. *Lancet.* 2003;361(9365):1241–6.
11. Nishimura RA, Carabello BA. Hemodynamics in the Cardiac Catheterization Laboratory of the 21st Century. *Circulation.* 2012;125(17):2138–50.
12. Pibarot P, Garcia D, Dumesnil JG. Energy Loss Index in Aortic Stenosis. *Circulation.* 2013;127(10):1101–4.
13. Snir A, Strange G, Playdord D, ym. Prevalence and outcomes of low-gradient severe aortic stenosis-From the National Echo Database of Australia. *J Am Heart Assoc.* 2021;10:e021126.
14. Strange G, Steward S, Celermajer D, ym. Poor Long-Term Survival in Patients With Moderate Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2019;75(15):1851–1863
15. Dayan V, Vignolo G, Magne J, ym. Outcome and Impact of Aortic Valve Replacement in Patients With Preserved LVEF and Low-Gradient Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66(23):2594
16. Conrotto F, D'Ascenzo, D'Amico M, ym. Outcomes of patients with low-flow-pressure aortic gradient undergoing transcatheter aortic valve implantation: A Meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017; 89(6):1100-1106
17. Minners J, Allgeier M, Gohlke-Baerwolf C, ym. Inconsistent grading of aortic valve stenosis by current guidelines: haemodynamic studies in patients with apparently normal left ventricular function. *Heart.* 2010;96(18):1463–8.
18. Pereira J, Lauer M, Bashir M, ym. Survival after aortic valve replacement for severe aortic stenosis with low transvalvular gradients and severe left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2002;30(8):1356
19. Steffen J, Reissig N, Andreae D, ym. TAVI in patients with low-flow low-gradient aortic stenosis-short-term and long-term outcomes. *Clin Res Cardiol* 2022;111:1325-1335
20. Quere JP, Monin JL, Levy F, ym. Influence of preoperative left ventricular contractile reserve on postoperative ejection fraction in low-gradient aortic stenosis. *Circulation* 2006;113:1738-44
21. Ribeiro H, Lerakis S, Gilard M, ym. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Low-Flow Low-Gradient Aortic Stenosis. The TOPAS-TAVI Registry. *J Am Coll Cardiol* 2018;71(12):1297-308
22. Clavel MA, Guzzetti E, Annabi MS, ym. Normal-Flow Low-Gradient Severe Aortic Stenosis: Myth or Reality? *Structural Heart* 2018; 2(3):205-2011
23. Guzzetti E, Poulin A, Annabi M, ym. Transvalvular Flow, Sex, and Survival After Valve Replacement Surgery in Patients With Severe Aortic Stenosis. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75(16):1897–1909.

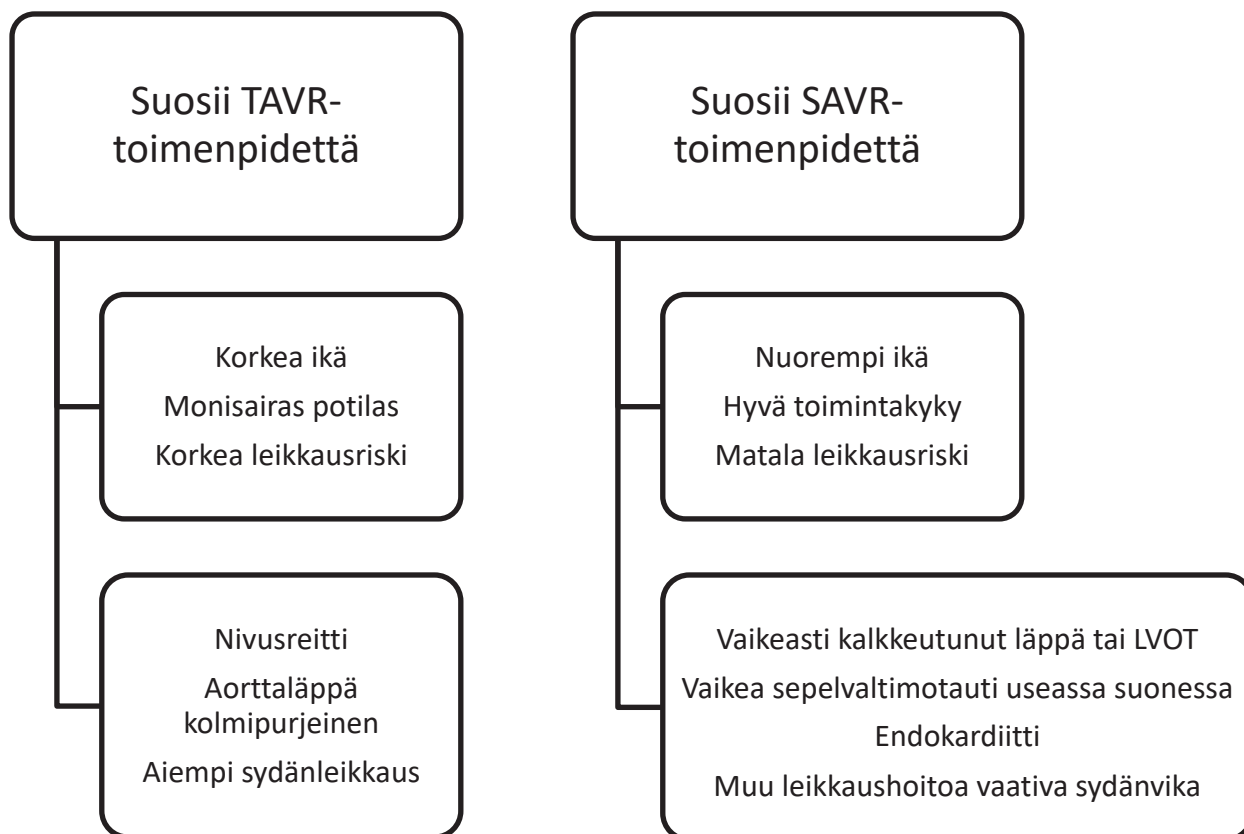
#### Sidonnaisuudet

- Marko Virtanen: luentopalkkio (Edwards Lifesciences); matkakulut koulutuksiin, konsultointipalkkio (Medtronic), matkakulut koulutuksiin (Abbott).
- Juho Viikilä: matkakulut koulutuksiin (Medtronic).

# Aorttaläppäahtauman hoito 2020-luvulla: kenelle TAVR, kenelle SAVR?

Seija Kerkelä, LL, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri, Oys Sydänkeskus

Markus Malmberg, LT, dosentti, sydän- ja rintaelinkirurgian erikoislääkäri, Tyks Sydänkeskus



## Tiivistelmä

TAVR-toimenpide on tuonut uusia, vaikeaa aorttaläpän ahtaamaa sairastavia potilaita hoidon piiriin ja lisännyt hoitovaihtoehtoja. Avokirurgialla on edelleen merkittävä rooli potilaiden hoidossa, koska kaikkia aorttaläpän ahtaamaan sairastavia potilaita ei voida katetriteitse hoitaa. Jotta potilaat saavat parhaimman mahdollisen hoidon, tulee jokainen potilas käsitellä yksilöllisesti moniammatillisessa työryhmässä.

Viimeisten kymmenen vuoden aikana katetriteitse asennettujen aorttaläppäproteesien (TAVR, *transcatheter aortic valve replacement*) määrä on kasvanut räjähdysmäisesti, ja tänä päivänä biologisia aorttaläppiä asennetaan enemmän katetriteitse kuin avokirurgialla. TAVR on tuonut hoidon piiriin suuren määrän vaikeaa aorttaläppäahtaamaa sairastavia potilaita, joille ei aiemmin ollut tarjolla oireita tai ennustetta parantavaa hoitoa kohtuuttoman suuren leikkausriskin takia. Viimeisten vuosien aikana TAVR-toi-

menpiteiden indikaatiot ovat laajentuneet koskemaan niin matalamman leikkausriskin potilaita kuin nuorempiakin potilaita. TAVR-toimenpiteestä toipuminen on perinteistä avoleikkausta huomattavasti nopeampaa, ja viimeisten tutkimusten valossa myös hoidon tulokset ovat verrattavissa avokirurgiaan. Uusimmassa eurooppalaisessa aorttaläppäpotilaiden hoitosuosituksessa TAVR-toimenpide on asetettu ensisijaiseksi hoitovaihtoehdoksi 75-vuotiaille ja sitä vanhemmille potilaille. Pohjoisamerikkalaisessa hoitosuosituksessa vastaava ikäraja on 80 vuotta, mutta suosituksen mukaan kaikille 65–80-vuotiaille potilaille, joille mietitään biologista aorttaläppäproteesia, tulee arvio tehdä potilas-kohtaisesti. Heille TAVR ja avokirurgia on suosituksessa arvioitu yhtä hyväksi hoitomuodoksi.

Tässä kirjoituksessa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat päätökseen biologisen aorttaläppäproteesin asennustavasta läppiä asentavassa työryhmässä (heart team).



## Mitkä seikat puoltavat TAVR- ja mitkä SAVR-hoitoa?

Eurooppalaisen hoitosuosituksen kanta on, että aorttaläppätoimenpiteet tulee suorittaa keskuksissa, joissa on käytettävissä sekä toimenpidekardiologian että sydänkirurgian asiantuntemus, ns. Heart team toimintamalli. Valinnan kirurgisen ja katetriteitse tapahtuvan hoidon välillä tulee perustua huolelliseen kliiniseen, anatomiseen ja toimenpidetekniseen arvioon riskejä ja hyötyjä puntaroiden. Heart teamin suosituksesta tulee keskustella potilaan kanssa, jotta potilas voi ottaa nämä näkökannat huomioon ja esittää oman toiveensa hoidosta.

NOTION-tutkimus osoitti, että joko TAVR- tai SAVR-hoitoon (SAVR, *surgical aortic valve replacement*) hoitoon satunnaistettujen, matalan leikkausriskin potilaiden välillä ei ollut merkitsevää eroa kokonaiskuolleisuudessa eikä aivohalvauksen, sydäninfarktien tai läppäproteesin peittämisten määrissä 8 vuoden jälkeen. PARTNER 3 -tutkimuksen mukaan matalan riskin potilailla TAVR-toimenpide oli SAVR:ia parempi pallolla laajennettava Sapien 3 läppäproteesia käytettäessä, kun otetaan huomioon kuolema, aivohalvaus ja uudelleen sairaalaan joutuminen vuoden kuluttua toimenpiteestä. Verisuonikomplicaatioiden, tahdistinten tai vähintään keskivaikeiden paravalvulaarivuotojen määrässä ei ollut merkitsevää eroa. Myös matalan riskin potilailla itsestään laajenevaa läppää käytettäessä TAVR-toimenpiteen on havaittu olevan yhtä hyvä vaihtoehto kuin SAVR, kun otetaan huomioon kuoleman tai vaikea aivohalvauksen riski kaksi vuotta toimenpiteen jälkeen. Samassa tutkimuksessa TAVR-toimenpiteellä todettiin olevan pienempi aivohalvauksen, munuaisvaurion, verenvuodon ja eteisvärinän riski kuin SAVR-hoitoa saaneilla potilailla. Paravalvulaarivuodon ja tahdistinhoidon riskit olivat sen sijaan suuremmat. Kaikki satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset on tehty hyvin valikoiduilla potilasaineistoilla, joten tulosten yleistäminen saattaa olla vaikeaa käytännön tilanteissa.

## Muiden sairauksien ja toimintakyvyn arviointi

Hoitomuodon valinnassa otetaan huomioon potilaan ikä, perussairaudet (erityisesti sepelvaltimotauti ja revaskularisaatiotarve) sekä muiden läppien tilanne, leikkausriski, toimintakyky ja anatomiset seikat. Myös potilaan oma toive tulee huomioida.

Leikkausriskiä arvioidaan EuroScore II ja STS score laskureilla, joiden perusteella potilaat voidaan jakaa matalan, keski-suuren ja suuren leikkausriskin potilaisiin.

Kolmen suonen tauti tai päärunkoahauma liitettynä korkeaan SYNTAX-pisteytykseen (yli 32) puoltaa SAVR-hoitoa ja samassa yhteydessä tehtyä sepelvaltimoiden ohitusleikkausta. Toisaalta yhden tai kahden suonen tauti tai päärunkoahauma yhdistettynä matalaan SYNTAX-pisteytykseen (alle 22) puoltaa TAVR-toimenpidettä. Jos myös toisessa sydämen läpässä on korjausta vaativa vika, SAVR on luonnollisesti pääasiallinen vaihtoehto.

Potilaan heikko toiminta- ja liikuntakyky, yleinen hauraus ja kognition lasku lisäävät leikkauskuolleisuutta ja heikentävät edellytyksiä toipua avosydänleikkauksesta. Myös vaikeat sairaudet esimerkiksi keuhkoissa, munuaisissa tai maksassa sekä aiempi avosydänleikkaus ja rintakehän sädehoito puoltavat TAVR-hoitoa. Myös sosiaaliset tekijät (esim. omaishoitajuus) tulee ottaa huomioon hoitomuotoa valittaessa etenkin iäkkäimmillä potilailla. Endokardiitti on vasta-aihe TAVR-toimenpiteelle.

## Anatomisten seikkojen arviointi

Aorttaläppäproteesiin asennustekniikan valintaan vaikuttavat myös potilaan anatomiset tekijät, kuten mahdollinen asennusreitti ja toisaalta aorttaläpän ja aortan tyven kalkkisuus, koko ja muoto. Koko aortan kattava EKG-tahdistettu aortan tietokonekuvaus on avainasemassa, kun potilaan hoitoa suunnitellaan Heart team kokouksessa.

Erityisesti matalan leikkausriskin potilailla, joilla nivusvaltimoreitti on epäsuotuisa TAVI-toimenpiteelle, tulisi suosia avosydänleikkausta. TAVR-hoitomuodon kohdalla satunnaistetut kontrolloidut työt ovat koskeneet pääasiassa nivusvaltimoteitse suoritettavaa TAVR-toimenpidettä. Muita reittejä harkitaan tapauskohtaisesti, jos avosydänkirurgian riski arvioidaan liian suureksi. Muissa kuin nivusvaltimoteitse suoritetuissa TAVR-toimenpiteissä on havaittu olevan suurempi kuolleisuusriski kuin SAVR-hoitomuodossa, mahdollisesti johtuen itse reittivälinnasta mutta myös monisairaammasta potilasmateriaalista ja pidemmälle edenneestä aorttaläppäahtaumasta. Toimenpidettä suunniteltaessa mahdolliset aortan mutkat on myös huomioitava, sillä mutkainen aorta voi tehdä asennuksesta hankalamman ja epävakamman. Horisontaalinen aorta tuo myös haastetta TAVR-toimenpiteeseen. Jos leikkausriski on suuri tai muut syyt eivät puolla avosydänleikkausta, käytetään toimenpiteen onnistumiseksi toisinaan nivusvaltimoreittiä pitkin tehtävää suoliluvaltimon pallolaajennusta tai valtimon kalkkimassaa pienentävää Shockwave- tai Diamondback 360 -laitetta. Myös nivusen kirurgisesta avaamisesta on toisinaan hyötyä, jos pistopaikka on kalkkinen.

Aorttaläpän morfologia vaikuttaa olennaisena tekijänä hoitomuodon ja käytettävän biologisen läppäproteesiin valintaan. Satunnaistetuissa kontrolloiduissa tutkimuksissa SAVR-hoitomuodolla on hyvä pitkäaikaisnäyttö kaksiliuskaisen aorttaläppien kohdalla, mutta potilaat ovat olleet nuoria ja leikkausriski on ollut matala. Kaksiliuskaisen läppien hoidossa TAVR-toimenpiteestä ei ole satunnaistettuja tutkimuksia, koska kaksiliuskainen aorttaläppä on ollut poissulkukriteeri kaikissa suurissa tutkimuksissa.

Jos potilaalla on kaksiliuskainen aorttaläppä, SAVR on ensisijainen hoitomuoto sekä eurooppalaisen että amerikkalaisen hoitosuosituksen mukaan etenkin nuoremmilla potilailla. Lisäksi jos nouseva aorta on laajentunut yli 45 mm tai suuren riskin potilailla yli 50 mm, on avokirurgia ensisijainen hoitomuoto aorttaläpän morfologiasta riippumatta. Nousevan aortan runsas kalkkisuus, ns. posliiniaorta, puoltaa TAVR-hoitomuotoa kohonneen aivoinfarktiriskin takia.

Kaksiliuskaisissa aorttaläpissä on useita eri morfologioita, joten tätä ryhmää ei tulisi käsitellä kategorisesti. Epäsymmetrinen kalsifikaatio, kalkkinen raphe ja yksiliuskainen muoto puoltavat SAVR-hoitoa. Arvioiden mukaan Sievers-tyyppi 1, joissa raphe ei ole kalkkinen, ja Sievers-tyyppi 0 (joka on suhteellisen harvinainen) saattavat soveltua hyvin TAVR-hoitoon. Vasemman kammion ulosvirtauskanavan muoto aorttaläpän anuluksesta läppäpurjeiden kärkeen myös vaihtelee. Kaksiliuskaisessa aorttaläpässä se on harvoin tubulaarinen, vaan se voi olla kartiomainen (engl. *tapered*) tai kammion suuntaan levenevä (*flared*). Kartion muotoisessa anatomiassa kapein kohta on aorttaläpän kommissuuratasolla, joten käytettävän katetriläppäproteesiin valinta on tehtävä läpän kalkkisuuden ja läppämorfologian mukaan ottaen huomioon, että kaksiliuskaiset ahtautuneet aorttaläpät ovat usein kalkkisempia kuin kolmiliuskaiset

läpät. Kalkkinen aorttaläppä vaatii asennettavalta katetriläpältä suurempaa radiaalista voimaa optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi.

Vaikkei kaksiliuskaisten läppien hoidosta TAVR-tekniikalla ole satunnaistettuja tutkimuksia, käytetään TAVR-hoitoa laajalti iäkkäämpien ja monisairaiden potilaiden kohdalla myös silloin, kun heillä on kaksiliuskainen aorttaläppä. Valikoiduilla potilasaineistoilla tehdyistä tutkimuksista on raportoitu yhtä suotuisia tuloksia kaksiliuskaisissa läpissä kuin kolmiliuskaisissa läpissä. Merkittävän paravalvulaarivuodon riski kaksiliuskaisen läpän TAVR-hoidon jälkeen on todettu hieman suuremmaksi kuin kolmiliuskaisen läpän TAVR-hoidon jälkeen. Matalan riskin potilailla, joiden hoitoon käytettiin Sapien 3 Ultra -läppäproteesia, ei todettu olevan eroa aivoinfarktien tai toimenpidekomplikaatioiden määrässä 30 päivän kohdalla eikä kuolleisuudessa 30 päivän tai vuoden kohdalla toimenpiteen jälkeen. Aorttaläpän annuluksen repeämää esiintyy enemmän kaksi- kuin kolmiliuskaisia (pallolla laajennettava TAVR-läppä) läppiä hoidettaessa, mutta se on onneksi harvinainen komplikaatio.

Myös kolmiliuskaisen aorttaläpän äärimmäinen kalkkisuus ja epäsymmetria puoltavat SAVR-toimenpidettä. Toimenpiteen valinnassa tulee huomioida annuluksen repeämän, sepelvaltimoiden tukkeutumisen, johtumishäiriön ja aivoinfarktiin riski. Lisäksi vaikeasti kalkkeutunut vasemman kammion ulosvirtauskanava lisää TAVR-toimenpiteen komplikaatoriskiä.

Oikeankokoisen TAVR-läpän valinta on olennaista optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi ilman haittatapahtumia. Sen vuoksi potilaat, joilla on hyvin suuri tai huomattavan pieni annulus, hoidetaan turvallisimmin SAVR-hoitomuodolla.

Perinteisesti TAVR-hoitomuodolla on ollut suurempi tahdistinriski kuin SAVR-hoitomuodolla. TAVR-proteesien ja asennustekniikoiden kehittymisen myötä tahdistinriskiä on saatu pienennettyä. Eteis-kammiojohtumiskatkoksen riskin arviointi on olennainen seikka hoitomuodon ja läppätyypin valinnassa. Ulosvirtauskanavan kalkit ja lyhyt membranootin septum lisäävät eteis-kammiojohtumishäiriön riskiä. Anatomiseen arvioon liitetään mukaan myös arvio sydänfilmistä: pitkä PQ-aika ja oikea haarakatkos lisäävät tahdistinriskiä. Nykyään TAVR-läpät pyritään asemoimaan korkeammalle kuin aiempina vuosina, ja tämä on pienentänyt TAVR-läppien tahdistinriskiä. Tietyillä itsestään laajenevilla TAVR-läpillä tahdistinriski vaikuttaisi olevan suurempi kuin pallolla laajennettavilla.

Sepelvaltimovirtauksen säilyminen on olennainen asia hoitomuotoa valittaessa. Jos sepelvaltimot lähtevät läheltä annulusta (< 1 cm) tai kun aortan tyvi on pienikokoinen, on sepelvaltimoiden tukkeutumisen riski suurentunut. TAVR-toimenpiteessä sepelvaltimoiden virtausta voidaan tarvittaessa suojata toimenpiteen alussa sepelvaltimoihin asennettavilla stenteillä (Chimney-tekniikka) sekä asentamalla katetriläpän kommissuurat kohdakkain ahtaautuneen aorttaläpän kommissuurien kanssa (*valve alignment*.)

Edellä kuvatut seikat vaikuttavat lopulliseen hoitomuoto päätökseen ja myös päätökseen käytettävästä katetriläppäproteesista: asennettavan läpän koko, korkeus ja muoto; itsestään laajeneva vai pallolla laajennettava läppä; katetriläpän radiaalinen voima.

## Uusinta-SAVR vai valve-in-valve-TAVR?

Myös aiemmin asennettujen biologisten aorttaläppäproteesien uusintatoimenpiteisiin TAVR on tuonut uusia hoitomahdollisuuksia ja lisää potilaita aktiivisen hoidon piiriin. Uusintaleikkaukseen verrattuna katetriteitse tehtyyn valve-in-valve-TAVR-toimenpiteeseen näyttäisi liittyvän pienempi 30-päivän kuolleisuus ja pienempi verenvuodon riski. Pitkäaikaistuloksista ei ole vielä tietoa, mutta ainakaan viiden vuoden seurannassa toimenpiteiden välillä ei vaikuttaisi olevan eroja. Valve-in-valve-TAVR-toimenpiteessä asennetun biologisen aorttaläpän yli jää suurempi paine-ero kuin kirurgisesti asennetuissa läpissä, ja katetriteitse asennetuissa läpissä on enemmän epäsuhtaa asennetun läpän koon ja potilaan koon välillä (PPM, *patient-prosthesis mismatch*), ja nämä seikat saattavat jatkossa vaikuttaa pitkäaikaistuloksiin. Uusinta-SAVR-toimenpiteen tulokset ovat hyvät ja komplikaatoriski on matala etenkin, jos toimenpiteeseen ei liity aortan tyven kirurgiaa, mutta potilasvalinta tulee tehdä huolellisesti. Potilaalle valitaan aina turvallisimmin toimenpide huolellisen suunnittelun pohjalta, mistä johtuen suora vertailu toimenpiteiden välillä on hankalaa. Uudet tekniikat sepelvaltimoiden verenkierron turvaamiseksi (Chimney, biologisen aorttaläppäliuskan halkaisu katetriteitse: BASILICA) TAVR-toimenpiteen yhteydessä mahdollistavat yhä useamman potilaan hoitamisen katetriteitse, mutta näiden tekniikoiden pitkäaikaistuloksia ei vielä tiedetä.

## Aorttaläppäahtaumapotilaan elinikäinen hoito

Aorttaläppätoimenpidettä suunniteltaessa kannattaa pyrkiä mahdollisimman hyvään ja pitkäkestoiseen tulokseen ensimmäisellä toimenpiteellä. Katetriteitse asennettujen läppien kestosta pitkäaikaisseurannassa ei ole vielä vastaavaa näyttöä kuin osasta kirurgisesti asennettavista biologisista aorttaläppäproteeista, mutta ainakin toistaiseksi katetriläpät ovat osoittautuneet kestäviksi.

Mekaaninen aorttaläppäproteesi on edelleen erittäin hyvä hoitokeino ja kannattaakin pitää ensisijaisena valintana nuorilla potilailla. Myös Rossin toimenpiteellä on erittäin hyvät pitkäaikaistulokset etenkin nuorilla potilailla. Mikäli 50–65-vuotiaalle potilaille mietitään ensisijaisesti biologista aorttaläppäproteesia, on edelleen järkevintä suosia ensisijaisesti leikkaushoitoa. Leikkauksessa on tärkeää saada asennettua potilaalle riittävän suuri aorttaläppäproteesi, tarvittaessa tyven laajennuksen avulla, sillä suuremmat läppäproteesit kestävät pidempään ja riittävän suuri proteesi antaa paremman eliniän ennusteen myös mahdollisen valve-in-SAVR-toimenpiteen jälkeen. Mikäli SAVR-toimenpiteen jälkeen joudutaan uusintatoimenpiteeseen, uusintaleikkaukseen voi edelleen olla hyvä vaihtoehto, jos potilaan ikä ja yleiskunto sitä puoltavat eikä leikkauksessa tarvitse muuten puuttua aortan tyven tilanteeseen. Nuorehkolle potilaalle ilman tarvittavaa aortan tyven kirurgiaa SAVR–uusinta-SAVR–valve-in-SAVR tai vaihtoehtoisesti SAVR-valve-in-SAVR–valve-in-TAVR saattaisivat olla järkevimät hoitovaihtoehdot suhteellisen pitkällä ja hyvällä ennusteella. Suunnittelussa on hyvä huomioida, että katetriteitse asennetun aorttaläppäproteesiin poistoleikkaukseen näyttäisi liittyvän huomattava kuolleisuus- ja komplikaatoriski, etenkin jos läpän asennuksesta on kulunut jo aikaa.



## Yhteenveto

TAVR-toimenpide on tuonut paljon vaikeaa aorttaläpän ahtautta sairastavia potilaita hoidon piiriin ja monipuolistanut potilaiden hoitoa hyvin tuloksin. Tulevina vuosina TAVR-toimenpitemäärät kasvavat mitä todennäköisemmin entisestään ja indikaatiot laajentuvat. Kaikkia aorttaläpän ahtaumapotilaita ei jatkossakaan voida hoitaa katetriteitse, ja avokirurgialla on edelleen merkittävä rooli näiden potilaiden hoidossa. Jotta kaikki potilaat saisivat ansaitsemansa parhaan mahdollisen hoidon, on äärimmäisen tärkeää, että potilaiden hoito suunnitellaan hyvässä yhteistyöhengessä moniammatillisessa työryhmässä parhaaseen tutkimustietoon ja käytännön osaamiseen nojaten, jokaiselle potilaalle yksilöllisesti. ■

*Seija Kerkelä*

*LL, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri  
Oys Sydänkeskus*

*Markus Malmberg*

*LT, dosentti, sydän- ja rintaelinkirurgian erikoislääkäri  
Tyks Sydänkeskus*

## Viitteet

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS guidelines for management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2021;43(7):561-632.
2. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, ym. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease. *Circulation*. 2021;143(5):e72-e227.
3. Thyregod HGH, Ihlemann N, Jorgensen TH, ym. Five-year clinical and echocardiographic outcomes from the NOTION randomized clinical trial in patients at lower surgical risk. *Circulation*. 2019;139:2714-2723.
4. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, ym. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705.
5. Forrest JK, Deeb GM, Yakubov SJ, ym. 2-year outcomes after transcatheter versus surgical aortic valve replacement in low-risk patients. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(9):882-892.
6. Windecker S, Okuno T, Unbehaun A, ym. Which patients with aortic stenosis should be referred to surgery rather than transcatheter aortic valve implantation? *Eur Hear J*. 2022;43:2729-2750.
7. Demal TJ, Gordon C, Bhadra OD, ym. Contemporary outcome trends in transcatheter aortic valve-in-valve implantation versus redo aortic valve replacement. *Am J Cardiol*. 2022;171:115-121.
8. Jorgensen TH, Thyregod HGH, Ihlemann N, ym. Eight-year outcomes for patients with aortic valve stenosis at low surgical risk randomized to transcatheter vs. surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J*. 2021;42(30):2912-2919.
9. Saleem S, Ullah W, Syed MA, ym. Meta-analysis comparing valve-in-valve TAVR and redo-SAVR in patients with degenerated bioprosthetic aortic valve. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;98:940-947.
10. Takagi H, Mitta S, Ando T. Meta-analysis on valve-in-valve transcatheter versus redo surgical aortic valve replacement. 2019;67(4):243-250.
11. Zhang X, Puehler T, Frank D, ym. TAVR for all? The surgical perspective. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2022;9(7):223.
12. Basman C, Pirelli L, Singh VP, ym. Lifetime management for aortic stenosis: planning for future therapies. *J Cardiol*. 2022;80(3):185-189.
13. Kiyose AT, Suzumura EA, Laranjeira L, ym. Comparison of biological and mechanical prostheses for heart valve surgery: a systemic review of randomized controlled trials. *Arq Bras Cardiol*. 2019;112(3):292-301.
14. Popma J, Deeb M, Yakubov S, ym. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J of Med*. 2019;380(18):1706-1715
15. Vincent F, Ternacle J, Denimal T ym. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Bicuspid Aortic Valve Stenosis. *Circulation*. 2021; 143(10):1043-1061

## Sidonnaisuudet

- Seija Kerkelä: tuetut koulutukset (Medtronic).
- Markus Malmberg: tuetut koulutukset (Medtronic, Edwards Lifesciences, Boston Scientific).

Ilmoitus

# Aorttaläpän vuodon arviointi ja operatiivinen hoito

Satu Suihko, dosentti, kardiologian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Ville Vepsäläinen, kardiologian erikoislääkäri, Kys Sydänkeskus

Peter Raivio, dosentti, sydän- ja rintaelinkirurgian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

## Tiivistelmä

Aorttaläpän vuodon arvioinnissa tulee ottaa huomioon kroonisen aorttaläppävuodon aiheuttamat kuormitusmuutokset vasemman kammion tilavuudessa ja toiminnassa ja toisaalta määrittää vuodon vaikeusaste ja mekanismit. Aorttavuodon arviointi onkin aina kokonaisuus, joka koostuu kliinisestä kokonaisarviosta ja valikoiduista kuvantamistutkimuksista. Sydämen transtorakaalisen tutkimuksen ohella transesofageaalinen tutkimus ohjaa erityisesti nuorempien potilaiden läppäkirurgiaa, jolloin tulee aina huomioida mahdollisuus aorttaläpän säästävään leikkaukseen. Sydämen magneettitutkimuksella on vahva sija aorttavuodon vaikeusasteen määrittämisessä. Leikkaushoitoon tulee edetä, mikäli vaikeaan aorttaläppävuotoon liittyy oireita, merkittävä vasemman kammion loppusystolisen mitan kasvu tai systolisen funktion lasku. Leikkausmenetelmä valitaan yksilöllisesti, ja preoperatiiviset kuvantamistutkimukset onkin toteutettava huolellisesti. Aorttaläpän korjausleikkauksen ja kudostekoläpän asentamisen jälkeen potilaat tarvitsevat elinikäistä kardiologista seurainta.

## Johdanto

Aorttaläpän vuoto johtuu aortan tyven tai läppäliuskojen sairaudesta. Kaksiliuskainen aorttaläppä on yleisin syy läppäliuskojen sairaudesta johtuvaan vuotoon.

Hemodynaamisesti merkittävän aorttaläpän vuodon esiintyvyys on työikäisillä noin 0,3 % ja yli 75-vuotiailla 2 %:n tasoa. Iäkkäillä tavataan yleisimmin lievää, aorttaläpän sklerosoitumiseen liittyvää aorttaläpän vuotoa, jolla ei ole kliinistä merkitystä.

Aorttaläpän vuoto on pitkään oireeton, ja oireet ilmaantuvat vasta vaikeassa läppävuodossa vasemman kammion laajentumisen ja kuormitusmuutosten jo kehittyttyä. Vaikea, oireinen aorttaläpän vuoto on aihe leikkaushoidolle.

Läppävuodon arvioinnissa sydämen ultraäänitutkimus ja magneettikuvaus ovat keskeisessä asemassa. Leikkaustekniikoiden kehittymisen myötä erityisesti nuorilla potilailla tulisi keskittyä läpän anatomian ja vuotomekanismin tarkkaan määrittämiseen ja pyrkiä mahdollisuuksien mukaan aorttaläpän säästävään kirurgiaan.

Aorttaläppäkirurgia korjaa pääosin läppävuodon aiheuttaman hemodynaamisen kuormituksen. Läppäproteesin tai korjatun aorttaläpän virtausominaisuudet ovat kuitenkin aina normaalisti toimivaa aorttaläppää heikkomat. Kaikkiin tekoläppiin

liittyy ylimääräistä sairastavuutta mm. tromboosin, verenvuotojen ja infektioiden vuoksi. Bioläpillä on taipumus rappeutua ajan myötä. Aorttaläpän säästävän kirurgian jälkeen on hyvä muistaa, että kaksiliuskaiseen aorttaläppään liittyvä luontainen degeneraatio ja kalkkiutumisen etenevät myös läppäleikkauksen jälkeen.

Akuutti aorttaläpän vuoto on henkeä uhkaava tila, joka voi edetä tunneissa iskuilavuuden romahdukseen, keuhkopöhöön ja sokkiin. Akuutin aorttavuodon taustalla on useimmiten aortan dissekaatio, endokardiitti tai trauma. Tässä katsauksessa keskitytään krooniseen, hemodynaamisesti merkittävään aorttaläpän vuotoon.

## Aorttaläpän vuodon etiologia ja mekanismit

Aorttaläpän vuoto syntyy, kun aorttaläppäliuskat eivät kohtaa toisiaan diastoleissa joko läppäliuskojen sairauden tai aortan tyven tuoman tuen puutteen vuoksi.

Läppäliuskoista johtuvassa vuodossa taustalla on yleisimmin synnynnäisesti kaksiliuskainen aorttaläppä, jota esiintyy noin 2 %:lla väestöstä (1). Joissakin leikkausaineistoissa tällainen rakenteellisesti poikkeava läppä on todettu jopa 49 %:lla potilaista (2).

Myös sidekudoksen sairaudet, aorttaläpän skleroosi ja endokardiitti voivat johtaa läppäliuskojen koaptaatiovajeeseen. Reumakuume on yleinen aorttavuodon syy kehitysmaissa ja mahdollinen myös länsimaissa lisääntyvän maahanmuuton myötä.

Aortan tyven laajentumisen syy voi olla idiopaattinen, tai taustalla voi olla sidekudossairaus tai perinnöllinen aorttaoireyhtymä, kuten Marfanin tai Loeys-Dietzin syndrooma.

Kroonisessa aorttaläpän vuodossa aortasta kammioon palautuva ylimääräinen verivolyyymi käynnistää sydänlihaksessa tilavuuskuormituksen kautta kompensatorisia mekanismeja. Tällöin sydänlihasolut kasvavat erityisesti pituussuuntaan, jolloin kammio-ontelo laajenee ja sen seinämissä voidaan myös nähdä lievää paksuntumaa. Näin kammion myötävyys kohentuu ja kasvaneen komplianssin myötä vasemman kammion diastolinen paine säilyy pitkään normaalina. Iskuilavuuden kasvaessa systolinen verenvuoto nousee, jolloin myös vasemman kammion kohdistuu painekuormitus, ja tämä voi kiihdyttää hypertrofiaa. Kompensaatiomekanismien ansiosta vasen kammio adaptoituu kasvaneeseen verivolyyymiin ja systolinen funktio voi säilyä vuosien ajan normaalina. Näin vaikeassakin



**TAULUKKO 1. Kroonisen aorttaläppävuodon vaiheet**

	Määritelmä	Läpän anatomia	Vuodon vaikeusaste	Hemodynaamiset seuraukset	Oireet
A	Aortta- vuodon riski	BAV tai muu synnynnäinen läppävika Aorttaläpän skleroosi Aortan laajentuma Reumakuume Endokardiitti	Ei vuotoa tai vähäinen vuoto	Ei	Oireeton
B	Kehittyvä aorttavuoto	Kuten kohdassa A, aorttaläpän kalkkiutumisen lievä–kohtalainen	Lievä tai koh- talainen vuoto	Normaali LV:n systolinen toiminta  Normaali LV:n tilavuus tai lievä dilataatio	Oireeton
C	Oireeton, vaikea aorttavuoto	Kuten A–B. Aorttaläppä voi olla vaikeasti kalkkiutunut  Selvä liuskan prolapsi ja koaptaatio- vaje viittaavat vaikeaan vuotoon	Vaikea vuoto	Normaali tai alentunut LV:n systolinen toiminta  Lievä, kohtalainen tai vaikea LV-dilataatio	Oireeton, rasituskoetta suositellaan
D	Oireinen, vaikea aorttavuoto	Kuten C	Vaikea vuoto	Normaali tai alentunut LV:n systolinen toiminta  Kohtalaisesti tai vai- keasti dilatoitunut LV	Rasitushengen- ahdistus, rintakipu tai vaikeampi vajaa- toiminnan oirekuva

BAV = bikuspinen aorttaläppä, LV = vasen kammio

Muokattu lähteestä ACC/AHA Guidelines for the management of valvular heart disease 2020 (3).

aorttaläppävuodossa oireiden ilmaantumista voi edeltää jopa 10–15 vuoden oireeton, hemodynaamisesti kompensoitu vaihe.

Kroonisen aorttaläpän vuodon luonnollinen kulku voidaan erottaa neljään eri vaiheeseen (taulukko 1), joiden ymmärtäminen on tärkeää pohdittaessa potilaiden seurantaa ja oikea-aikais-  
ta leikkaushoitoa.

### Aorttaläppävuotopotilaan kliininen kuva

Sydämen auskultaatio kuuluu aina potilaan hyvään kliiniseen tutkimiseen ja voi johtaa oireettoman, vaikean aorttaläppävuodon jäljille. Aorttaläpän vuoto aiheuttaa tyypillisimmillään toisesta sydänäänestä alkavan, suuritaajuuden diastolisen vuotoään-  
nen. Sivuääni kuuluu parhaiten rintalastan vierestä vasemmalta ja voi voimistua etukumarassa asennossa. Useimmiten vaikeassa vuodossa kuullaan myös suuren iskutilavuuden aiheuttama systolinen sivuääni. Jos aorttavuodon suihku painaa hiippäläpän etupurjetta, saattaa sydämen kärjestä kuulua matalataajuuksinen keskidiastolinen sivuääni (Austin-Flintin rullaus). Kohtalaisessa ja merkittävässä aorttaläpän vuodossa diastolinen verenpaine laskee ja pulssipaine kasvaa. Iäkkäillä potilailla pulssipaineen nousu voidaan nähdä jo lievässäkin vuodossa, jos aortta ja suuret valtimot ovat jäykistyneet.

Vaikea aorttaläpän vuoto aiheuttaa rasitushengenahdistusta, suorituskyvyn laskua ja palpitaatiota. Vaikeassa vuodossa kammiokuormituksen myötä veren natriureettisten peptidien pitoisuus nousee (4). EKG:ssä voi näkyä vasemman kammio hypertrofian merkit, ja keuhkoröntgenkuvassa saatetaan havai-

ta vasemman kammion suurentuminen ja nousevan aortan laajentuminen.

### Aorttaläpän vuodon arviointi

Aorttaläpän vuotoa arvioitaessa tulee selvittää vuodon mekanis-  
mi ja vaikeusaste sekä vuodon aiheuttaman tilavuus- ja paine-  
kuormituksen vaikutus vasemman kammion kokoon ja toiminta-

taan. Vuodon mekanisme arvioitaessa selvitetään läppäliuskojen, läppärenkaan ja nousevan aortan tila. Tarkan vuotomekanismin arvioinnissa ruokatorven kautta tehtävä sydämen ultraäänitutkimus (TEE) on transtorakalista tutkimusta tarkempi ja tuo lisähyötyä arvioitaessa läpän liuskaisuutta, mahdollisia rakennepoikkeavuuksia ja läppäliuskojen prolapseja. Erityisesti nuorilla potilailla, joilla pohditaan aorttaläpän säästävän kirurgian mahdollisuutta, TEE-tutkimus on ensiarvoinen arvi-  
oitaessa läpän kuntoa ja edellytyksiä korjaavaan leikkaukseen. Aorttaläpän liuskaisuuden selvittämiseen on kiinnitettävä huomiota kaikilla potilailla, sillä kaksiliuskainen aorttaläppä lisää huomattavasti merkittävän aorttaläppävian ja aortan dilataation kehittymisen riskiä ja toisaalta kaksiliuskaisen aorttaläpän periytyvyysriskin vuoksi potilaiden tulisi saada neuvontaa ensimmäisen asteen sukulaisten tutkimista varten. Pieni osa aorttaläpistä on yksi- tai neliliuskaisia, jolloin läppävian arviointi voi olla erityisen haastavaa.

Aorttavuodon vaikeusasteen ultraääniarvio ei perustu yksittäiseen mittausrvoon, vaan se on kokonaisuus, joka koostuu



**TAULUKKO 2. Aorttaläpän vuodon vaikeusasteen arviointi ultraäänellä ja MRI:llä.**

Parametri	Lievä AI	Keskivaikea AI	Vaikea AI
Vuotosuihkun leveys LVOT:sta	< 25 %	25–65 %	> 65 %
Vuodon kaula (vena kontrakta)	< 3 mm	3–6 mm	> 6 mm
Paineen puoliintumisaika vuotosuihkussa (PHT)	> 500 ms	200–500 ms	< 200 ms
Diastolinen takaisinvirtaus reisivaltimossa tai vatsa-aortassa	lyhyt alkudiastolinen	osan diastolesta	koko diastolen
Vasemman kammion koko	normaali	normaali tai laajentunut	laajentunut
Vuotovolyymi	< 30 ml/lyönti	30–60 ml/lyönti	> 60 ml/lyönti
Vuoto-osuus	< 30 % (ECHO) < 21 % (MRI)	30–50 % (ECHO) 21–40 % (MRI)	> 50 % (ECHO) > 40 % (MRI)
Vuotoaukko (ROA)	< 0,1 cm <sup>2</sup>	0,1–0,3 cm <sup>2</sup>	> 0,3 cm <sup>2</sup>

läppävuodon volyyymiä ja vasemman kammion kuormitusta arvioivista parametreistä. Kroonisen aorttavuodon aiheuttamien vasemman kammion kuormitusmuutosten määrittäminen on keskeistä arvioitaessa läppävian etenemistä ja oikea-aikaista hoitoa. Toisaalta, mikäli vasen kammi on kroonisessa aorttavuodossa kooltaan normaali, on epätodennäköistä, että vuoto olisi vaikea-asteinen. Tämä yleistys ei päde kombinoituun aorttaläppävikaan, jossa aorttaläpän ahtumaan liittyvä konsentrisen hypertrofia voi estää merkittävän kammi-ontelon laajentumisen.

Aorttavuodon arvioinnissa käytetyt ultraääniparametrit on koottu taulukkoon 2. Semikvantitatiivisina menetelminä voidaan käyttää vuotosuihkun leveyden suhdetta vasemman kammion ulosvirtauskanavan läpimitaan. Menetelmään liittyy tutkijoiden välistä hajontaa, joka korostuu eksentrisissä, vinoissa vuodoissa. Vuodon kaulan mittaaminen on luotettavampi vaikeissa ja lievissä vuodoissa, mutta arviointivirheet korostuvat keskivaikeissa vuodoissa ja tilanteissa, joissa nähdään useita vuotojettejä. Paineen puoliintumisajan (PHT) määrittämisessä tulos voi vääristyä kulmavirheen myötä, ja tässä menetelmässä nähdään päällekkäisyyttä keskivaikeiden ja vaikeiden vuotojen mittaustuloksissa. Lisäksi vasemman kammion ja aortan komplianssi ja paineet vaikuttavat PHT:n mittaukseen. Diastolinen takaisinvirtaus vatsa- tai laskevassa aortassa tai reisivaltimossa tulisi mitata systemaattisesti pulssidopplerilla, ja koko diastolen kestävä merkittävä takaisinvirtaus vatsa-aortassa on spesifinen merkki vaikeasta aorttaläppävuodosta (5). Aorttaläppävuodon vuotoaukko ja vuotovolyymi voidaan kvantifioida PISA-menetelmällä, johon liittyy niinkään virhelähteitä. Kun mitattu vuotovolyymi jaetaan vasemman kammion iskutilavuudella, saadaan vuotofraktio, joka on luotettavampi mittaussuure erityisesti akuutissa vuodossa ja tilanteissa, joissa vasemman kammion supistusvoima on alentunut.

Perinteisten aorttaläppävuodon vaikeusastetta mittaavien menetelmien lisäksi on saatu näyttöä siitä, että vasemman kammion pitkittäissupistumisen arviointi GLS-menetelmällä (*global longitudinal strain*) voisi olla hyödyllistä erityisesti silloin, kun

leikkausindikaatioiden suhteen liikutaan rajamaastossa. Useissa pienissä tutkimussarjoissa alentuneet GLS-arvot ovat ennakoineet aorttavuodon etenemistä ja leikkaushoidon tarvetta sekä assosioituneet myös huonompaan ennusteeseen. Eri ultraääniohjelmistoista johtuen GLS-arvoissa on ollut tutkimusten välillä suurta hajontaa, mutta karkeasti yleistäen GLS arvo –19,3 % tai enemmän assosioituu erinomaiseen viisivuotisennusteeseen, kun taas GLS arvon ollessa –15,1 % tai vähemmän läppävika on vaikeutunut tai muuttunut oireiseksi 75 %:lla potilaista ja johdannut seurannassa leikkaushoitoon (6).

Sydämen magneettikuvauksen (MRI) merkitys on kasvanut kroonisesta aorttaläppävuotoa sairastavien potilaiden arvioinnissa. MRI:n avulla voidaan määrittää aorttaläppävuodon vuototilavuus ja vuoto-osuus tekemällä virtausmittaus läppätason yläpuolelta tai käyttämällä apuna vasemman ja oikean kammion iskutilavuuksien eroa.

MRI-kuvauksessa vaikean vuodon rajana on klinikoillamme käytetty vuoto-osuutta > 40 % ja vuototilavuutta > 60 ml, kun taas keskivaikeassa vuodossa vuoto-osuus on 21–40 % ja vuototilavuus 30–60 ml (7). Eri lähteissä merkittävänä pidetty vuoto-osuuden raja vaihtelee 40–50 %:n välillä, mutta on mahdollista, että jo alhaisempaa vuoto-osuutta (> 35–40 %) voitaisiin pitää merkittävänä, jos muut vaikean vuodon löydökset tähän sopivat (8). Aiemmassa seurantatutkimuksessa MRI:llä mitattu yli 33 %:n vuoto-osuus ennusti vahvasti leikkaushoidon tarpeen ilmaantumista pääosin kolmen vuoden sisällä kuvauksesta (9).

Myös sydämen MRI-kuvauksessa on omat virhelähteensä, jotka korostuvat erityisesti arvioitaessa hyvin viistoja, eksentrisiä vuotoja. Mikäli magneettikuvauksessa mitattu vuotofraktio asetuu keskivaikean vuodon alueelle mutta vuoto on ultraäänellä arvioituna vaikea, tulee siihen ensisijaisesti suhtautua vaikeana vuotona, etenkin jos vasemmassa kammiossa näkyy merkittävä tilavuuskuormitus ja potilas on oireinen. Vastaava pätee myös toisinpäin, jos MRI:ssä näkyy vaikean vuodon ja tilavuuskuormituksen löydökset.

## Leikkausindikaatiot (ESC vs. AHA)

Aorttaläppävuotopotilaan leikkaushoitoa pohdittaessa on olennaista arvioida potilaan oireisuutta ja suorituskyvyn alentumaa. Oireiden ilmaantuessa vaikeaan aorttaläppävuotoon liittyy hoitamattomana merkittävä kuoleman riski, ja läppäleikkauksen jälkeinen ennuste heijastelee preoperatiivisten oireiden vaikeutta. Oireinen vaikea aorttaläpän vuoto onkin aihe leikkaushoidolle (3, 10). Oireanamneesin ollessa epäselvä tai ristiriitainen tulee oireisuutta ja suorituskykyä arvioida rasisuskokeella.

Oireettomien potilaiden leikkausharkinnassa tulisi kiinnittää huomiota vasemman kammion funktioon ja kokoon, erityisesti loppusystoliseen mittaan, sekä niissä tapahtuneisiin muutoksiin seuranta-aikana. Aorttavuodon aiheuttama vasemman kammion tilavuuskuormitus johtaa kompensatorisesti vasemman kammion dilataatioon, joka on tiettyyn pisteeseen asti leikkauksen jälkeen palautuva muutos. Mikäli kammion dilataatio etenee pitkälle, kammion seinämiin kehittyy fibroosia ja palautumattomia muutoksia, jolloin kammiokokoo ei palaudu leikkauksen jälkeen normaalkiksi. Vasemmassa kammiossa voidaan nähdä jopa 6–7 vuoden kuluttua aorttaläppäleikkauksesta lisääntyneitä jäännösfibroosia, jonka määrä assosioituu kuolleisuuteen (11,12).

Euroopan kardiologinen seura ESC suosittelee leikkaushoitoa oireettomassa, vaikeassa aorttavuodossa silloin, kun vasemman kammion loppusystolinen läpimitta (LVESD) on yli 50 mm. Erityisesti pienikokoisilla potilailla (kehon pinta-ala, BSA < 1,68 m<sup>2</sup>) tai normaalipainoisilla potilailla, joilla kehon pinta-ala on suuri, suositellaan käytettäväksi kehon pinta-alaan suhteutettua vasemman kammion loppusystolista mitta. Tuolloin LVESD/BSA-suhde yli 25 mm/m<sup>2</sup> puoltaisi operatiivista hoitoa. Hoitosuosituksukset perustuvat ultraäänellä kohtisuoraan mitattuihin vasemman kammion loppusystolisiin mittoihin, eikä sydämen magneettikuvauksessa mitattuja vasemman kammion tilavuuksia ole toistaiseksi käytetty leikkauskriteereinä.

Vasemman kammion kompensaatiomekanismien pettämisestä kertova vasemman kammion systolisen funktion lasku

(EF ≤ 50 %) on yksiselitteinen aihe leikkaushoidolle. Yhdysvaltain kardiologinen seura AHA suosittelee leikkaushoitoa jo silloin, kun vasemman kammion ejektiofraktio on laskenut tasolle 55 % tai vähemmän, mikäli muut syyt systolisen funktion laskuun on suljettu pois. Eurooppalaisen ja amerikkalaisen hoitosuosituksen erot näkyvät taulukossa 3. Klinikoillamme vaikean aorttavuodon leikkauskriteereinä on käytetty ESC:n hoitosuosituksia.

## Kroonisen aorttaläpän vuodon lääkehoito

Ei ole todisteita siitä, että lääkehoito voisi kroonisessa aorttaläppävuodossa vaikuttaa läppävuodon etenemiseen tai ennusteeseen. Koholla oleva verenpaine tulee kuitenkin tarvittaessa hoitaa lääkityksellä, ja ensisijaisesti tähän suositellaan vasodilatoivia lääkkeitä, kuten ACE:n estäjiä tai angiotensiinireseptorin salpaajia. Sen sijaan beetasalpaajien aiheuttama pulssitason lasku voi johtaa diastolisen verenpaineen laskun kautta pulssipaineen nousuun, ja niitä tuleekin vaikeassa aorttavuodossa käyttää varovasti. Lääkehoidolla voidaan myös lievittää oireita potilaalla, jolla on vaikea aorttaläpän vuoto mutta jolla leikkauriski katsotaan liian suureksi – tähän suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti ACE-estäjiä, angiotensiinireseptorin salpaajia tai sakubitriili-valsartaania (3).

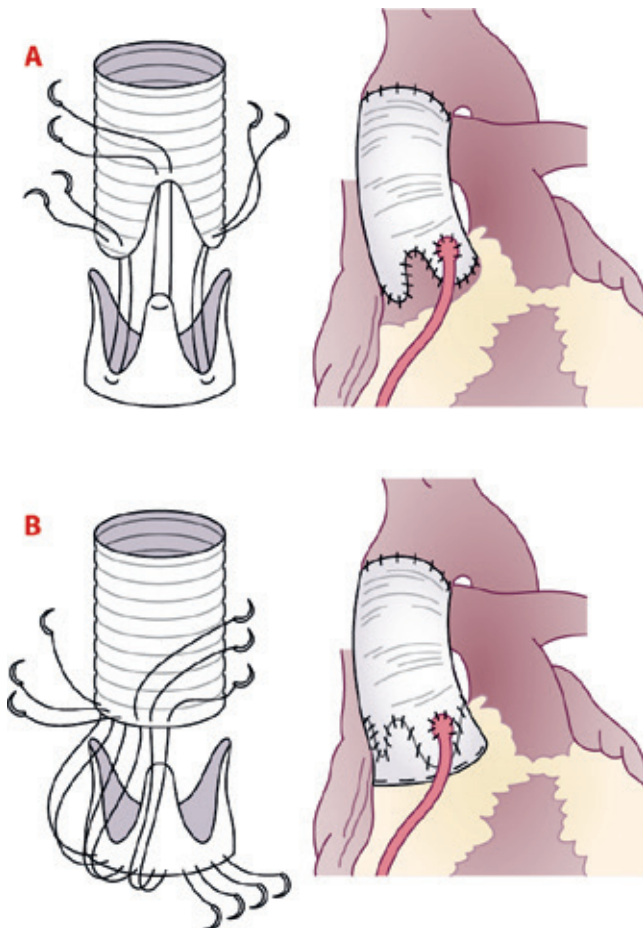
## Aorttaläppävuodon leikkaushoito

Aorttaläppävuotopotilaat ovat yleensä selvästi aorttastenoosipotilaita nuorempia, joten jos läppä korvataan tekoläppällä, tulee käytettäväksi usein mekaaninen tekoläppä. On arvioitu, että keski-ikäisellä potilaalla, jolla on mekaaninen aorttatekoläppä, on 40–45 %:n elinaikainen kumulatiivinen tromboemolian ja vakavan verenvuodon yhteenlaskettu riski (13). Niin ollen aorttaläppäleikkauksipäätöstä tehtäessä on nuorilla ja keski-ikäisillä potilailla hyvin perusteltua arvioida aorttaläppäplastian mahdollisuutta.

**TAULUKKO 3. Aorttaläppävuodon operatiivisen hoidon suositukset ESC:n ja AHA:n hoitosuosituksen mukaan (suositusluokka, taso).**

Vaikea aorttaläpän vuoto	ESC	AHA
Leikkaushoito riippumatta LV:n funktiosta	Oireinen potilas (I, B)	Oireinen potilas (I, B)
Leikkaushoitoa suositellaan		Oireeton, LVEF levossa ≤ 55 % (I, B)
Leikkaushoitoa suositellaan	Oireeton LVESD > 50 mm tai LVESD/BSA > 25 mm/m <sup>2</sup> tai LVEF levossa ≤ 50 % (I, B)	Oireeton, LVEF > 55 % ja LVESD > 50 mm tai LVESD/BSA > 25 mm/m <sup>2</sup> (2a, B)
Leikkaushoitoa voidaan harkita	Oireeton LVESD/BSA > 20 mm/m <sup>2</sup> tai LVEF levossa ≤ 55 %, matala leikkauriski (IIb, C)	Oireeton, LVEF > 55 %, matala leikkauriski: – LVEF 3 laskenut mittauksessa progressiivisesti tasolle 55–60 % tai – LVEDD kasvanut progressiivisesti tasolle > 65 mm (2b, B)
Leikkaushoitoa suositellaan	Oireeton vaikea vuoto, tehdään muu sydänleikkaus (I, C)	Oireeton vaikea vuoto, tehdään muu sydänleikkaus (I, C) Keskivaikea vuoto, tehdään muu sydänleikkaus (2a, C)

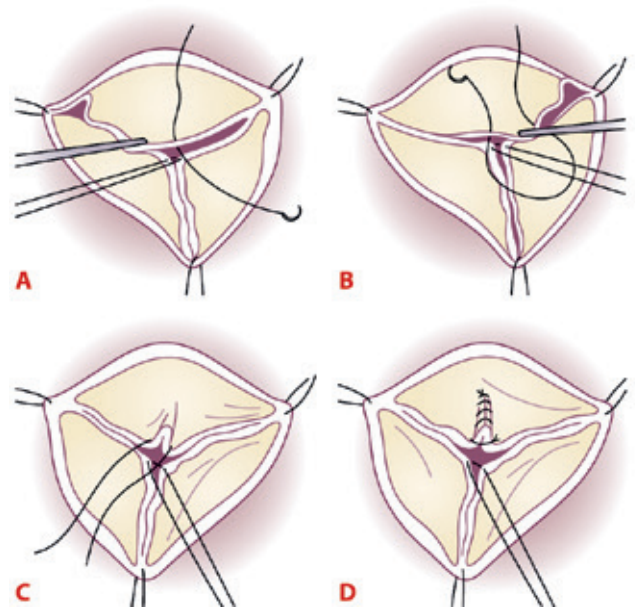




**KUVA 1. A.** Aortan tyven remodelaatio eli Yacoubin leikkaus.  
**B.** Aorttaläpän reimplantaatio eli Davidin leikkaus.  
 Kuva: Tiina Ripatti-Toledo. Teoksessa Ari Leppäniemi, Hannu Kuokkanen, Paulina Salminen (toim.): Kirurgia. Kustannus Oy Duodecim, 2018

Aorttaläppävuoto voi aiheutua läppäliuskan tai liuskojen prolapsista tai restriktiosta tai aortan tyvikompleksin geometrian poikkeavuudesta, eli joko aorttaläppäaukon, aortan tyven tai sinotubulaarijunktion laajenemisesta tai näiden ja läppäliuskojen vian yhdistelmästä. Synnyttäen kaksiliuskaisessa aorttaläpässä vuodon syynä on usein fuusioituneen liuskan, tavallisimmin oikeaa ja vasenta liuskaa vastaavan fuusioliuskan, prolapsi sekä lähes poikkeuksetta aorttaläppäaukon huomattava laajentuminen. Aorttaläpän funktionaalisen anatomian määrittäminen on tärkeää läpän korjattavuutta arvioitaessa, ja apuna voidaan käyttää hiippaläppävuodon Carpentierin funktionaalista luokittelua mukailevaa El-Khouryn funktionaalista luokittelua (14).

Iäkkäämmälle potilaalle kudostekoläppä on erinomainen hoitovaihtoehto, eikä aorttaläppäplastialeikkaus yleensä ole näille potilaille perusteltu. Sen sijaan aortan tyven aneurysman aiheuttama aorttaläppävuoto voi soveltua korjattavaksi läpän säästävällä aortan tyven korjausleikkauksella hieman iäkkäämmälläkin hyväkuntoisella potilaalla, mikäli aorttaläppä on rakteeltaan normaali.



**KUVA 2.** Aorttaläpän kuspini prolapsia voidaan korjata lyhentämällä kuspini vapaata reunaa plikaatiolla. Terveitä läppäkuspeja käytetään referenssinä tarvittavan pilkaation koon arvioimiseksi. (A–B) Plikaatio tehdään ompelemalla ohuella monofilamenttilangalla. (C–D).

Kuva: Tiina Ripatti-Toledo. Teoksessa Ari Leppäniemi, Hannu Kuokkanen, Paulina Salminen (toim.): Kirurgia. Kustannus Oy Duodecim, 2018

### Leikkaustekniikat

Aorttaläppäplastian hyvän pitkäaikaistuloksen saavuttamisen kannalta on tärkeää, että aortan tyvikompleksin kaikki merkittävät anatomiset poikkeavuudet korjataan.

Aorttaläppäplastiasa laajentunut aorttaläppäaukko tulee aina tukea joko verisuoniproteesilla tai renkaalla, jotta vältetään vuodon uusiutuminen. Mikäli sinotubulaarijunktio on laajentunut ja aortan tyvi on normaali, voi aorttaläppävuodon korjaamiseksi riittää sinotubulaarijunktion kaventaminen verisuoniproteesilla. Jos aortan tyvi on merkittävästi laajentunut, korvataan se verisuoniproteesilla yleensä siten, että verisuoniproteesi kiinnitetään aortan ulkopuolelle aorttaläppäaukon tasalle ja aorttaläppä ommellaan proteesin sisään (reimplantaatio eli Davidin leikkaus, kuva 1B). Joissakin keskuksissa samaan anatomiseen lopputulokseen päästään siten, että muotoiltu verisuoniproteesi ommellaan kiinni aorttaan lähelle aorttaläpän insertiota (*remodeling* eli Yacoubin leikkaus, kuva 1A), jolloin aorttaläppäaukko on erikseen tuettava renkaalla. Jos suoritetaan aorttaläpän reimplantaatio, voidaan aorttaläpän kommissuurien orientaatio muuttaa. Kaksiliuskaisen aorttaläpän orientaatio muutetaan yleensä symmetriseksi, mikä helpottaa läppäliuskatason toimenpidettä. Läppäliuskojen tasolla yleisin toimenpide on prolapsin korjaaminen siten, että läppäliuskan vapaata reunaa lyhennetään ompeleilla plikoimalla (kuva 2). Läppäliuskojen geometrisen korkeuden on oltava riittävä, ja restriktiivinen liuska voi estää korjaavan leikkauksen suorittamisen.

Mikäli läppäplastia ei ole mahdollinen esimerkiksi läpän kalkkeutumisen, läppäliuskan restriktion tai esimerkiksi läppäliuskan vapaan reunan laaja-alaisten fenestraatioiden vuoksi, korvataan läppä yleensä tekoläppällä, koska läppäliuskan paik-

kaaminen pericardium-paikoilla johtaa hyvin suurella todennäköisyydellä varhaiseen uusintaleikkaukseen paikkamateriaalin kalkkeutuessa.

Rossin leikkaus soveltuu parhaiten nuorten potilaiden aorttastenoosin hoitovaihtoehdoksi. Rossin leikkauksen tulokset ovat olleet selvästi huonommat aorttaläppävuotoa hoidettaessa, erityisesti aorttaläppäaukon ollessa laajentunut, kuten se aorttaläppävuotopotilailla yleensä on, eikä se siksi ole yleensä ensisijainen leikkausvaihtoehto aorttavuotopotilailla. Rossin leikkauksen jälkeen uuden leikkauksen tai katetri-toimenpiteen todennäköisyys on kohtalaisen suuri. Erikoistuneissa keskuksissa yli 10 vuoden seurannassa yhteenlaskettu uusintaleikkauksen riski autografitin tai keuhkovoaltimohomografitin toimintahäiriön vuoksi on ollut 15–25 %:n luokkaa ja pidemmän ajan seurannassa tätäkin suurempi. Kun aorttaläppäplastia ei ole mahdollista, on joissakin keskuksissa käytetty viime vuosina Rossin leikkausta nuorten potilaiden aorttaläppävuodon hoidossa siten, että keuhkovoaltimoautografiti on tuettu ompelemalla se Dacron-proteesin sisään. Tästä tekniikasta ei ole vielä pitkän ajan tuloksia.

### Leikkaushoidon tulokset

Aorttaläppäleikkauksen leikkauriski on pieni, mikäli potilaalla ei ole merkittäviä liitännäissairauksia eikä vaikeaa sydämen vasemman kammion dysfunktia. Nuorilla potilailla aorttaläppäplastian leikkauriski ei ole yleensä suurempi kuin tekoläppäleikkauksen, vaikka aorttaläppäplastiat ovat pääsääntöisesti teknisesti vaativampia ja pidempiä leikkauksia. Aorttaläppäplastian jälkeen linearisoitun vuosittaisen yhteenlasketun tromboemolian ja vakavan verenvuodon riskin on raportoitu olleen matalimmillaan 0,2 % potilasvuotta kohden (15). Myös endokardiitin riski on ollut aorttaläppäplastian jälkeen eri aineistoissa selvästi pienempi kuin tekoläppäleikkauksen jälkeen ( $\leq 0,2$  % potilasvuotta kohden). Aorttan tyven aneurysman korjauksena tehdyn, rakenteeltaan normaalin kolmiluiskaisen aorttaläpän reimplantaation (Davidin leikkaus, kuva 1 B) jälkeen pitkäaikaistulokset ovat erinomaiset, ja uusintaleikkaukset ovat hyvin harvinaisia. Laajemman aorttaläppäplastian jälkeen uusintaleikkausten osuus on erikoistuneissa keskuksissa ollut 10 vuoden kohdalla leikkauksesta noin 10–15 %. Kilpailevia riskejä arvioitaessa on huomioitava, ettei nuoren potilaan elinikäinen uuden leikkauksen riski ole mekaanisen tekoläpän asennuksen jälkeenkään mitätön. Aorttaläppäplastian pitkäaikaistuloksia ovat huonontaneet paikkamateriaalin käyttö aorttaläpän liuskassa, laajentunut aorttaläppäaukko, jonka ympärystä ei ole tuettu, sekä läppäliuskojen matala geometrinen korkeus ja kaksiliuskaisessa läpässä kommissuurien alle 160 asteen orientaatio.

### Postoperatiivinen pitkäaikaisseuranta

Aorttaläppävuodon korjaus, joko tekoläpällä tai korjaavalla leikkauksella, korjaa läppävian aiheuttaman hemodynaamisen kuormituksen, mutta vain osittain. Vaikka tekoläppä olisikin riittävän kokoinen, se ei vastaa toiminnaltaan tervettä aorttaläppää vaan on usein jossain määrin restriktiivinen/stenoottinen. Myös plastialla korjatun aorttaläpän avautumispinta-ala jää yleensä tervettä läppää pienemmäksi. Plastialla korjattuun aorttaläppään voi jäädä jäännösvuotoa, ja joskus läppäproteesin ja aortta-annuluksen väliin saattaa jäädä virtaus aortasta vasempaan kammioon, ns. paravalvulaarivuoto. Jäännösvuoto sekä

paravalvulaarivuoto huonontavat potilaan pitkäaikaisennustetta aiheuttamalla hemolyyttistä anemiaa, sydämen vajaatoimintaa sekä rytmihäiriöitä.

Niin biologisiin kuin mekaanisiin tekoläppiin liittyy merkittävää sairastavuutta mm. tromboottisten tapahtumien, verenvuotojen sekä infektioiden myötä (16). Osaan näistä ongelmista voidaan vaikuttaa potilaan ohjauksella ja seurannalla. Komplikaatioiden estossa mm. hammashuollon, endokardiittiprofylaksian (17) sekä lääkityksen asianmukainen toteutuminen on olennaista. Läppäleikkauksen jälkeisen antitromboottisen hoidon toteutus on kuvattu toisaalla tässä teemanumerossa.

Osa läppävian aiheuttamista sydämen rakenteellisista ja toiminnallisista muutoksista voi olla palautumattomia, ja ne voivat edetä vielä läppävian korjauksen jälkeenkin. Näin käy varsinkin silloin, kun sydän on päässyt kuormittumaan merkittävästi jo ennen toimenpidettä. Sydämen kuormitusmuutosten havaitseminen ja niihin aktiivinen puuttuminen esimerkiksi lääketehostuksin on jokaisella kontrollikäynnillä ensiarvoisen tärkeää sydämen vajaatoiminnan, rytmihäiriöiden, kohonneen keuhkovoaltimopaineen sekä sekundaaristen läppävikojen ehkäisemiseksi.

Läppätoimenpiteen välitön tulos arvioidaan toimenpitehoitojakson aikana. Ensimmäinen varsinainen postoperatiivinen kontrolli toteutetaan yleensä 1–3 kuukauden kuluttua toimenpiteestä. Tuolloin toimenpiteen aiheuttamat muutokset hemodynaamikkaan, nestetasapainoon ja mm. verenkuvaan ovat pääosin korjaantuneet. Tämä ns. ensikontrolli on jatkoseurannan kannalta erityisen tärkeä, sillä sen löydöksiä käytetään perustilanteena, johon jatkokontrollien löydöksiä verrataan. Sydämen ultraäänitutkimus on välttämätön ensikontrollissa, ja se on usein tarpeen myös jatkokontrolleissa. Kuitenkaan perinteistä sydänauskultaatiota ei missään kontrollissa sovi unohtaa. Poikkeava auskultaatiolöydös voi herättää epäilyn toimenpiteen jälkeisestä ongelmasta ja auttaa suuntaamaan ultraäänitutkimusta tai muita jatkoselvittelyitä.

Ultraäänitutkimuksessa kiinnitetään huomiota läppäliuskojen liikkeeseen sekä ylimääräisiin tai muutoin poikkeaviin muutoksiin läpässä ja sen ympäristössä. Verenvirtauksen suunta ja sijainti läpän alueella selvitetään väriddopplerilla, ja virtausnopeus ja gradientti läpässä mitataan jatkuvalla dopplerilla. Tärkeää on määrittää sydämen lokeroiden koko ja toiminta, sillä sydämen pumppufunktio ja sen muutokset vaikuttavat suoraan virtausmittausten tuloksiin. Tutkimushetkellä vallitseva potilaan hemodynaaminen tila tulee huomioida sekä dokumentoida, sillä esimerkiksi korkea verenpaine tai hyperdynaaminen verenkierto voivat aiheuttaa virheellisiä tulkintoja läpän toiminnasta.

Poikkeavan korkea virtausnopeus tai gradientti vaatii pohdintaa ja tarvittaessa lisätutkimuksia esimerkiksi läpän rappeutumisen, läppätromboosin, endokardiitin tai pannusmuodotuksen havaitsemiseksi. Uusi paravalvulaarivuoto ensikontrollin jälkeen herättää aina epäilyn endokardiitista.

Verenkuva tulee seurata säännöllisesti kontrollien yhteydessä mahdollisen hemolyysin tai vuotokomplikaatioiden havaitsemiseksi. Muu verikoeseuranta, esimerkiksi munuaisfunktio ja eteispeptidit, toteutetaan normaaliin tapaan sydämen kuormittuneisuuden mukaan.

Ensimmäisen läppäkontrollin jälkeisestä jatkoseurannasta ei ole olemassa kansallista suositusta. Myös kansainväliset suositukset poikkeavat merkittävästi toisistaan. ESC:n viimeisimmän läppäsairauksia koskevan suosituksen mukaan tekoläppäpoti-



laalle tulisi tehdä kliininen arvio vuosittain ja sydämen ultraäänitutkimus aina, kun uusia oireita ilmenee tai herää epäily läppiin liittyvästä komplikaatiosta. Biologisia läppäproteeseja (kirurginen tai katettiläppä) tulisi seurata ultraäänitutkimuksella vuosittain ensikontrollin jälkeen (10).

Amerikkalaisessa (AHA/ACC 2020) suosituksessa mekaanisen läppäproteesin rutiininaimaista ultraääniseurantaa ei katsota tarpeelliseksi ensikontrollin jälkeen, mikäli läpän toiminta on normaali eikä muita seurantaa vaativia liitännäisvikoja todeta. Kirurgisten bioläppien ultraääniseurantaa suositellaan tehtäväksi viiden ja kymmenen vuoden kuluttua ensikontrollista ja sen jälkeen vuosittain. Katetriteitse asennettujen bioläppien ultraääniseurantaa suositellaan vuosittain johtuen vähäisemmästä pitkäaikaiskokemuksesta kirurgisiin läppiin verrattuna (3).

Käytännössä kaikkien operatiivisesti hoidettujen aorttaläppävuotopotilaiden vuosittainen ultraäänitutkimus ei ole resurssien näkökulmasta mahdollista eikä järkevää. Mikäli sydän ei ole merkittävästi kuormittunut, aortassa ei ole seurattavaa laajentumaa ja mekaanisen läpän toiminta on ensikontrollissa normaali, on perusterveydenhuollossa tehtävä seuranta yleensä riittävä.

Bioläpällä hoidetuilla potilailla on oleellista arvioida läppäparapeuman riskiä. Bioläpän rappeutumisen riski on suurin nuorilla potilailla, munuaisten vajaatoiminnan yhteydessä sekä tilanteissa, joissa läpän virtausnopeus ja gradientti on koholla jo ensikontrollissa. Näiden potilaiden kohdalla säännöllistä ultraääniseurantaa kannattaa jatkaa, yleensä alkuun harvemmin ja muutaman vuoden jälkeen vuosittain. Mikäli uusintaoperaatioon ei tulevaisuudessa ole mahdollisuutta esimerkiksi muiden sairauksien tai haurauden vuoksi, voidaan seuranta toteuttaa perusterveydenhuollossa ja tehdä ultraäänitutkimus tarvittaessa oirelähtöisesti.

Aorttaläppäplastia tehdään käytännössä aina nuorille potilaille, ja heillä säännöllinen ultraääniseuranta on tarpeen. ■

Satu Suihko  
Dosentti, kardiologian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Ville Vepsäläinen  
Kardiologian erikoislääkäri  
Kys Sydänkeskus

Peter Raivio  
Dosentti, sydän- ja rintaelinkirurgian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

## Viitteet

1. Sabet HY, W D Edwards W, Tazelaar H ym. Congenitally bicuspid aortic valves: a surgical pathology study of 542 cases (1991 through 1996) and a literature review of 2,715 additional cases. *Mayo Clinic Proc* 1999;74:14-26.
2. Roberts WC, Ko JM. Frequency by decades of unicuspid, bicuspid, and tricuspid aortic valves in adults having isolated aortic valve replacement for aortic stenosis, with or without associated aortic regurgitation. *Circulation* 2005;111:920-925.
3. Otto C, Nishimura R, Bonow R ym. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143(5):e35-e71.

4. Weber M, Hausen M, Arnold R ym. Diagnostic and prognostic value of N-terminal pro B-type natriuretic peptide (NT-proBNP) in patients with chronic aortic regurgitation. *International Journal of Cardiology* 127 (2008) 321-327.
5. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J ym. Multi-modality imaging assessment of native valvular regurgitation: an EACVI and ESC council of valvular heart disease position paper. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging* 2022;23, e171-e232.
6. deCampos D, Teixeira R, Saleiro C ym. Global longitudinal strain in chronic asymptomatic aortic regurgitation: systematic review. *Echo Res Pract.* 2020 Sep; 7(3): 39-48).
7. Bogaert, J, Dymarkowski, S Taylor A, ym. Clinical Cardiac MRI 2012.
8. Myerson S. CMR in Evaluating Valvular Heart Disease Diagnosis, Severity, and Outcomes. *JACC Cardiol Img* 2021;14:2020-2032.
9. Myerson S, d'Arcy J, Mohiaddin R ym. Aortic Regurgitation Quantification Using Cardiovascular Magnetic Resonance Association With Clinical Outcome. *Circulation.* 2012;126:1452-1460.
10. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2021;43:561-632.
11. Krakenbuehl HP, Hess OM, Monrad ES ym. Left ventricular myocardial structure in aortic valve disease before, intermediate, and late after aortic valve replacement. *Circulation* 1989;79: 744-755.
12. Azevedo CF, Nigri M, Higuchi ML ym. Prognostic significance of myocardial fibrosis quantification by histopathology and magnetic resonance imaging in patients with severe aortic valve disease. *Journal of the American College of Cardiology* 2010;56:278-287.
13. Puvimanasinghe JPA, Takkenberg JM, Edwards MB, ym. Comparison of outcomes after aortic valve replacement with a mechanical valve or a bioprosthesis using microsimulation. *Heart.* 2004;90:1172-1178.
14. El Khoury G, Glineur D, Rubay J, ym. Functional classification of aortic root/valve abnormalities and their correlation with etiologies and surgical procedures. *Curr Opin Cardiol* 2005;20:115-121.
15. Aicher D, Fries R, Rodioncheva S, ym. Aortic valve repair leads to a low incidence of valve-related complications. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37:127-132.
16. Vesey J, Otto C. Complications of Prosthetic Heart Valves. *Curr Cardiol Rep.* 2004;6:106-111.
17. Habib G, Lacellotti P, Antunes Mj ym. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2015;36:3075-3128.

## Sidonnaisuudet

- Satu Suihko: ei sidonnaisuuksia.
- Ville Vepsäläinen: ei sidonnaisuuksia.
- Peter Raivio: ei sidonnaisuuksia.

# Toiminnallinen mitraalivuoto: Miten tutkin ja hoidan?

Antti Saraste, professori, kardiologian erikoislääkäri, Tyks Sydänkeskus

Janne Rapola, kardiologian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

## Tiivistelmä

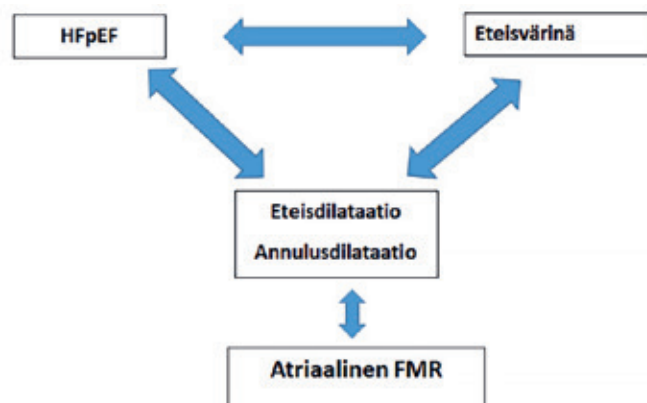
Toiminnallinen eli sekundaarinen mitraalivuoto on yleinen ongelma systolisessa sydämen vajaatoiminnassa. Syynä vuotoon on sekä heikentynyt pumppausteho että kammion laajenemisesta aiheutuva läpän tukirakenteiden kiristyminen ja läppärenkaan venyminen. Toiminnallinen mitraalivuoto voi liittyä myös vasemman eteisen suurenemiseen riippumatta vasemman kammion toiminnasta (ns. atriaalinen mitraalivuoto). Toiminnallisen mitraalivuodon hoidon ensisijainen hoito on sydämen vajaatoiminnan lääkehoito. Mikäli vajaatoiminta-oireet ovat vaikeat muusta hoidosta huolimatta, vaikean toiminnallisen mitraalivuodon katetrihoidolla voidaan lievittää oireita ja hidastaa vajaatoiminnan etenemistä valikoiduilla potilailla. Ultraäänitutkimus on avainasemassa vaikean toiminnallisen mitraalivuodon toteamisessa ja oikea-aikaisessa hoidon arvioinnissa. Tämä artikkeli esittelee toiminnallisen mitraalivuodon merkitystä, diagnostiikkaa ja hoidon valintaa.

## Johdanto

Toiminnallisen eli sekundaarisen mitraalivuodon synynä on yleensä sekä heikentynyt systolinen pumppausteho että kammion laajenemisesta aiheutuva läpän tukirakenteiden kiristyminen ja läppärenkaan venyminen. Läppää sulkeva voima heikkenee, ja läppäliuskojen liike rajoittuu (restriktio), minkä seurauksena läpän sulkeutuminen (koaptaatio) häiriintyy.

Toiminnallinen mitraalivuoto voi syntyä myös ilman vasemman kammion toimintahäiriötä. Vasemman eteisen laajentuessa annulus dilatoituu AP-suunnassa siten, että mitraaliläpän normaali sulkeutuminen häiriintyy ja syntyy mitraalivuoto. Vuoto luokitellaan funktionaaliseksi, koska läppärakenteet ovat normaalit. Yleisimmin puhutaan atriaalisesta FMR:stä (aFMR). Eteisen suurenemisen takana on usein eteisvärinä ja/tai eteispainetta nostava diastolinen vajaatoiminta (HFpEF). Vuotava mitraaliläppä taas omalta osaltaan suurentaa eteistä ja lisää läppärenkaan laajenemista. Syy-seuraussuhteet eivät olekaan yksiselitteiset, ja tekijöiden välillä on huomattavaa vuorovaikutusta (kuva 1).

Vasemman kammion toimintahäiriöön liittyvässä mitraalivuodossa läppäpurjeiden liike on restriktiivinen (*tethering*, Carpentier IIIb), kun taas atriaalisessa vuodossa läppien liike on normaali (Carpentier I) mutta annuluksen suurentumisesta johtuen läppien koaptaatio jää vajaaksi. Suurentuneen annuluksen lisäksi mekanismina pidetään annuluksen satulamaisen muodon tasoittumista ja eteisen ja annuluksen supistumisen häiriintymistä (1).



KUVA 1. Atriaalisen toiminnallisen mitraalivuodon syntymekanismi (mukailtu viitteestä 1).

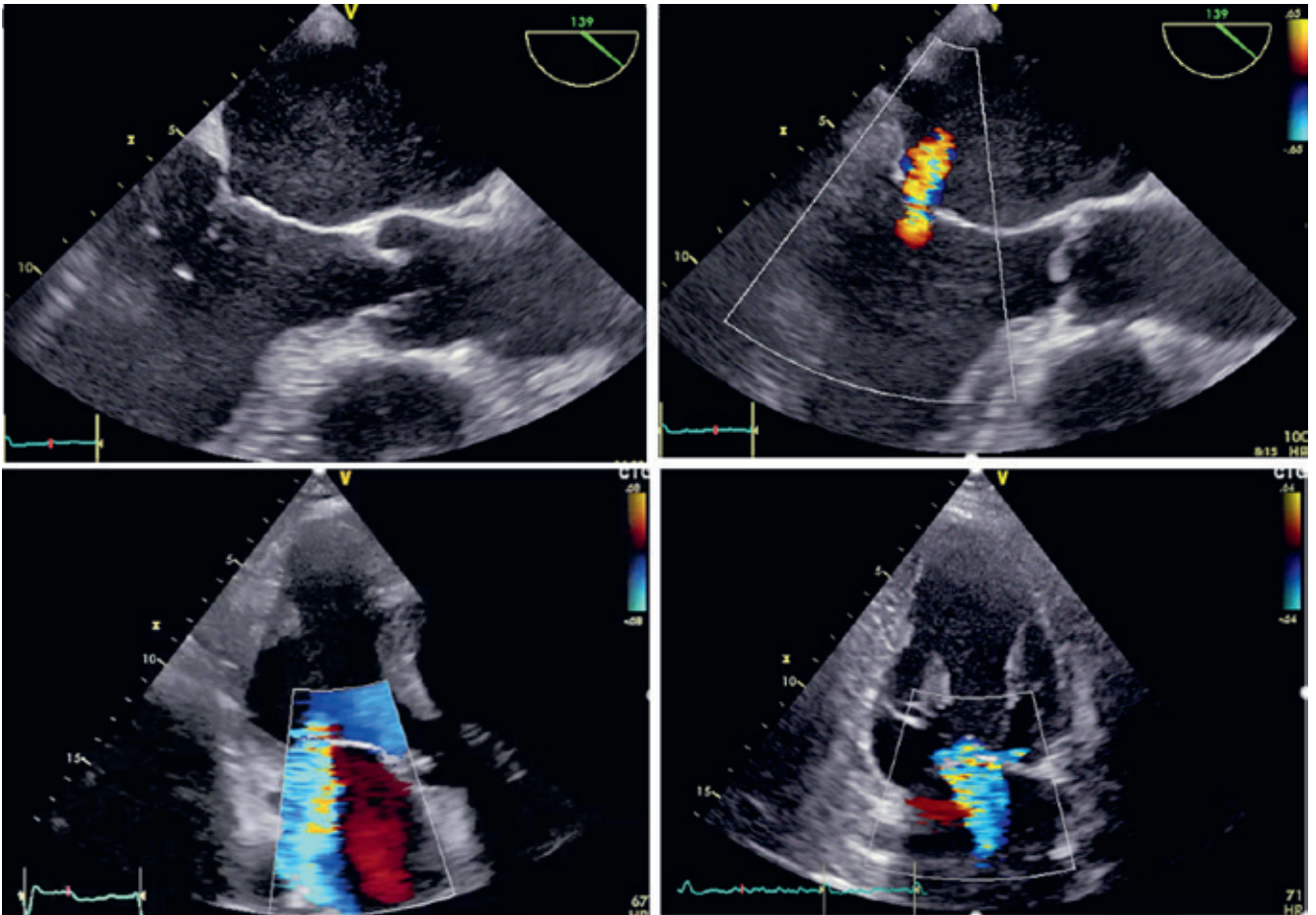
Toiminnallinen eli sekundaarinen mitraalivuoto on yleinen ongelma heikentyneestä systolisesta funktiosta johtuvassa sydämen vajaatoiminnassa. Hoitosuosituksen mukaisesta lääke- ja tahdistinhoidosta huolimatta vaikea toiminnallinen mitraalivuoto löytyy joka neljänneltä vaikeaoireista systolista vajaatoimintaa sairastavalta potilaalta (2), ja lähes puolet vaikeista mitraalivuodoista on toiminnallisia (3). Koska atriaalisen mitraalivuodon keskeisinä etiologisina syinä ovat diastolinen vajaatoiminta ja eteisvärinä, on todennäköistä, että tila on alidiagnosoitu ja väestön ikääntyessä potilasmäärät ovat kasvussa. Toiminnallinen mitraalivuoto vaikeuttaa vajaatoiminnan oireita ja lyhentää eliniän odotetta (2, 4), mutta leikkaushoidon riskit ovat suuremmat kuin rakenteellisessa vuodossa ja siihen päädytään harvoin, ellei leikkaushoito ole muun sydänsairauden vuoksi tarpeen (4, 5).

## Tutkiminen

Toiminnallisen mitraalivuodon diagnostiikka mukaillee toisaalla tässä lehdessä kuvattua rakenteellisen mitraalivuodon diagnostiikkaa, mutta eroavaisuuksiakin löytyy (6). Toiminnallisen mitraalivuodon merkitystä voi olla vaikea arvioida systolisen vajaatoiminnan oireiden ja kliinisten löydösten taustalla. Niinpä ultraäänitutkimus on vajaatoimintapotilaalla avainasemassa toiminnallisen mitraalivuodon toteamisessa ja vaikeusasteen arvioinnissa.

Rintakehän päältä tehtävä ultraäänitutkimus riittää usein toiminnallisen ja rakenteellisen mitraalivuodon erottamiseen toisistaan, mutta epäselvissä tapauksissa ruokatorven kautta





**KUVA 2.** Toiminnallisen mitraalivuodon piirteitä ultraäänitutkimuksessa. Läppäpurjeiden, erityisesti takapurjeen restriktiosta johtuva voimakas, toiminnallinen mitraalivuoto potilaalla, jolla oli sydämen vajaatoiminta sepelvaltimotaudin ja sairastetun alaseinäinfarktin vuoksi. Vasemman kammion ejektiofraktio oli noin 35 %. Yläkuvissa pitkän akselin näkymä ruokatorviultraäänitutkimuksessa ja alakuvissa kolmilokerokuva ja kaksilokerokuva kärkikkunasta. Kuvissa näkyy kookas, eteisen seinämän myötäinen vuotojetti. Kaksilokerokuvassa näkyy leveä vuotosuihkun kaula ja infarktiarpi basaalisessa alaseinäissä.

tehtävä ultraäänitutkimus auttaa rakenteelliselle vialle tyyppilisten läppärakenteen poikkeavuuksien sulkemisessa pois. Toiminnallisessa mitraalivuodossa ultraäänitutkimuksessa voidaan todeta läppäpurjeiden restriktiivinen liike (kuva 2). Läppäpurjeiden kärkien väliin jäävä aukko viittaa vaikeaan vuotoon. Toiminnallisessakin vuodossa läppäpurjeen kärki voi prolaboitua, mutta se ei ulotu annulustason eteisen puolelle (ns. pseudo-prolapsi).

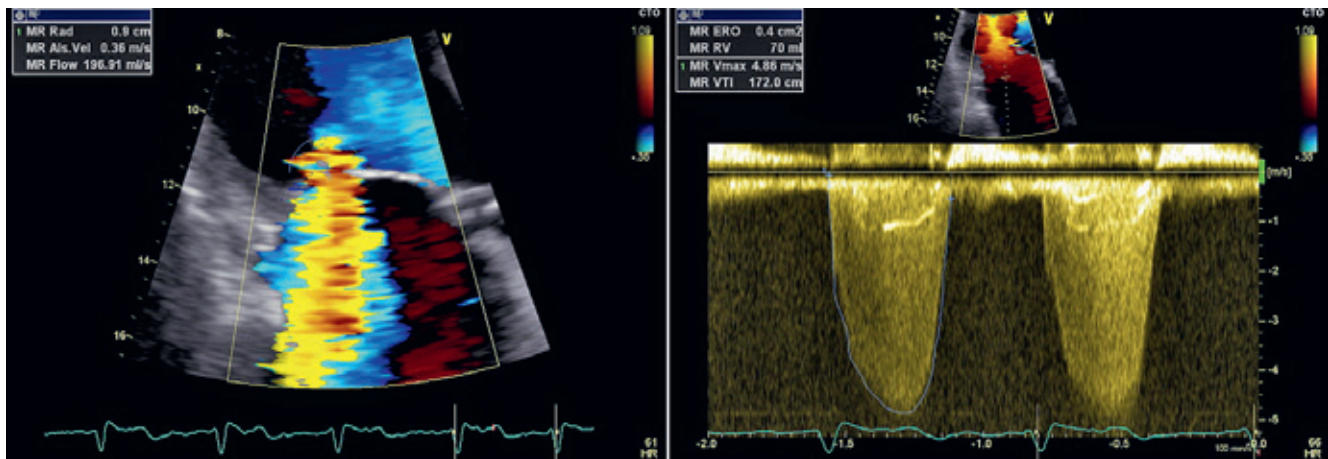
Väridopplertutkimuksessa näkyvä suuri vuotojetti, joka täyttää > 50 % eteisen pinta-alasta, viittaa vaikeaan vuotoon, mutta väridoppler ei yksinään riitä vuodon vaikeusasteen arvioimiseen. Vasemman kammion heikosta systolisesta toiminnasta, pienestä iskuilavuudesta ja kohonneesta vasemman kammion täyttöpaineesta johtuen vuotojetin koko voi aliarvioida vuotoa samoin kuin sivuääni voi olla vaikea. Toiminnallinen vuoto voi myös suuntautua seinämän myötäisesti, jolloin vuotojetin koko aliarvioi vuodon vaikeusastetta (kuva 2). Vuotojetin koko myös riippuu ultraäänilaitteen säädöistä.

Silmämääräistä tarkemman arvion vuodon vaikeusasteesta antaa vuotosuihkun kaulan läpimitan leveys (*vena contracta*). Leveä vuotosuihkun kaula ( $\geq 7$  mm) viittaa vaikeaan vuotoon, mutta toiminnallisessa mitraalivuodossa arviointia vaikeuttaa vuotoaukon epäsymmetrisyys: kohtisuoraan läpän sulkeutumista vastaan mitattu vuotosuihkun kaula on yleensä pienempi

kuin läppäkommissuurien suunnassa mitattu (kuva 2). Keuhkolaskimoissa systolen aikana näkyvä käänteinen virtaus on spesifinen merkki vaikeasta vuodosta, mutta usein se puuttuu. Vaikeassa vuodossa alkudiaistolinen vasemman kammion sisäänvirtaus (E-aalto) kiihtyy, mutta siihen vaikuttaa myös systolisen vajaatoiminnan aiheuttama vasemman kammion täyttöpaineen kohoaminen.

Vaikealle vuodolle on tyyppistä kookas vasemman kammion puolella näkyvä vuotosuihkun kiihtyvyyalue (PISA, *proximal isovelocity surface area*). Voimakkaassa vuodossa näkyy systolessa vuotoaukon kohdalla puoliympyrän mallinen virtauksen kiihtyvyyalue, jonka reunan virtausnopeuden ja alueen säteen perusteella voidaan laskea vuotovirtaus (kuva 3). Kun jatkuvalla dopplerilla rekisteröidään mitraalivuotokäyrä ja mitataan vuodon aikaintegraali ja huippuvirtausnopeus, voidaan mitattujen suureiden avulla laskea vuotoaukon pinta-ala (ERO, *effective regurgitant orifice*) ja vuototilavuus (RV, *regurgitant volume*). Toiminnallisessa vuodossa vuotoaukon pinta-alan ja vuototilavuuden mittaaminen onnistuu useimmiten hyvin ja antaa tarkimman arvion vuodon voimakkuudesta. Toiminnallisessa vuodossa on kuitenkin huomioitava, että vuotoaukko on tyyppisesti epäsymmetrinen, minkä vuoksi mittaaminen voi aliarvioida vuodon määrää. Tämän vuoksi toiminnallinen vuoto voidaan luokitella vaikeaksi, vaikka vuotoaukko ja vuototilavuus olisi-





**KUVA 3.** Toiminnallisen mitraalivuodon vaikeusasteen määrittäminen PISA-menetelmällä. Vasemmalla näkyy mitraaliläpän suurimpaan, vasemman kammion puolella näkyvään vuotosuihkuun kiihtyvyyden alueeseen kohdistettu kolmilokerokuva, jossa Nyqvistin raja-arvo on säädetty 0,36 m/s vuodon suuntaan ja kiihtyvyyden alueen säteeksi on mitattu 9 mm. Oikealla on esitetty jatkuva dopplerilla rekisteröity vuotokäyrä. Vuotoaukon pinta-ala oli 0,4 cm<sup>2</sup> ja vuototilavuus 72 ml sopien voimakkaaseen vuotoon. Kyseessä on sama potilas kuin kuvassa 2.

vat pienempiä ( $\geq 0,3$  cm<sup>2</sup> ja  $\geq 45$  ml) kuin mitä rakenteellisissa vuodossa pidetään vaikean rajana (6).

Ultraäänitutkimuksessa voidaan myös todeta vasemman kammion laajentuminen, heikentynyt vasemman kammion systolinen funktio ja esimerkiksi alaseinän infarktiarpi toiminnallisen mitraalivuodon syynä. Atriaalisessa mitraalivuodossa keskeinen piirre on vasemman eteisen ja mitraaliannuluksen laajeneminen, vaikka vasemman kammion koko ja ejektiofraktio ovat yleensä normaalit (kuva 4). Atriaalisessakin mitraalivuodossa vasemman kammion toiminta voi olla heikentynyt – esimerkiksi GLS saattaa olla alentunut.

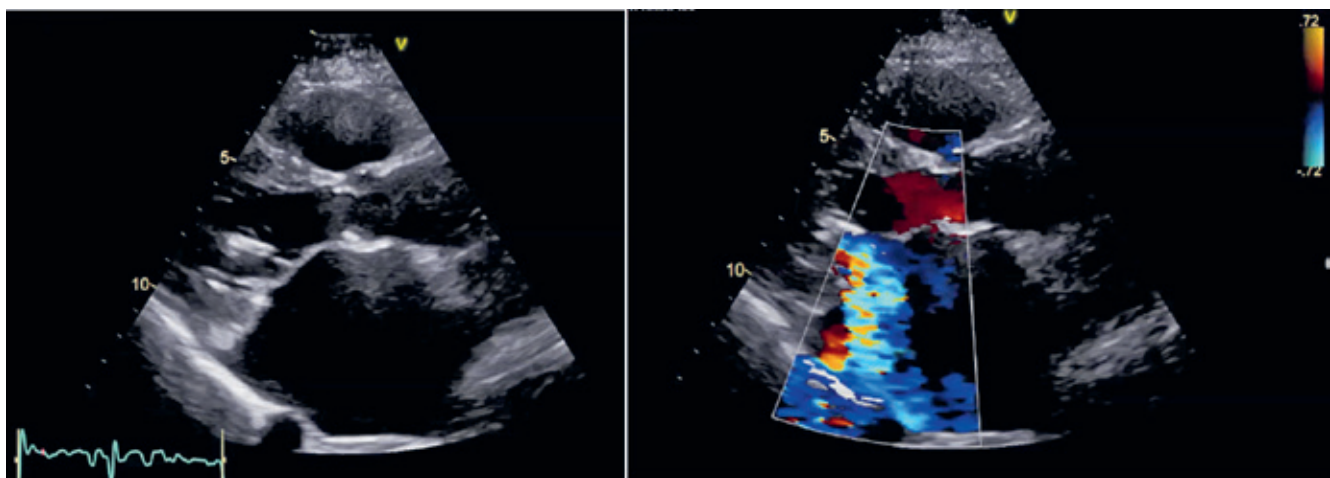
Atriaalisessa mitraalivuodossa koaptaatio tapahtuu yleensä annulustasolla, ja vuotosuihku on keskeinen. Annulusta voidaan pitää laajentuneena AP-mitan ylittäessä 35 mm tai annulusmitan ja etupurjeen diastolisen pituuden suhteen ollessa yli 1,3. Molempien eteisten laajeneminen on yleistä, jolloin kuvaan tulee myös trikuspidaaliläpän vuoto. Katetrihoitoa suunnitel-

taessa voi laskea LAI-indeksin (*leaflet-to-annulus index*; mitraaliläpän etu- ja takapurjeen pituus lasketaan yhteen ja jaetaan annuluksen AP-mitalla) ennustamaan hoidon onnistumista (7).

## Hoito

Toiminnallisen mitraalivuodon hoito poikkeaa olennaisesti rakenteellisesta mitraalivuodosta. Hoito kohdistuu ensisijaisesti vuodon aiheuttajan eli vasemman kammion toimintahäiriön hoitoon (6). Sydämen vajaatoiminnan hyvä lääkehoito ja tarvittaessa vajaatoimintatahdistin voivat korjata myös toiminnallista mitraalivuotoa.

Toiminnallisen mitraalivuodon leikkaushoito on aiheellinen, kun vuoto on vaikea ja potilaalle tehdään avosydänleikkaus muun sydänsairauden vuoksi. Muissa tapauksissa leikkaushoitoa voidaan harkita tapauskohtaisesti (suosituksen luokka IIb; 6).



**KUVA 4.** Atriaalinen mitraalivuoto ultraäänitutkimuksessa. Voimakas mitraalivuoto (ERO 0,4 cm<sup>2</sup>) kroonista eteisvärinää ja sydämen vajaatoimintaa sairastavalla potilaalla, jolla vasemman kammion ejektiofraktio (50–55 %) ja koko (poikkimitta 5,5 cm) olivat normaalit. Vasen eteinen oli erittäin kookas (poikkimitta > 7 cm) ja mitraaliläppärengas leveä (4,5–5 cm).



Katetrihoitotekniikoita kehitetään vilkkaasti vaihtoehdoksi perinteiselle avosydänleikkaukselle (8). Klipsihoito (MitraClip®- ja Pascal®-laitteet) on tällä hetkellä parhaiten dokumentoitu ja laajimmin käytössä oleva perkutaaninen mitraalivuodon korjaustekniikka (9). Katetrilla asennettavia läppärengasta (annulus) kurovia laitteita on kehitetty, mutta tällä hetkellä kokemukset niiden käytöstä ovat suhteellisen vähäisiä. Myös kokemus toiminnallisen mitraalivuodon hoidosta katetrilla asennettavalla mitraalitekopoläpällä on toistaiseksi vähäistä.

Klipsihoidossa vuotoaukko suljetaan kiinnittämällä läpän etu- ja takapurje reunoistaan toisiinsa klipsillä (10). Toimenpide tehdään yleisanestesiassa reisilaskimon kautta. Ruokatorven kautta tehtävän ultraäänitutkimuksen ja läpivalaisun ohjaamana tehdään transseptaalipunktio ja viedään klipsi väliseinäistä ohjainkatetrilla vasemman eteisen kautta kammion puolelle. Mitraaliläppäpurjeiden kärjet sovitetaan laitteen sakaroiden sisään, minkä jälkeen sakarat kiristetään sitomaan läppäpurjeet halutulta kohdalta yhteen. Ultraäänellä varmistetaan riittävä läppävuodon vähentyminen ja suljetaan pois läppäahtauman kehittyminen, minkä jälkeen laite irrotetaan paikalleen ohjainkatetrilla. Useimmiten hyvä tulos edellyttää useamman kuin yhden laitteen asentamisen, mikä tehdään saman toimenpiteen aikana.

Klipsihoitoa verrattiin satunnaistetusti hyvään lääkehoitoon 614:llä sydämen vajaatoimintapotilaalla, joilla oli vaikea toiminnallinen mitraalivuoto COAPT-tutkimuksessa (11). Katetrihoito vähensi potilaiden sydämen vajaatoiminnasta johtuvan sairaalahoidon tarvetta 47 % (NNT = 3) ja kokonaiskuolleisuutta 38 % (NNT = 6) verrokiryhmään verrattuna kahden vuoden seurannan aikana. Tässä potilasryhmässä katetrihoidon tulos riippuu kuitenkin merkittävästi potilasvalinnasta ja toimenpidetekniikasta, kuten ranskalaisen MITRA-FR-tutkimuksen negatiivinen tulos osoitti (12). MITRA-FR-tutkimukseen verrattuna COAPT-tutkimuksen sisäänottokriteerit olivat tiukemmat. Potilaiden tuli olla maksimaalisella, siedetyllä lääkehoidolla – ja edelleen selkeästi oireilevien myös vajaatoimintatahdistinhoidolla, mikäli aiheellista. Läppävuoto oli kaikilla potilailla vaikea-asteinen PISA-menetelmällä mitattuna ( $ERO \geq 0,3 \text{ cm}^2$  tai vuototilavuus  $\geq 45 \text{ ml}$ ), kun taas MITRA-FR-tutkimuksessa vuoto oli puolella potilaista vain kohtalainen. MITRA-FR-tutkimukseen verrattuna COAPT-tutkimuksessa mitraalivuoto myös korjattiin toimenpiteellä onnistuneesti useammin.

Klipsihoito on Euroopassa suurimmaksi osaksi kohdistunut toiminnalliseen mitraalivuotoon (13, 14). Suomessa mitraalivuodon katetrikorjauksia on tehty yliopistosairaloissa vuodesta 2011 alkaen, ja nykyisin hoidetaan vuosittain noin 60 potilasta. Vuosina 2011–2017 Helsingissä ja Turussa hoidetuista 145 potilaasta 73 %:lla mitraalivuoto oli toiminnallinen, potilaiden keski-ikä oli 72 vuotta, vasemman kammion systolinen funktio oli useimmilla alentunut ja leikkauriski oli korkea (Euroscore 2 -pisteitys keskimäärin 6 %) (14). Hoito onnistui yli 90 %:lla potilaista, kun onnistumisen kriteerinä pidettiin enintään kohtalaista mitraalivuotoa toimenpiteen jälkeen. Potilaiden korkeasta leikkauriskista huolimatta toimenpidekomplikaatiot olivat erittäin harvinaisia (9, 13, 14). Potilaiden korkea kuolleisuus vuoden seuranta-aikana viittaa siihen, että hoitotulos ei ole paras mahdollinen, jos potilas lähetetään hoitoarvioon vasta, kun vajaatoiminta on edennyt pitkälle (13, 14).

## Potilasvalinta katetrihoitoon

Euroopan kardiologinen seura ESC suosittelee harkitsemaan toiminnallisen mitraalivuodon klipsihoitoa, mikäli sydämen vajaatoiminnan oireet ovat vaikeat lääkehoidon ja muun hoidon optimoinnista huolimatta (suosituksen luokka IIa). Lisäksi on varmistettava, että läpän rakenne soveltuu katetrihoitoon, mikä todetaan ruokatorven kautta tehtävällä sydämen ultraäänitutkimuksella. Toiminnallisessa vuodossa rakenteellinen este on harvinainen, mutta läppäpurjeiden rakenneviat, kuten runsas läppäkalkki tai lyhyt läppäpurje sekä puutteellinen läpän avautuminen, voivat olla esteenä.

Satunnaistettujen hoitotutkimusten ja niistä tehtyjen jälkianalyysien perusteella hoitoa suositellaan vain potilaille, joilla läppävuoto oli selkeästi vaikea (11, 12, 15). Lisäksi näyttää siltä, että hyvin voimakkaasti laajentunut vasen kammio (systolinen poikkimitta yli 7 cm), huono vasemman kammion ejektiofraktio ( $< 20\%$ ) ja sydämen oikean puolen vajaatoiminta (TAPSE  $< 15 \text{ mm}$ , systolinen keuhkovaltimopaine  $> 70 \text{ mmHg}$  tai voimakas trikuspidaalivuoto) ovat huonon ennusteen merkkejä klipsihoidosta huolimatta (11, 12, 15). Näissä tapauksissa tulisi ensisijaisesti harkita sydämen vajaatoiminnan muita hoitovaihtoja, kuten sydämensiirtoa. Hoitopäätös tehdään yhteistyössä potilaan, kardiologin ja sydänkirurgin kanssa yleensä toimenpideyksikössä.

## Atrialisen mitraalivuodon hoito

Koska HFpEF:n aiheuttama eteisen ja annuluksen laajeneminen ja eteisvärinä ovat etiologian keskiössä, on johdonmukaista, että hoitokin kohdistuu niihin. HFpEF:n hoidossa vain oikeenmukaisella diureettihoidolla on I-luokan suositus; muiden lääkehoitojen eli SGLT2i:n (IIa), ARNI:n (IIb), MRA:n (IIb) ja ARB:n (IIb) suositusluokka on alhaisempi (16). Eteisvärinän rytmihallinta, erityisesti ablaatiohoito, vaikuttaa vähentävän eteisen dilataatiota ja mitraalivuotoa. Mitraalivuodon väheneminen puolestaan näyttää tukevan sinusrytmin säilymistä (17).

ACC:n/AHA:n läppäsairauksien hoitosuosituksissa kirurgiselle hoidolle on vaikeassa vuodossa IIb-luokan suositus, jos potilas on lääkehoidosta huolimatta vaikeaoireinen (NYHA III–IV) (18). ESC:n suosituksissa todetaan, että aFMR voisi olla otollinen annulukseen kohdistuville toimenpiteille (6). Suositusten aste ja sanamuodot heijastavat niukkaa tutkimustietoa aiheesta. Yksi rekisteritutkimus viittaa parempaan tulokseen ja ennusteeseen annuloplastialla aFMR:ssä kuin muussa FMR:ssä (19).

Kahdessa laajassa rekisteritutkimuksessa klipsihoito vähensi tehokkaasti vuotoa aFMR:ssä. Doldin ynnä muiden tutkimuksessa ( $n = 126$ ) sekä mitraalivuodon vaikeusaste että potilaan oireisto lievittyivät katetrihoidolla (20). Tanakan ynnä muiden aineistossa ( $n = 118$ ) mitraalivuoto niin ikään väheni klipsihoidolla (21). Hoidon onnistumista ennusti suurempi LAI-indeksi ja pienempi vasemman eteisen tilavuusindeksi (21). Katetrihoidon ennustevaikutuksista ei toistaiseksi ole tietoa atriaalisessa mitraalivuodossa.

## Lopuksi

Toiminnallinen mitraalivuoto on yleinen sydämen systolisessa vajaatoiminnassa. Toiminnallista mitraalivuotoa tavataan myös potilailla, joilla vasemman kammion funktio ei ole heikentynyt mutta vasemman eteisen suureneminen ja siihen liittyvä läppärenkaan venyntyminen aiheuttavat läppävuodon. Jos hyvä vajaatoiminnan lääkehoito ei auta, on tutkimusten perusteella vaikean toiminnallisen mitraalivuodon katetrihoidolla mahdollista lievittää oireita ja parantaa ennustetta silloin, kun sydämen vajaatoiminta ei ole edennyt liian pitkälle. Toiminnallisen mitraalivuodon tunnistamisessa ja oikea-aikaisessa hoidon arvioinnissa huolellinen sydämen ultraäänitutkimus on avainasemassa. ■

Antti Saraste  
Professori, kardiologian erikoislääkäri  
Tyks Sydänkeskus

Janne Rapola  
Kardiologian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

## Viitteet

1. Deferm S, Bertrand PB, Verbrugge FH, ym. Atrial Functional Mitral Regurgitation: JACC Review Topic of the Week. *J Am Coll Cardiol* 2019;73(19):2465-2476.
2. Goliash G, Bartko PE, Pavo N, ym. Refining the prognostic impact of functional mitral regurgitation in chronic heart failure. *Eur Heart J* 2018;39:39-46.
3. Monteagudo Ruiz JM, Galderisi M, Buonauro A, ym. Overview of mitral regurgitation in Europe: results from the European Registry of mitral regurgitation (EuMiClip). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018;19:503-537.
4. Samad Z, Shaw LK, Phelan M, ym. Management and outcomes in patients with moderate or severe functional mitral regurgitation and severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J* 2015;36:2733-2741.
5. Iung B, Delgado V, Rosenhek R, ym. Contemporary Presentation and Management of Valvular Heart Disease: The EURObservational Research Programme Valvular Heart Disease II Survey. *Circulation*. 2019;140:1156-1169.
6. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2022;43(7):561-632.
7. Tabata N, Weber M, Sugiura A, ym. Impact of the Leaflet-to-Annulus Index on Residual Mitral Regurgitation in Patients Undergoing Edge-to-Edge Mitral Repair. *JACC Cardiovasc Interv* 2019;12(24):2462-2472. doi: 10.1016/j.jcin.2019.09.014
8. Prendergast BD, Baumgartner H, Delgado V, ym. Transcatheter heart valve interventions: where are we? Where are we going? *Eur Heart J*. 2019;40:422-440.
9. Mack M, Carroll JD, Thourani V, ym. Transcatheter Mitral Valve Therapy in the United States: A Report From the STS-ACC TVT Registry. *J Am Coll Cardiol*. 2021;78:2326-2353.
10. Saraste A, Rapola J ja Airaksinen J. Mitraalivuodon katetrihoito. *Sydänääni* 2019 n 30:2.
11. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT, ym. Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure. *N Engl J Med* 2018;379:2307-2318.
12. Obadia JF, Messika-Zeitoun D, Leurent G, ym. Percutaneous Repair or Medical Treatment for Secondary Mitral Regurgitation. *N Engl J Med*. 2018;379:2297-2306.
13. Maisano F, Franzen O, Baldus S, ym. Percutaneous mitral valve interventions in the real world: early and 1-year results from the ACCESS-EU, a prospective, multicenter, nonrandomized post-approval study of the MitraClip therapy in Europe. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:1052-1061.
14. Airaksinen T, Saraste A, Rajala H, ym. Vaikean hiippaläppävuodon hoito katetritekniikalla *Duodecim* 2019;135:2113-2119
15. Koell B, Orban M, Weimann J, ym. Outcomes Stratified by Adapted Inclusion Criteria After Mitral Edge-to-Edge Repair. *J Am Coll Cardiol* 2021;78:2408-2421
16. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, ym. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2022;79(17):e263-e421.
17. Reddy ST, Belden W, Doyle M, ym. Mitral regurgitation recovery and atrial reverse remodeling following pulmonary vein isolation procedure in patients with atrial fibrillation: a clinical observation proof-of-concept cardiac MRI study. *J Interv Card Electrophysiol* 2013;37(3):307-315.
18. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, ym. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143(5):e72-e227. doi: 10.1161/CIR.0000000000000923 [doi]
19. Deferm S, Bertrand PB, Verhaert D, ym. Outcome and durability of mitral valve annuloplasty in atrial secondary mitral regurgitation. *Heart* 2021;107(18):1503-1509.
20. Doldi P, Stolz L, Orban M, ym. Transcatheter Mitral Valve Repair in Patients With Atrial Functional Mitral Regurgitation. *JACC Cardiovasc Imaging* 2022;15(11):1843-1851.
21. Tanaka T, Sugiura A, Öztürk C, ym. Transcatheter Edge-to-Edge Repair for Atrial Secondary Mitral Regurgitation. *JACC Cardiovasc Interv* 2022;15(17):1731-1740.

## Sidonnaisuudet

- Antti Saraste: Konsulttipalkkiot Astra Zeneca ja Pfizer. Luennoitsijapalkkiot Abbott, Astra Zeneca, Bayer, Novartis.
- Janne Rapola: Osakeomistus (Orion Oyj).

# Degeneratiivinen mitraalivuoto

Riitta Paakkanen, LT, kardiologian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Antti Valtola, LT, dosentti, kirurgian, sydän- ja rintaelinkirurgian erikoislääkäri, KYS Sydänkeskus

## Tiivistelmä

Degeneratiivinen mitraaliläppävuoto on yleisin primaarisen mitraaliläppävuodon muoto. Se on usein seurausta läppäpurjeiden ja jännerihmojen venymisestä tai katkeamisesta rakenneheikkouden vuoksi. Vuodon vaikeusasteen arviointi ultraäänitutkimuksella voi kuitenkin olla haastavaa mm. sen eksentrisyyden vuoksi. Kuvantamisen tavoitteena on myös tunnistaa vuodosta aiheutuvat kuormitusmuutokset.

Degeneratiivisen mitraalivuodon seuranta tähtää oikea-aikaiseen operatiiviseen hoidon suunnitteluun. Tärkeintä olisi pystyä ohjaamaan potilas kirurgiseen hoitoon ennen kuin sydämeen kehittyvät peruuttamattomia kuormitusmuutoksia, sillä erikoistuneissa keskuksissa degeneratiivisen mitraalivuodon leikkaushoidon pitkäaikaistulokset ovat erinomaisia. Hyvän pitkäaikaistuloksen saavuttaminen edellyttää kuitenkin onnistunutta oman läpän korjausta sekä tervettä vasenta kammiota. Nykyiset hoitosuositukset tukevat

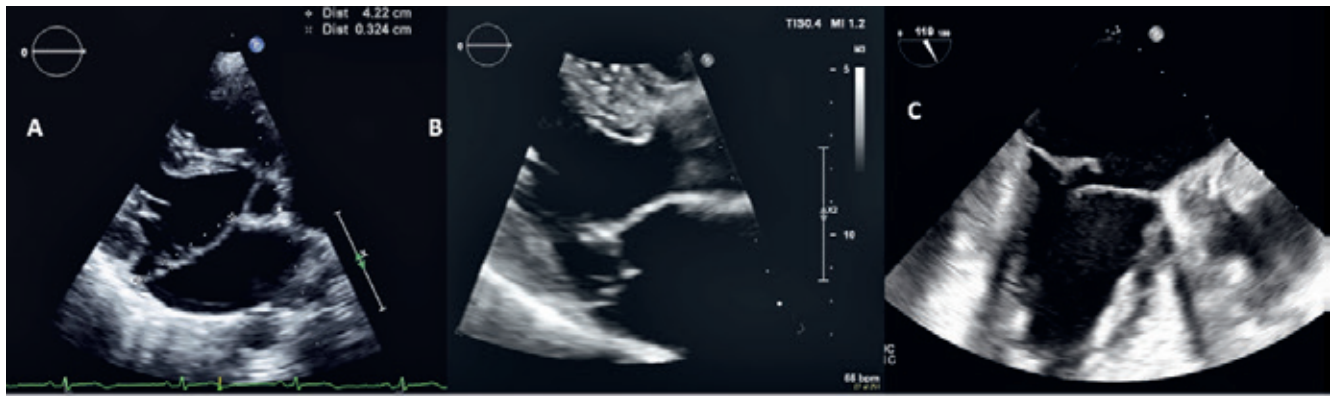
kin leikkaushoitoa myös oireettomilla potilailla jo varhais-tenkin sydämen kuormitusmuutosten ilmaannuttua, mikäli potilaan oma läppä on todennäköisesti korjattavissa hyvällä tuloksella ja leikkauriski on pieni. Oireettoman vaikean mitraalivuotopotilaan seurannassa tuleekin olla valppaana.

## Johdanto

Degeneratiivinen mitraaliläppävuoto (DMR, *degenerative mitral regurgitation*) on yksi yleisimmistä läppävioista. Mitraaliprolapsin ilmaantuvuudeksi on arvioitu 2–3 %, ja se on mitraaliläppäleikkauksen yleisin syy. DMR on seuraus mitraaliläpän rakenteellista muutoksista, jotka estävät läppämekanismiin normaalin toiminnan. Näitä muutoksia ovat jännerihmojen venyminen ja katkeaminen, läppäpurjeen muutokset ja läppäannuluksen laajentuminen. DMR kehittyy iän myötä, eikä sitä nähdä vastasyntyneillä. Sekundaarisessa (toiminnallisessa) mitraaliläp-

TAULUKKO 1. Degeneratiivisen mitraaliläppävian eri muotoja ja niille tyypillisiä piirteitä (12).

	FED	Edennyt FED	Myksomatoottinen "forme fruste"	Edennyt myksomatoottinen "Barlow"
Hiippaläppävian laajuus	Takapurjeen keskisegmentti	Takapurje	Molemmat purjeet	Multisegmentaalinen, usein etu- ja takapurjeen keskisegmentit, posteromediaaliset segmentit sekä posteromediaalinen kommissuura
Jännerihmojen löydös	Katkenneita jännerihmoja	Katkenneita ja venyneitä jännerihmoja	Katkenneita ja venyneitä jännerihmoja	Laajasti venyneet ja paksuuntuneet jännerihmat
Läppäpurjeiden löydös	Ohuet, joskus läpikuultavat	Paikallinen kudositylimäärä prolaboituvassa segmentissä	Läppäpurjeet paksuuntuneet ja venyneet	Läppäpurjeet huomattavan paksuuntuneet ja venyneet, huomattava kudositylijäämä
Annulusdilataatio	+	++	+++	++++
Kalkkiumat	–	–	–/+	Posterioriset annuluksen kalkkiumat tavallisia



**KUVA 1.** Degeneratiivisen mitraalivuodon erilaisia ilmentymiä. **A)** molempien purjeiden lievä prolapsi (> 2 mm annulustasosta). **B)** Takapurjeen P2-alueen reilu prolapsi. **C)** Takapurjeen flail-tyyppinen läppä kordaruptuuran pohjalta. Kuvat: Suvi Tuohinen.

pävuodossa nämä rakenteet ovat sen sijaan säilyneet valtaosin normaaleina ja läppävuoto aiheutuu ensisijaisesti vasemman kammion muodon muutoksista erilaisten sairaustilojen seurauksena (1).

Tässä katsauksessa käsittelemme DMR:n diagnostiikkaa, operatiivisen hoidon ajoitusta ja oireettoman potilaan seurantaa.

### Degeneratiivisen mitraalivuodon alatyypit

DMR:ää on karkeasti kahta päätyyppiä (taulukko 1). Myksomatoottista degeneraatiota (nk. Barlow'n tauti) esiintyy tyypillisesti nuorilla (alle 40-vuotiailla) potilailla. Sille on tyypillistä molempien läppäpurjeiden kudositylimäärä ja prolapsi. Jännerihmat ovat usein myös paksuuntuneita, venyttyneitä ja jopa kalkkeutuneita. Myksomatoottisen degeneraation etiologiaa ei edelleenkaan tunneta tarkoin. Sitä on todettu esiintyvän jossain määrin myös suvuittain, vaikkakin valtaosa tapauksista on sporadisia. Myksomatoottisen degeneraation aiheuttama merkittävä mitraaliläpän vuoto tulee usein esille sattumalöydöksenä kuullun sydämen sivuäänen, tuoreen eteisvärinän tai sydämen vajaatoiminnan vuoksi tehdyissä tutkimuksissa.

Toisen DMR:n päätyypin, fibroelastisen degeneraation (FED, *fibroelastic deficiency*) aiheuttama mitraaliläpän vuoto on tyypillistä vartuneemmilla (yli 60-vuotiailla) potilailla. Sille on tyypillistä oireiden äkillinen alkua jännerihman katkeamisen seu-

rauksena (kordaruptuura). Läppäpurjeet ja jännerihmat ovat tyypillisesti kooltaan normaaleja mutta sidekudoksen vähyyden vuoksi ohuita. Prolaboituva läpän segmentti voi olla myös paksuuntunut pidempään jatkuneen vuodon vuoksi. Tyypillisimmin FED:n aiheuttama prolapsi esiintyy takapurjeen P2-segmentissä.

### Degeneratiivisen mitraalivuodon diagnostiikka

#### Ultraääni rintakehän päältä

Määritelmän mukaan mitraaliläpän prolapsista on kyse, kun yksi tai molemmat mitraaliläppälehdet tai niiden osa(t) painuvat systolessa vasemman eteisen puolelle ainakin 2 millimetrin verran annulustasosta katsoen (kuva 1). Tätä pienempää muutosta kutsutaan pullistumiseksi (billowing). Mitraaliläpän satulanmuotoisuuden vuoksi prolapsin arvio tulee tehdä pitkän akselin parasternaalikuvasa tai apikaalisesta 3-kammiokuvasa, ei 4-kammiokuvasa (2).

DMR-arvio noudattaa muidenkin läppävuotojen arvioinnissa suositeltua skeemaa. Aluksi tulisi arvioida läpän morfologia sekä vuodon mekanismi Carpentierin mukaan (3)(kuva 2), sitten vuodon vaikeusaste ensisijaisesti vena contractalla (VC) sekä PISA-menetelmällä (*proximal isovelocity surface area*), minkä jälkeen arvioidaan vuodon sekundääriset muutokset, jotka DMR:ssä ovat vasemman kammion laajenema ja ejektiofrak-

**KUVA 2.** Mitraalivuodon mekanismi Carpentierin mukaan (12).

TYYPPI 1 Normaali läpän liike		TYYPPI 2 Liiallinen läpän liike		TYYPPI 3 Rajoittunut läpän liike	
Annuluksen dilaataatio	Perforaatio	Prolapsi	Purjeen pettäminen	a paksuuntuminen	b LV/LA-laajentuma

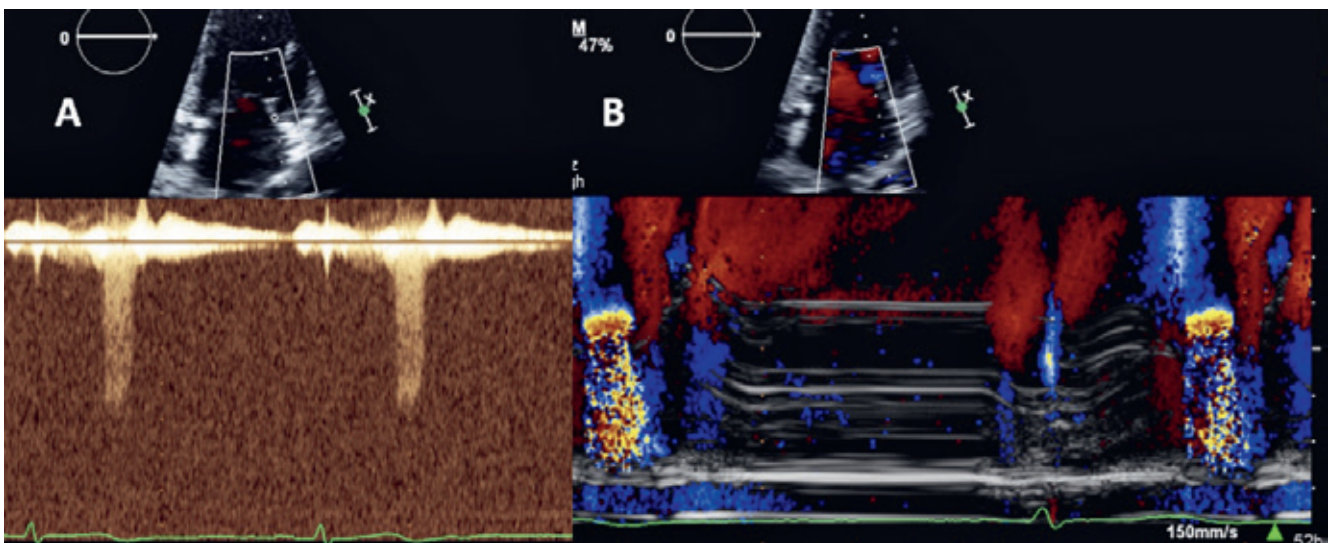


**TAULUKKO 2. MITRAALIVUODON VAIKEUSASTEEN LUOKITTELU KUVANTAMISEN PERUSTEELLA.**

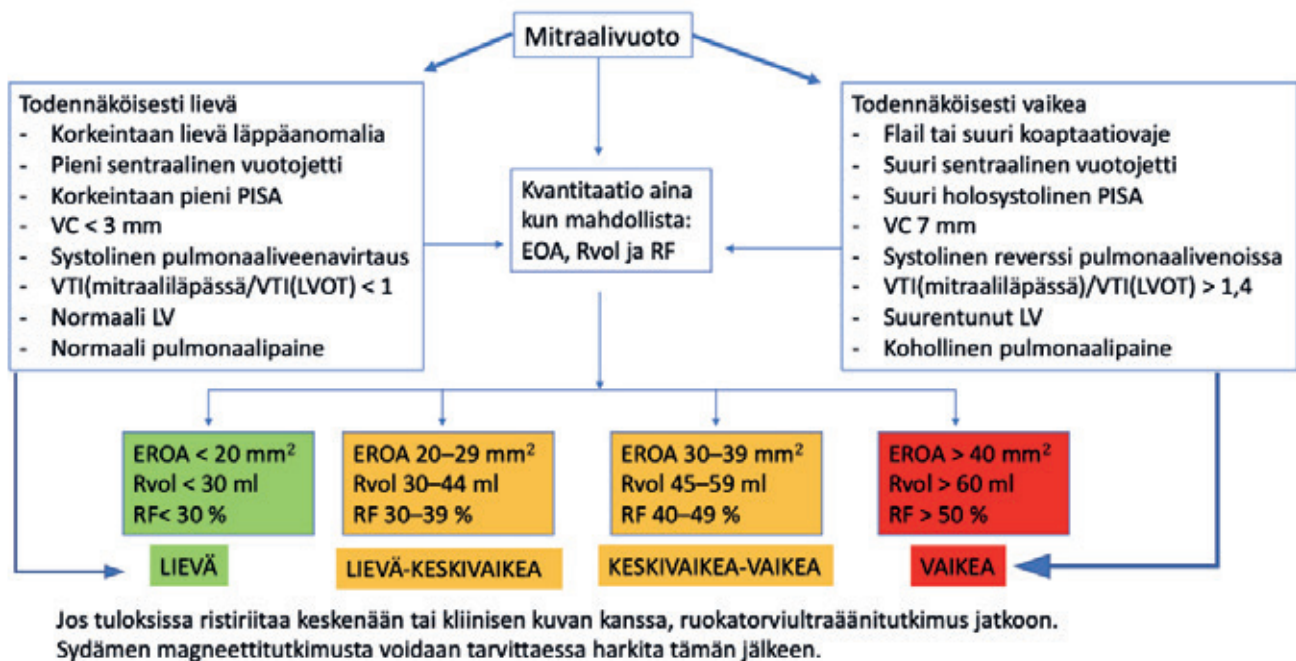
Vaikeusaste	Lievä	Lievä–keskivaikea	Keskivaikea–vaikea	Vaikea
TTE:ssä/TEE:ssä mitattavat kvalitatiiviset parametrit				
Läppien morfologia	normaali / lievästi poikkeava	kohtalainen poikkeavuus / tenting	kohtalainen poikkeavuus / tenting	kordarepeämä / suuri koaptaatio-vaje / vaikea tenting
Vuotojetti väreillä <sup>a</sup>	pieni (< 4 cm <sup>2</sup> / 20 % LA:sta)	kohtalainen (4–6 cm <sup>2</sup> / 20–30 % LA:sta)	kohtalainen (4–6 cm <sup>2</sup> / 20–30 % LA:sta)	suuri sentraalinen (> 8 cm <sup>2</sup> / > 50 % LA:sta, vaihteleva, eksentrisen)
PISA (Nyqvist 30–40)	pieni (< 3 mm)			suuri (> 10 mm koko systolen läpi)
Vuodon CW	hento	kohtalainen	kohtalainen	Tiivis / kolmion muotoinen
Semikvantitatiiviset parametrit				
Vena contracta	< 3 mm	3–5 mm	5–7 mm	> 7 mm (> 8 mm biplane) <sup>b</sup>
Pulmonaalivenojen virtaus	systolinen dominanssi	normaali tai systolinen blunting	systolinen blunting	ei systolista virtausta/ käänteinen systolinen virtaus
Mitraalisiin virtaus	A-dominantti	vaihteleva	E-dominantti (> 1,2 m/s)	E-dominantti (> 1,2 m/s)
Kvantitatiiviset parametrit				
EROA (mm <sup>2</sup> )	< 20	20–29	30–39	≥ 40 <sup>c</sup>
R vol (ml)	< 30	30–44	45–59	≥ 60 <sup>d</sup>
RF (%)	< 30	30–39	40–49	≥ 50
LV/LA koko	Normaali	Normaali / laajentunut	Yleensä laajentunut	Yleensä laajentunut <sup>e</sup>
PAP	Normaali	Normaali / kohonnut	Normaali / kohonnut	Yleensä kohonnut

<sup>a</sup> Nyqvistin arvolla 50–70 cm/m, <sup>b</sup> keskiarvo 4- ja 2-kammiokuvasta. <sup>c</sup> Voi olla pienempi sekundäarisessä mitraalivuodossa, jos vuotoaukko on elliptinen.

<sup>d</sup> Voi olla matalampi matalavirtauksisissa tiloissa. eLV ja LA voivat olla normaalin kokoisia akuutissa mitraalivuodossa tai kroonisessa vaikeassa vuodossa, jos potilas on pienikokoinen.



**KUVA 4.** Prolapsityyppinen mitraaliläppävuoto. **A)** Vain loppusystolinen vuotojetti jatkuvalla Dopplerilla. **B)** Loppusystolinen PISA kuvattuna color M-moodilla. Vuodon kesto selvästi alle 50 % systolesta. Pelkästään loppusystolisen mitraalivuodon kvantitaatiossa voidaan käyttää PISA-menetelmällä mitattavaa vuotovolyymiä (Rvol, millilitroissa). Suurimpaan PISA-säteeseen perustuva vuotoaukon pinta-ala (EROA, *effective regurgitation orifice area*) tulisi ainoastaan loppusystolisessa vuodossa joko jättää huomiotta tai, kuten etenkin pohjoisamerikkalaisessa kirjallisuudessa suositellaan, korjata vuodon prosenttiosuudella systolesta (esim. kertomalla EROA luvulla 0,5, kun vuoto kestää puolet systolesta). Kolmantena kvantitatiivisena vaihtoehtona vuodon määrää voidaan myös arvioida volymetrisillä menetelmillä, mutta ne ovat työläitä ja niihin liittyy paljon virhelähteitä (2). Kuvat: Suvi Tuohinen.



**KUVA 3.** Ehdotettu algoritmi mitraalivuodon vaikeusasteen arvioon. Mukailtu viitteestä 2. EOA = Effective orifice area, vuotoaukon laskettu suuruus PISA-menetelmällä, Rvol = vuodon volyyymi laskettuna PISA-menetelmällä, RF=vuotofraktio.

tion lasku, vasemman eteisen laajenema sekä pulmonaalipaineen nousu. On syytä huomata, että akuutissa mitraalivuodossa vuotojetti voi olla harhaanjohtavan pieni vasemman eteisen korkean paineen vuoksi ja että sydämen lokerostot voivat olla normaalin kokoisia (2).

Mitraalivuodon vaikeusasteen arvio perustuu ensisijaisesti rintakehän päältä tehtävään ultraäänitutkimukseen. Ultraäänitutkimuksessa arvioitavat parametrit voidaan jakaa kvalitatiivisiin, kvantitatiivisiin ja semikvantitatiivisiin tekijöihin (2). Niiden perusteella muodostetaan kokonaisarvio läppävian vaikeusasteesta (taulukko 2 ja kuva 3). Menetelmien käyttöön liittyvää teoriaa, rajoitteita sekä muita huomioitavia seikkoja on käsitelty tarkemmin toisaalla (2, 4, 5).

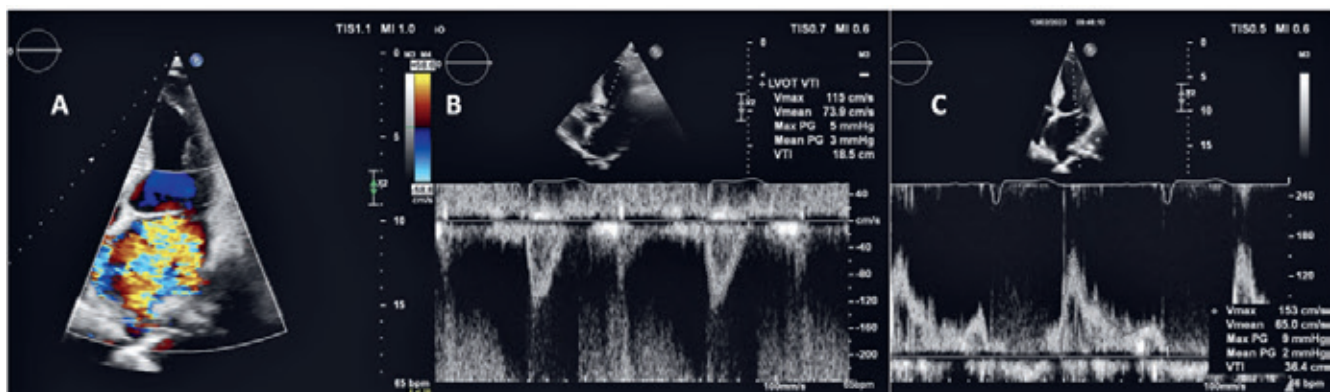
### DMR-diagnostiikan haasteita

Mitraaliprolapsin aiheuttaman vuodon vaikeusasteen arviointi voi olla haastavaa, koska prolapsityyppiset vuodot ovat toisinaan i) vain loppusystolisia, joten vuotoaukko (EROA, *effective*

*regurgitant orifice area*) PISA-menetelmällä mitattuna sekä VC yleensä yliarvioivat vuotoasteen, koska ne perustuvat vain yhteen aikapisteeseen ja olettavat vuodon olevan holosystolinen. Toisaalta prolapsityyppiset vuodot voivat olla myös ii) eksentrisiä, jolloin PISA voi olla epäluotettava viereisten rakenteiden vuoksi, verhoikäyrä voi olla hankalasti mitattavissa ja vuotojetti vasemmassa eteisessä on Coanda-ilmiöstä johtuen harhaanjohtavan pieni. Lisäksi iii) vuotojettejä voi myös olla useita, jolloin VC- tai PISA-menetelmiä ei suositella käytettävän sellaisinaan. Edellä mainituissa tilanteissa tulisi käyttää muita vuodon vaikeusasteen mittareita, vuotovolyymiä tai jatkokuvantamista (taulukko 2, kuvat 3 ja 4)(2).

### Jatkokuvantaminen

Ruokatorviultraäänitutkimus on tarpeen erityisesti, jos näkyvyys ei ole riittävä rintakehän päältä tai jos löydökset ovat ristiriitaisia. Ruokatorviultraäänitutkimuksella pystytään usein myös arvioimaan keuhkolaskimovirtaus sekä hahmottamaan



**KUVA 5.** Vaikea, turbulenti mitraalivuoto, josta PISA ei ole luotettavasti nähtävissä rintakehän päältä. A) Vuotojetti eteisessä, B) ja C) VTI (mitraali)/VTI (LVOT) = 1,9, vaikean vuodon raja on suhdeluku 1,4. Kuvat: Suvi Tuohinen.



**TAULUKKO 3. Primaarin degeneratiivisen mitraalivuodon kajoavan hoidon suositus ESC:n hoitosuosituksista mukailten (7).**

SUOSITUS	VAHVUUS	NÄYTÖNASTE
Oireinen potilas		
Leikkaushoito on suositeltavaa kaikille potilaille, joilla leikkausriski on hyväksyttävä.	I	B
Oireeton potilas		
Leikkaushoito on suositeltavaa potilaalle, joilla on merkit vasemman kammion toimintahäiriöstä (LVEF ≤ 60 % ja/tai LVESD ≥ 40 mm).	I	B
Leikkaushoitoa voidaan harkita potilaalla, jolla vasemman kammion toiminta on säilynyt (LVEF > 60 % ja LVESD < 40 mm) ja jolla on todettu mitraalivuotoon liittyvä uusi eteisvärinä (FA) tai keuhkoverenpaineen nousu (SPAP levossa > 50 mmHg).	Ila	B
Leikkaushoitoa voidaan harkita potilaalla, jolla vasemman kammion toiminta on säilynyt (LVEF > 60 % ja LVESD < 40 mm) ja todetaan merkittävä vasemman eteisen laajentuma (tilavuusindeksi ≥ 60 ml/m <sup>2</sup> tai läpimitta ≥ 55 mm), mikäli kestävän mitraaliplastian saavuttaminen on todennäköistä.	Ila	B
Katetriteitse tehtävää hoitoa (TEER, Mitraclip®) voidaan harkita potilaalla, joka ei ole avosydänkirurgisesti leikattavissa tai jonka leikkausriski on hyvin korkea, edellyttäen että mitraaliläpän anatomia on toimenpiteelle soveltuva ja että toimenpiteestä on odotettavissa hyötyä.	Ilb	B

läppävuodon mekanismi tarkemmin. Ruokatorviultraäänitutkimuksessa suositellaan käytettäväksi 3D-kuvantamista läpän anatomian hahmottamiseen ja kirurgian suunnittelemiseen. Myös rasisultraääntä voidaan käyttää läppävuodon vaikeusasteen määrittämisessä rasisuksen aikana, etenkin jos potilas on oireinen eikä läppävuoto ole selvästi vaikea (6).

Vähemmän käytetty vaihtoehto mitraalivuodon vaikeusasteen arviointiin on sydämen magneettikuvaus. Tutkimukset osoittavatkin mitraalivuodon vaikeusasteen arvioinnissa vain kohtalaista korrelaatiota magneettikuvauksen ja ultraäänitutkimuksen välillä. Lisäksi vaikean mitraalivuodon kriteereitä ei ole validoitu magneettikuvantamisella yhtä hyvin kuin ultraäänellä. Vaikean vuodon merkinä pidetään 50 %:n vuotofraktiota (taulukko 2)(2).

### Leikkaushoito ja sen ajoitus

Avosydänleikkaus on edelleen paras hoitomenetelmä, jolla saadaan korjattua läppämekanismien rakennehäiriöstä aiheutuva vuoto. Katetriteknikkaan perustuvia mitraaliläppävuodon korjaustekniikkoja kehitetään vilkkaasti. Tällä hetkellä niiden mahdollisuudet ja tulokset ovat kuitenkin vielä sellaisia, että voimassa olevien hoitosuosistusten mukaan niillä tulee hoitaa ainostaan sellaisia potilaita, joille ei voida tehdä avosydänleikkausta.

Millään lääkehoidolla ei voida parantaa DMR:n ennustetta. Lääkehoito on kuitenkin tärkeässä asemassa vajaatoimintaan johtaneen mitraaliläppävuodon akuuttivaiheen hoidossa. Hoitamattomana tällainen mitraaliläpän vuoto johtaa väistämättä ennen aikaiseen kuolemaan sydämen tilavuusylikuorman haitallisten seurausten vuoksi. Tästä syystä nämä potilaat tulee ohjata viipymättä leikkaushoidon arvioon (8). Potilaiden ikä- ja sairausvakioidun elinajan ennusteen on osoitettu palaavaan muun väestön tasolle, mikäli leikkaus tehdään ennen vaikeiden oireiden (NYHA III–IV) ilmaantumista (6).

Suurin osa DMR:ää aiheuttavista rakenteellisista vioista on kirurgisesti hoidettavissa korjaamalla potilaan oma läppä. Tietyt rakenteelliset vauriot ovat kuitenkin sellaisia, ettei omaa läppää ole mahdollista korjata tai läpän korjauksella ei ole odotettavissa hyvää pitkäaikaiskestävyyttä. Tällaisia tiloja ovat yleisimmin läppäpurjeen ja/tai -annuluksen hyvin voimakas ja laaja-alainen kalkkeutuneisuus sekä merkittävä vasemman kammion laajenemisesta aiheutunut läppäpurjeiden koaptaation siirtyminen kammioon päin, nk. restriktio (> 10 mm intra-annulaariseen tasoon nähden). On myös todettu etupurjeen tai molempien purjeiden yhtäaikaisen prolapsin korjausleikkausten pitkäaikastulosten olevan huonompia kuin yksinkertaisen takapurjeen keskialueen prolapsin korjauksen. Mikäli oma läppä ei ole korjattavissa luotettavasti, se korvataan potilaan iästä riippuen joko mekaanisella tai biologisella läppäproteesilla.

Käytännön työssä on totuttu käyttämään neljää työkalua ohjaamaan leikkaushoidon ajoitusta: potilaan oireisuus, vasemman kammion toiminta, potilaan kliinisen taudinkuvan kokonaisuus sekä merkkiaineet (natriureettiset peptidit). Valtaosa mitraalivuotopotilaista ohjautuu kirurgiseen hoitoon suoraan hoitavan kardiologin läheteellä ilman moniammatillista arviota (heart team). Heart team -käsittely on kuitenkin usein hyödyllistä, jos potilaalla on merkittäviä leikkausriskiä kohottavia tekijöitä, leikkaushoidon mahdollista ajankohtaa arvioidaan oireettomilla potilailla, joilla vasemman kammion toiminta on säilynyt, tai jos potilas on alustavasti arvioitu leikkaushoitoon soveltu-mattomaksi.

Oireinen DMR-potilas kuuluu aina ohjata operatiivisen hoidon arvioon. Oireettomien potilaiden hoitosuositukset ovat hie-man monivaihteisemmat (taulukko 3). Vahvin suositus (luokka I) leikkaushoidolle koskee niitä potilaita, joilla on jo todettavissa alkavan vasemman kammion vaurioitumisen merkit. Raja-arvoina pidetään ejektiofraktion (LVEF) laskua tasoon 60 % tai sen alle ja/tai vasemman loppusystolisen mitan (LVESD) kasvua 40 millimetriin tai sen yli. Eurooppalainen hoitosuositus esittää



harkittavaksi leikkaushoitoa (luokka IIa) myös niille oireettomille potilaille, joilla edellä mainitut kriteerit eivät täyty mutta joilla on todettavissa sekundaariset mitraalivuodon aiheuttamat muutokset (7). Näitä muutoksia ovat vasemman eteisen koon kasvu (tilavuusindeksi  $\geq 60$  ml/m<sup>2</sup>, läpimitta  $\geq 55$  mm), uusi eteisvärinä (FA) ja koholla oleva keuhkovaltimopaine (SPAP le-vossa  $> 50$  mmHg, varmistettuna invasiivisesti). Amerikkalainen hoitosuositus suosittaa leikkaushoitoa harkittavaksi myös niille potilaille, joilla on nähtävissä vasemman kammion koon kasvu ja ejektiofraktion lasku perättäisissä tutkimuksissa (6). Molemmat hoitosuositukset ovat yhteneväisiä sen suhteen, että oireettomien potilaiden leikkaushoidon tulee tapahtua niissä keskuksissa, joissa on osaamista potilaan oman läpän korjaavassa kirurgiassa.

### Operatiivisen hoidon ajoitus uusien tutkimustulosten valossa

Kuvantamistutkimuksista eniten kiinnostusta on herättänyt strain-arvio eli vasemman kammion muovautumiskuvantaminen. Globaalia pitkittäismuovautumista (GLS, *global longitudinal strain*) pidetään ejektiofraktiota herkempänä mittarina vasemman kammion toiminnasta. GLS:ää primaarisen mitraalivuodon operatiivisen hoidon ennusteen arvioinnissa on tutkittu ainakin 17:ssä eri julkaisussa. Aineistojen heterogeenisyyden vuoksi meta-analyysiä ei ole voitu tehdä, mutta tulokset ovat lähes yksimielisiä siitä, että alentunut GLS assosioituu huonompaan ennusteeseen leikkauksen jälkeen. Ei ole tiedossa, millä strain-arvolla on vahvin ennustenäyttö, mutta ESC:n kardiovaskulaarikuvantamisjaos mainitsee, että 18 % pienemmät absoluuttiset arvot voivat auttaa päätöksenteossa, kun arvoja mitataan toistuvasti mitraalivuotopotilaalla (9).

Lisäksi tuoreessa monikeskustutkimuksessa havaittiin, että jos potilaalle on kehittynyt sekundaarinen oikean puolen vajaatoiminta, leikkaushoidon tulokset ovat selvästi huonommat (10).

Tällä hetkellä ei tietääksemme ole meneillään satunnaistettuja tutkimuksia, joissa kirurgista hoitoa kohdennettaisiin uusiin potilasryhmiin tai varhaisemmassa vaiheessa kuvantamisen tai biomarkkereiden perusteella. Sen sijaan rekrytointivaiheessa on tutkimus (nimeltään PRIMARY), jossa DMR:n operatiivisen hoidon kriteerit täyttävät potilaat satunnaistetaan kirurgiaan tai katetritoimenpiteeseen.

### Oireettoman vaikean mitraalivuodon seuranta

Jos luokan I tai II leikkauskriteerit eivät täyty tai jos luokan II kriteerit täyttyvät mutta heart team käsittelyssä päädytään seurantalinjalle (yleensä joko potilaan toiveesta, leikkauriskistä, plastian ennusteesta tai muista anatomisista seikoista johtuen), seurataan potilasta kuuden kuukauden välein (taulukko 3). On tärkeää huomioida, että vasemman kammion mittojen johdonmukainen progressio lähelle toimenpiderajaa on hoitosuosituksen mukaan syy harkita läppäleikkausta (6, 7). Potilasta olisi hyvä valistaa niin DMR:n ennusteesta, läppävian korjattavuudesta, avosydänleikkauksen luonteesta kuin leikkauksesta toipumisestakin, sillä leikkauksikriteerien täytyessä tulisi jo edetä kirurgiaan. Oireettomalle potilaalle suositeltava avosydänkirurgia voi nostattaa pelkoa, huolta ja vastustusta, ja näihin kannat-

taa mahdollisuuksien mukaan puuttua jo silloin, kun läppäviika on todettu vaikeaksi. Lisäksi tulisi varmistaa, että potilaiden hampaisto ja suun terveys yleensäkin ovat kunnossa, jotta läppäleikkaukseen voidaan edetä oikea-aikaisesti ilman hammashoidosta aiheutunutta ylimääräistä viivettä.

On arvioitu, että hoidon indikaatiot täyttyvät noin 8 %:n vuosivauhtia oireettomilla potilailla, joilla on vaikea DMR. Tämän vuoksi tiivis seuranta on tarpeen ja potilaita tulee kehoittaa olemaan yhteydessä, jos heidän suorituskykynsä heikkenee tai heille kehittyy vajaatoimintaoireita, rytmihäiriötuntemus tai kollapsi. Näillä ohjeilla pyritään havaitsemaan oireisuuden lisäksi myös mahdollinen eteisvärinä sekä kammioperäiset arytmiat. Kuten muissakin läppävioissa, myös DMR:stä johtuvaa oireisuutta voi olla hankala arvioida, kun on kyse kroonisesta läppäviasta, sillä potilaat soveltavat rasituksensa tuntemustensa mukaan. Näin ollen perinteistä rasituskoea voidaan käyttää seurannassa (6).

### Maligni mitraaliprolapsi

On havaittu, että pienellä osalla DMR-potilaista on papillaarilihasen/basaalisen annuluksen alueella arpea/fibroosia ja suurentunut määrä kammioarytmioita sekä sydänperäisiä äkkikuo-lemia. Näiden potilaiden hoidosta tai seurannasta on vastikään julkaistu kansainvälinen konsensusdokumentti. Sen keskeinen sanoma on, että arytmiaherkkyys ei välttämättä korreloi vuodon vaikeusasteeseen, mitraalivuotopotilaiden operatiivinen hoito määräytyy vuodon vaikeusasteen mukaan ja arytmiata tulisi etsiä aktiivisesti ja hoitoa ohjata dokumentoitujen arytmioiden mukaan (11).

### Yhteenveto

Jokainen kardiologi kohtaa DMR-potilaita. Heidän hoidossaan ja seurannassaan on kuitenkin syytä olla tarkkana, jotta potilas osataan ohjata leikkaushoidon piiriin ennen kuin vasemman kammion toimintaan kehittyy palautumattomia muutoksia. Oikein ajoitetun leikkaushoidon pitkäaikaistulokset ovatkin osavissa käsissä erinomaiset. Tulevaisuudessa saatamme lisäksi nähdä uusia biomarkkereita, jotka kertovat vasemman kammion toiminnan huonontumisesta aiemmin kuin nykyiset kuvantamistutkimukset. Lisäksi tulee muistaa malignien kammioarytmioiden mahdollisuus DMR-potilailla läppävuodon suuruudesta riippumatta. ■

Riitta Paakkanen  
LT, kardiologian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Antti Valtola  
LT, dosentti, kirurgian, sydän- ja rintaelinkirurgian  
erikoislääkäri  
KYS Sydänkeskus



## Viitteet

1. Delling FN ja Vasan RS. Epidemiology and Pathophysiology of Mitral Valve Prolapse. *Circulation*. 2014;129(21):2158-70.
2. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J ym. Multi-modality imaging assessment of native valvular regurgitation: an EACVI and ESC council of valvular heart disease position paper. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2022;23(5):e171-e232.
3. Carpentier A. Cardiac valve surgery--the "French correction". *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1983;86(3):323-37.
4. Faza NN, Chebrolu LB, El-Tallawi KC ym. An Integrative, Multiparametric Approach to Mitral Regurgitation Evaluation: A Case-Based Illustration. 2022;4(19):1231-41.
5. Enriquez-Sarano M, Benfari G, Essayagh B ym. Mitral Regurgitation: Quantify, Integrate, and Interpret in Context\*. 2022;4(19):1242-6.
6. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO ym. 2020 ACC/AHA guideline for the management of patients with valvular heart disease: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. 2021;162(2):e183-e353.
7. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Heart Journal*. 2021;43(7):561-632.
8. Carabello BA. Timing of Surgery for Primary MR: We're Not There Yet But We're Getting Closer\*. *SPECIAL ISSUE: FOCUS ON LV STRAIN FOR PREDICTING HARD OUTCOMES*. 2020;13(2, Part 2):586-8.
9. Ueyama H, Kuno T, Takagi H ym. Prognostic value of left ventricular global longitudinal strain in mitral regurgitation: a systematic review. 2023;28(2):465-83.
10. Flachskampf FA ja Chandrashekhar Y. "Cardiac Damage" Predicts Prognosis, But Can It Identify Modifiable Prognosis? 2022;15(6):1170-3.
11. Sabbag A, Essayagh B, Ramirez Barrera JD, ym. EHRA Expert Consensus Statement on Arrhythmic Mitral Valve Prolapse and Mitral annular Disjunction Complex in Collaboration with the ESC Council on Valvular Heart Disease and the European Association of Cardiovascular Imaging Endorsed by the Heart Rhythm Society, by the Asia Pacific Heart Rhythm Society, and by the Latin American Heart Rhythm Society. *EP Europace*, Volume 24, Issue 12, December 2022, Pages 1981–2003
12. Carpentier A, Adams D, Filsoufi F. *Carpentier's Reconstructive Valve Surgery*. Saunders 1st Edition 2010. ISBN

## Sidonnaisuudet

- Riitta Paakkanen: ei sidonnaisuuksia.
- Antti Valtola: koulutuksiin osallistuminen (Abbott Finland Oy, Grex Medical Oy).

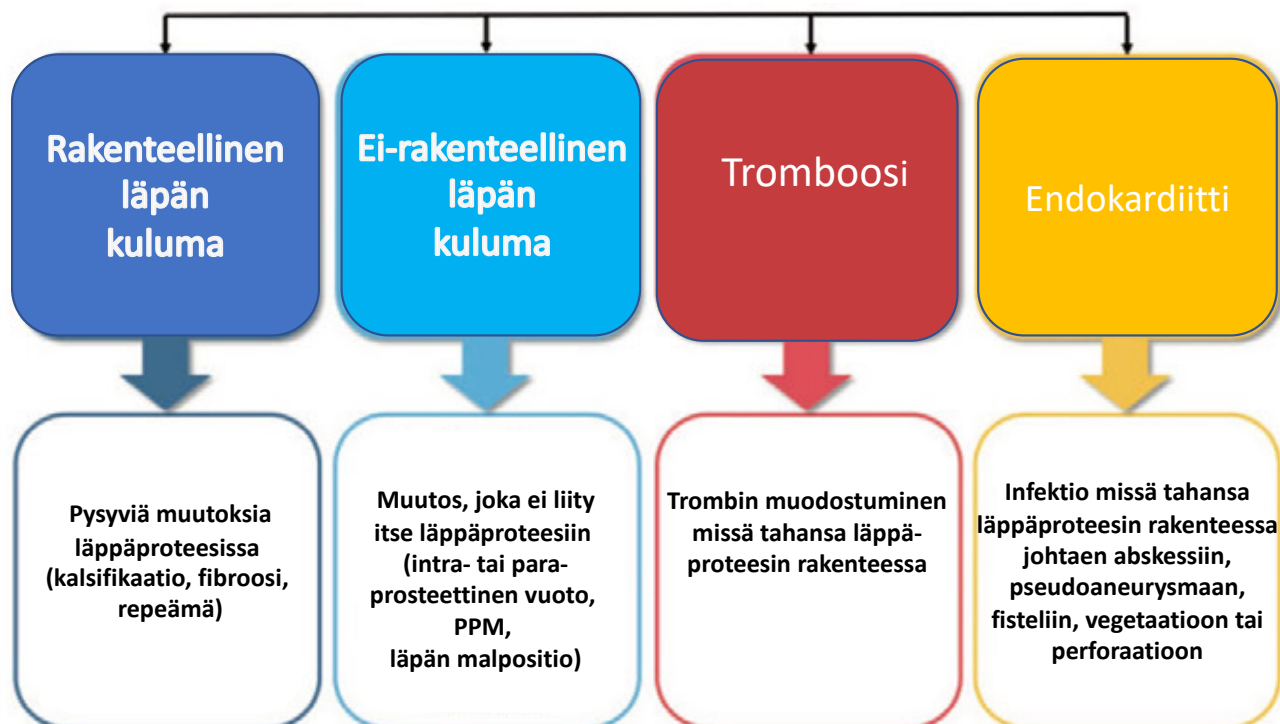
## Kiitokset

**Kirjoittajat kiittävät Suvi Tuohista kuvista sekä arvokkaista kommenteista.**

# Biologisen tekoläppäpotilaan seuranta ja ongelmatilanteet

Mikko Savontaus, dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri, Tyks Sydänkeskus

Jarkko Piuholu, dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri, Oys Sydän



KUVA 1. Bioläpän dysfunktion jaottelu.

## Tiivistelmä

Sekä kirurgisesti että katetriteitse asennetut bioläpät ovat kestoikältään rajallisia ja alttiita degeneraatiolle ajan myötä. Degeneraatio voi tulla ilmi joko stenosoitumisena tai vuotona. Tässä katsauksessa käsitellään bioläpän degeneraation luokittelua ja diagnostiikkaa, sekä käydään läpi bioläppäpotilaan seurantaan ja degeneraation hoitoon liittyviä kysymyksiä.

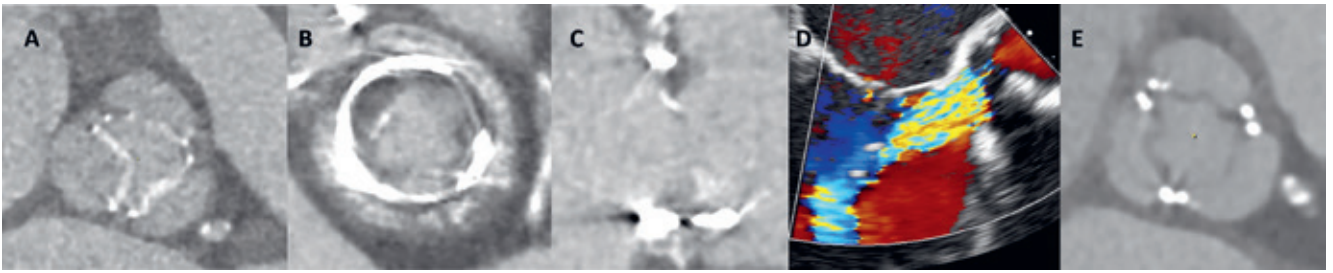
## Degeneraation luokittelu

Biologisen tekoläpän pettämisen (BVF, *bioprosthetic valve failure*) määritelmänä on vanhemmissa, kirurgisten bioläppien tuloksia raportoivissa julkaisusarjoissa käytetty perinteisesti läpän uusintatoimenpidettä tai BVF:stä johtuvaa kuolemaa. Tämä määritelmä on osoittautunut puutteelliseksi, sillä se raportoi vain kaikkein vaikeimmat tapaukset ja esimerkiksi läpän uusintatoimenpiteestä saatetaan pidättäytyä liian korkean toimenpideriskin vuoksi. Näistä syistä on tärkeää määritellä BVF kuvanta-

mislöydösten perusteella. Hiljattain on julkaistu kansainvälisiä konsensusdokumenteja, joissa on luotu diagnostiset kriteerit BVF:lle ja biologisen läpän dysfunktiolle (BVD). Standardoidut kriteerit mahdollistavat hoitotulosten objektiivisemmän vertailun, ja koska kriteerit ovat samat sekä kirurgisille että TAVI-läpille, myös vertailun näiden kahden hoitomuodon välillä (1, 2).

Suosituksissa bioläpän dysfunktio jaetaan neljään kategoriaan: 1. rakenteellinen läpän kuluminen, 2. ei-rakenteellinen läpän kuluminen, 3. läppätromboosi ja 4. endokardiitti (kuva 1). Rakenteellinen läpän kuluminen määritellään tilanteeksi, jossa läpän rakenteessa todetaan pysyviä muutoksia (läppäpurjeen repeämä, kalkkeutuminen, pannuksen tai fibroosin muodostuminen), jotka puolestaan johtavat läpän dysfunktiioon ja stenoosiin tai proteesin sisäiseen vuotoon. Ei-rakenteellinen läpän kuluminen tarkoittaa tilannetta, jossa muutokset eivät kohdistu itse läppään (paraproteettinen vuoto, potilaan ja proteesin välinen epäsuhta eli PPM [*patient-prosthesis mismatch*] sekä läpän malpositio). Rakenteellisesta kulumisesta poiketen ei-rakenteelliset muutokset ovat havaittavissa heti implantaation jälkeen, ja niis-





**KUVA 2.** A. CT-kuvassa 25 mm Trifecta-bioläpän kuspit ovat kalkkeutuneet aiheuttaen oikeisen stenoosin bioläppään (Gradientti 90/57 mmHg, AVA 0,8 cm<sup>2</sup>). B ja C. 27 mm Perimount Magna Ease -bioläppä mitraalipositiossa degeneroitui (MVA 0,5 cm<sup>2</sup>). TT:ssä kuspeissa nähtiin paksuuntumaa ja kalkkeutumista. D ja E. 25 mm Perimount-bioläppä aorttapositiiossa degeneroitui vuotopainotteisesti echossa. TT:ssä läpässä ei nähdä kalkkeutumista.

sä tapahtuu yleensä vain vähäisiä muutoksia seurannan aikana. Läppätromboosi jaetaan subkliiniseen ja kliiniseen tromboosiin riippuen siitä, aiheuttaako tromboosi hemodynaamisia muutoksia. Läppätromboosi voi olla reversiibeli, mutta se määritellään BVD:n syyksi, jos se johtaa pysyviin hemodynaamisiin muutoksiin. Endokardiittia ei tässä katsauksessa käsitellä yksityiskohtaisemmin.

Kliininen tutkimus ja sydämen auskultaatio paljastavat useimmat sekä bioläpän stenoitumiseen että sen vuotoon liittyvät ongelmat. Joskus auskultaatiolöydös voi olla vähäinen, ja näin ollen kliinisen epäilyn herätessä ja muutenkin seurannassa sydämen ultraäänitutkimus on avainasemassa.

Kansainväliset hoitosuosituksen puoltavat kaikkien potilaiden, joille on tehty kajoavia läppätoimenpiteitä, seuraamista sydämen UÄ-tutkimuksella säännöllisin kontrollein. Käytettävissä olevat seurantaressurit ja seurannasta odotettava kliininen hyöty vaikuttavat merkittävästi seurantatiheyteen.

## Seuranta

Eri keskuksissa on vakiintunut käytäntö kutsua potilaat ensimmäiseen kontrolliin 1–3 kuukauden kuluttua läppätoimenpiteestä. Tuolloin on todettavissa välitön kliininen hyöty toimenpiteestä ja toisaalta varhaiset komplikaatiot. Samalla on todettavissa esimerkiksi paravalvulaarinen vuoto tai odottamattomasta läpän tromboosistuksesta johtuva gradientin nousu.

Mikäli ensikontrollissa todetaan sydämen UÄ-tutkimuksessa täysin ongelmaton tilanne, voi seuraava kontrolli tapahtua yleisen konsensuksen mukaan joko vuoden tai vasta esimerkiksi 3–5 vuoden kuluttua. Sen jälkeen jatkoseuranta määräytyy jälleen kliinisen tilanteen mukaan, ja jos läppäproteesissa ei todeta mitään ongelmia, voi sydämen UÄ-tutkimuksen uusimiseen olla useamman vuoden väli.

Luonnollisesti, jos aikavälistä riippumatta ilmaantuu uusia oireita tai kliininen epäily läppään liittyvästä komplikaatiosta, on perusteltua kontrolloida tilanne sydämen UÄ-tutkimuksella.

Osalla potilaista on todettavissa kliinisille ongelmille altistavia seikkoja, kuten pienikokoisesta aortta-annuluksesta ja läppäproteesista aiheutuva kiihtynyt virtaus ja PPM, paravalvulaarinen vuoto tai muuta poikkeavuutta, jolloin on perusteltua pitää potilaat säännöllisissä seurannoissa, jotta tilanteen edetessä toimenpiteet voidaan tarvittaessa tehdä ajoissa.

Toisaalta, jos potilaan kokonaistilanne esimerkiksi muihin sairauksiin liittyen on sen kaltainen, etteivät uusintatoimenpiteet tule kyseeseen, on toistuviin kontrolleihin syytä suhtautua pidättyväisesti.

Mikäli aorttosition bioläpässä todetaan stenoitumista ja harkitaan toimenpiteitä, voi erityisesti rajatapaustilanteissa olla perusteltua mitata invasiivinen gradientti läpistä tilanteen varmistamiseksi ja turhien toimenpiteiden välttämiseksi. Myös stenoisgradientin kehittyminen seurannan aikana on syytä huomioida toimenpiteistä päätettäessä.

Vuosien mittaan eri bioläppätyyppien kestosta on kertynyt runsaasti julkaistua tietoa, ja tietyt läppätyypit, kuten Trifecta ja Mitroflow, sekä erityisesti niiden pienet koot ovat olleet alttiimpia degeneroitumaan. Katetriteitse asennettavista läpistä vastaavaa julkaistua tietoa ei toistaiseksi ole, vaan tähän mennessä julkaistuissa 8–10 vuoden seurannoissa kestävyys on ollut hyvä. Nuoremmille potilaille pääosin kirurgisia bioläppiä asennettaessa on seurannassa havaittu merkkejä nopeammasta degeneroitumisesta. Tämä voi johtua esimerkiksi vilkkaammasta hemodynaamikasta aktiivisemmän elämäntyylin myötä tai potilaskohtaisista, bioläpän asentamisen alun perinkin liittyneistä riskitekijöistä, kuten munuaisten vajaatoiminnasta (4).

Mitraalipositiossa bioläpän degeneroituminen on yleensä nopeampaa kuin aorttapositiiossa. Myös mitraalipositiossa olevan degeneroituneen bioläpän korvaaminen katetriteitse on mahdollista uusintaleikkaukseen verrattuna kevyellä toimenpiteellä, mikä on hyvä huomioida mm. mahdollista seurantarvetta arvioitaessa.

## Kuvantaminen

Huolellinen kuvantaminen on bioläppäpotilaan seurannan ja ongelmien tunnistamisen kulmakivi. Transtorakaalinen sydämen ultraäänitutkimus (TTE) on luonnollisesti ensisijainen seurannassa käytettävä kuvantamismodaliteetti. Sydämen tietokonetomografiaa (TT) voidaan käyttää diagnostisesti epäselvissä tapauksissa ja erityisesti epäiltäessä läppätromboosia. PET-kuvantamista käytetään yleensä epäiltäessä endokardiittia, mutta se on tutkimuskäytössä osoittautunut myös herkäksi menetelmäksi havainnoimaan alkavia läpän rakenteellisia kulumamuutoksia (kuva 2). Bioläppäpotilaan TTE:ssä on kiinnitettävä erityistä huomiota bioläpän hemodynamiikan huolelliseen arviointiin. Ulosvirtauskanavan leveyden mittaaminen voi näillä potilailla olla haastavaa: mittausta tulee tehdä ulkoreunasta ulkoreunaan, TAVI-läpässä stentin alaosaan ja kirurgisessa läpässä heti ompelurenkaan alapuolelta. Mitta pysyy seurannassa yleensä stabiilina, joten samaa mittausta on syytä käyttää läppäaukon mittaamiseen myös seurantamittauksissa mittausten välisen vaihtelun minimoimiseksi. Toinen diagnostinen haaste on mahdollisen paravalvulaarivuodon arviointi. Se tulisi arvioida

useammasta TTE-projektiosta ja yhdistämällä kvalitatiivisia, semikvantitatiivisia ja kvantitatiivisia parametrejä kuvantamissuosittelusten mukaisesti (1). Aiemman kolmiportaisen luokituksen (lievä, kohtalainen, vaikea) sijaan on suositeltavampaa käyttää viisiportaista asteikkoa (lievä, lievä–kohtalainen, kohtalainen, kohtalainen–vaikea, vaikea) vuodon vaikeusasteen määrittämiseksi. Tarkemman asteikon on osoitettu vähentävän analyysien välistä vaihtelua. MRI:tä voidaan pitää paravalvulaarivuodon kvantitatiivisen arvion standarditutkimuksena, mutta sen käyttö yksinomaan vuoto-osuuden arvioimiseksi on kliinisessä työssä harvoin tarpeen.

Läpän hemodynaamiikan arvioimisen lisäksi on bioläppäpotilaan TTE:ssä kiinnitettävä huomiota bioläpässä mahdollisesti havaittaviin morfologisiin muutoksiin. Läppäpurjeiden paksuuntuminen tai alentunut liike – tai toisaalta läppäpurjeessa näkyvä repeämä – viittaa läpän rakenteelliseen kulumaan. Pannus näkyy yleensä tiiviinä kaikurakenteen muutoksensa perianulaarisesti tai ompelurenkaan ympärillä. Läppätromboosin kuvantamisesta on useita tuoreita tutkimustuloksia ja suosituksia (3). Pääsääntöisesti läppätromboosiin liittyvät morfologiset muutokset ovat huonosti havaittavissa TTE:llä, joten jos epäillään läpän tromboosia läppägradientin nousun tai alentuneen läppäpurjeen liikkeen perusteella, on syytä tehdä matalalla kynnyksellä sydämen ultraäänitutkimus ruokatorven kautta (TEE) tai TT. Niissä voidaan havaita tekoläpän läppäpurjeiden hypotenuaatiota ja läppäpurjeiden paksuuntumista (HALT, *hypotenuated leaflet thickening*) joko itsenäisenä muutoksena tai yhdistyneenä läppäpurjeiden alentuneeseen liikkeeseen. Mikäli näihin kuvantamismuutoksiin liittyy läppägradientin nousu, on kyseessä kliininen läppätromboosi – muussa tapauksessa läppätromboosi on subkliininen. HALT on erityisesti TAVI-läpällä verraten yleinen löydös, ja kolme kuukautta toimenpiteen jälkeen sitä on havaittu TT:ssä 12,4%:lla antikoaguloituista potilaista sekä 32,4%:lla potilaista, joilla on kaksoistromboosyttestäjälääkitys.

BVD:n vaikeusaste määritellään pääsääntöisesti morfologisten muutosten aiheuttamien hemodynaamisten seurausten vaikeusasteen mukaan. Lievässä BVD:ssä läpässä todetaan edellä mainittuja muutoksia, mutta ne eivät ole johtaneet hemodynaamiin muutoksiin. Kohtalaisessa BVD:ssä todetaan morfologisten muutosten lisäksi hemodynaamisia muutoksia, keskigradientin nousu  $\geq 10$  mmHg johtaen  $\geq 20$  mmHg:n keskigradienttiin sekä samanaikainen läppäaukon pinta-alan pieneminen  $\geq 0,3$  cm<sup>2</sup>, tai todetaan uusi tai yhden asteen nousu intraprosteettisessa vuodossa johtaen vähintään kohtalaiseen vuotoon. Vaikea BVD on kyseessä, mikäli todetaan keskigradientin nousu  $\geq 20$  mmHg johtaen  $\geq 30$  mmHg:n keskigradienttiin sekä samanaikainen läppäaukon pinta-alan pieneminen  $\geq 0,6$  cm<sup>2</sup>, tai todetaan uusi tai kahden asteen nousu intraprosteettisessa vuodossa johtaen kohtalaiseen tai vaikeaan vuotoon. On huomattava, että BVD:n määritelmä perustuu hemodynaamisten parametrien muutoksiin seurannan aikana, eikä diagnoosia voida täten pääsääntöisesti tehdä yksittäisestä mittauksesta, sillä kohonnut läppägradientti saattaa johtua esimerkiksi PPM:stä ilman että läppään on kehittynyt rakenteellisia muutoksia.

Kaikki BVD:n tyypit voivat johtaa kliinisiin seuraamuksiin: oireisiin, sydämen vajaatoimintaan, läpän uusintatoimenpiteeseen tai kuolemaan. Bioläpän pettäminen (BVF) yhdistää vaikean BVD:n morfologiset ja hemodynaamiset muutokset

kliinisiin seuraamuksiin. BVF on tärkein läpän pitkäaikaiskestävyyden määre, ja konsensusdokumentit suosittavat sitä ensisijaiseksi parametriksi, kun vertaillaan kirurgisen ja TAVI-läpän pitkäaikaiskestävyyttä. BVF on kyseessä, jos todetaan yksi seuraavista: 1. pysyvä vaikea rakenteellinen läpän kulumia, 2. läpän uusintatoimenpide tai 3. BVD:stä johtuva kuolema. BVF voidaan jakaa myös varhaiseen (alle 30 päivää) ja myöhäiseen (yli 30 päivää), riippuen ajankohdasta suhteessa primaaritoimenpiteeseen.

## Hoito

Hoitoindikaatiot oireisilla potilailla, joilla todetaan bioläpän degeneraatiosta aiheutuva stenoosi tai vuoto, ovat vastaavat kuin natiiviläpän vioissa. Erityisesti stenoosin ja vuodon yhdistelmänä ilmenevässä degeneraatioissa vaikeusasteen arviointi voi osoittautua haasteelliseksi, ja huolellinen kokonaisarvio kaikista kuormitusmuutoksista ja kokonaistilanteesta on tarpeen toimenpideindikaatiota harkittaessa. Degeneroituminen on etenevä prosessi, ja ellei tietyssä vaiheessa toimenpideindikaatio vielä täyty, täytyy tilanteen kehittymistä seurata.

Bioläpän degeneroitumisen hoito on pääsääntöisesti lopulta uuden läpän asennus. Potilaan ikä ja riskiprofiili sekä anatomiset seikat, kuten annuluskoko ja sepelvaltimoiden lähtökohtien sijainti suhteessa läppäproteesiin, vaikuttavat siihen, päädytäänkö kirurgiseen vai katetriläppätoimenpiteeseen (4). Toisin kuin natiiviläpän puhtaassa vuodossa, bioläpän vuodossa myös katetriläppähoito on vakiintunutta käytäntöä ja suhteellisen helposti toteutettavissa bioläpän renkaan muodostaessa vakaan kiinnitysalustan katetriläpälle.

Myös paravalvulaarinen vuoto voi olla aihe joko katetrisululle tai uuden läpän asennukselle, vuotomekanismista ja potilaan tilanteesta riippuen.

Mikäli syntyy kliininen epäily bioläpän tromboosista, on perusteltua aloittaa antikoagulaatiohoito joko suoralla oraalisella antikoagulantilla tai varfariinilla ja kontrolloida tilanne 1–3 kuukauden kuluttua. Tarvittavasta antikoagulanttihoidon pituudesta ei ole varmaa tutkimustietoa. Potilaan vuotoriskin ja muun tilanteen myötä hoidon kestoksi on useimmiten päätetty 3–6 kuukautta, mutta valikoiduissa tapauksissa pysyväkin antikoagulaatio on ollut tarpeen. Usein antikoagulaatiohoito voidaan jatkoseurannassa vaihtaa antitromboottiin ilman uusiutumista.

Kokonaisuudessaan biologiset tekoläpät ovat monille potilaille hyviä ratkaisuja hemodynaamiikan, antikoagulaation välttämisen ja potilaalle usein suhteellisen kevyessä katetritoimenpiteessä tapahtuvan asennuksen myötä. Läpän asennus ei kuitenkaan poista kaikkia ongelmia, vaan läpän degeneraatio voi myöhemmässä vaiheessa vaatia uutta toimenpidettä. Näiden potilaiden oikea-aikainen tunnistaminen ja hoito muodostavat haasteen resurssien optimaaliselle kohdistamiselle potilaiden suuren määrän ja vaihtelevan kliinisen tilanteen mukaan. ■

*Mikko Savontaus*  
Dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri  
Tyks Sydänkeskus

*Jarkko Piihola*  
Dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri  
Oys Sydän



## Viitteet

1. Généreux P, Piazza N, Alu MC, ym. Valve Academic Research Consortium 3: updated endpoint definitions for aortic valve clinical research. VARC-3 WRITING COMMITTEE; Eur Heart J. 2021 May 14;42(19):1825-1857.
2. Capodanno D, Petronio AS, Prendergast B, ym. Standardized definitions of structural deterioration and valve failure in assessing long-term durability of transcatheter and surgical aortic bioprosthetic valves: a consensus statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) endorsed by the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Eur Heart J. 2017;38:3382–3390.
3. Pibarot P, Herrmann HC, Wu C, Hahn RT, ym; Heart Valve Collaboratory Standardized Definitions for Bioprosthetic Valve Dysfunction Following Aortic or Mitral Valve Replacement: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2022 Aug 2;80(5):545-561.
4. Rodriguez-Gabella T, Voisine P, Puri R, ym: Aortic Bioprosthetic Valve Durability: Incidence, Mechanisms, Predictors, and Management of Surgical and Transcatheter Valve Degeneration. J Am Coll Cardiol. 2017 Aug 22;70(8):1013-1028.

## Sidonnaisuudet

- Jarkko Pihola: luento-/asiantuntijapalkkio (Boston Scientific, Edwards, Medtronic). Tukea työnantajan määräämiin koulutuksiin (Boston Scientific, Edwards, Medtronic), tutkimusrahoitusta NVT/Biosensors.
- Mikko Savontaus: luento-/asiantuntijapalkkio (Boston Scientific, Edwards, Medtronic). Tukea työnantajan määräämiin koulutuksiin (Boston Scientific, Edwards, Medtronic).

Ilmoitus

Ilmoitus

# Mekaanisen tekoläpän ongelmat

Katri Aaltonen, LT, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Pasi Maaranen, sydän- ja thoraxkirurgian erikoislääkäri, Tays Sydänsairaala

## Tiivistelmä

Vaikea läppävika hoidetaan läppäleikkauksella, jossa potilaalle asennetaan joko mekaaninen tai biologinen tekoläppä, ellei oman läpän korjaus ole mahdollista. Perinteisesti mekaaninen tekoläppä on asennettu nuoremmille potilaille, joilla voidaan käyttää elinikäistä verenohennushoitoa. Eurooppalainen hoitosuositus kehottaa harkitsemaan mekaanista aorttatekoläppää alle 60-vuotiaille ja mekaanista mitraalitekoläppää alle 65-vuotiaille (1). Mekaanisen tekoläpän kiistaton etu verrattuna biologiseen tekoläppään on sen kestävyys. Niin potilaan kuin lääkärinkin on syytä tiedostaa, ettei tekoläppä ole ominaisuuksiltaan koskaan yhtä hyvä kuin oma läppä ja että tekoläppiin voi liittyä monenlaisia ongelmatilanteita. Mekaanisen tekoläpän saaneet potilaat altistuvat elämänsä aikana varsin todennäköisesti jollekin tekoläppään liittyvälle haitalle. Pelätyin mekaaniseen tekoläppään liittyvä ongelma on läppätromboosi ja tromboembolia. Verenohennuslääkitys taas altistaa vuotokomplikaatioille. Mekaaniseen tekoläppään voi kehittyä paravalvulaarivuoto tai pannusta. Tekoläppäpotilailla on myös lisääntynyt riski saada endokardiitti. Hyvin toimiva verenohennushoito ja endokardiitin ehkäisy ovat mekaanisen tekoläppäpotilaan hoidon kulmakiviä.

## Johdanto

Tekoläppätyyppi valitaan yhteisymmärryksessä potilaan kanssa. Valinnassa huomioitavia seikkoja ovat potilaan ikä, elinajanodote, muut sairaudet ja elintavat, mahdollisen antikoagulaatiohoidon aiheuttama tukos- ja vuotoriski, uusintaleikkauksen riski sekä potilaan mielipide.

Eurooppalaisen hoitosuosituksen mukaan mekaaninen tekoläppä voidaan asentaa potilaan niin toivoessa, mikäli pysyväle verenohennuslääkitykselle ei ole vasta-aihetta (1). Niin ikään mekaanisen tekoläpän asennusta suositellaan harkitsemaan, jos potilaalla on jo mekaaninen tekoläppä toisessa positiossa tai jos potilaalla on kohtuullinen elinajanodote ja mahdollinen uusintaläppäleikkaus olisi riskialtista. Mekaanista aorttatekoläppää suositellaan harkitsemaan alle 60-vuotiaille ja mekaanista mitraalitekoläppää alle 65-vuotiaille. Mekaanista tekoläppää ei voida suositella potilaille, joiden antikoagulaatiohoidon asianmukainen toteutuminen on epävarmaa (1). Ennen mekaanisen tekoläpän asennusta on tärkeää varmistua, että potilaalla on riittävät kielelliset ja kognitiiviset taidot turvallisen verenohennushoidon toteutukseen, eikä tähän liittyvää potilasinformoinnin

tärkeyttä voi kyllin korostaa. Puutteellinen verenohennushoito voi pahimmillaan johtaa vakaviin komplikaatioihin ja potilaan menehtymiseen.

## Mekaanisen tekoläpän hyödyt ja haitat

Nykyään asennettavat kaksilehdykkäiset mekaaniset tekoläpät ovat rakenteeltaan kestäviä, eikä niiden rakenne käytännössä rappeudu ajan myötä. Mekaanisen ja biologisen tekoläpän saaneiden potilaiden pitkäaikaiskuolleisuudessa ei ole havaittu merkittäviä eroja retrospektiivisissä seurantatutkimuksissa, joskin on myös viitteitä siitä, että alle 70-vuotiaiden mekaanisen mitraalitekoläpän saaneiden potilaiden pitkäaikaiskuolleisuus olisi pienempi kuin biologisen tekoläpän saaneiden (2). Toisaalta potilaiden taustamuuttujien vakiointi on hankalaa, koska mekaaninen tekoläppä valitaan usein nuoremmille ja terveemmille potilaille. Mekaanisen tekoläpän saaneilla potilailla on raportoitu olevan myös pienempi uusintaläppäleikkauksriski kuin biologisen tekoläpän saaneilla. Mekaanisen mitraaliläpän kohdalla uusintaleikkauksen 25 vuoden kumulatiiviseksi esiintyvyydeksi on raportoitu 12,5 % (3) ja mekaanisen aorttaläpän kohdalla 8–15 % (4). Uusintaleikkauksen syitä ovat paravalvulaarivuoto, pannus, tekoläppätromboosi ja tekoläppäendokardiitti.

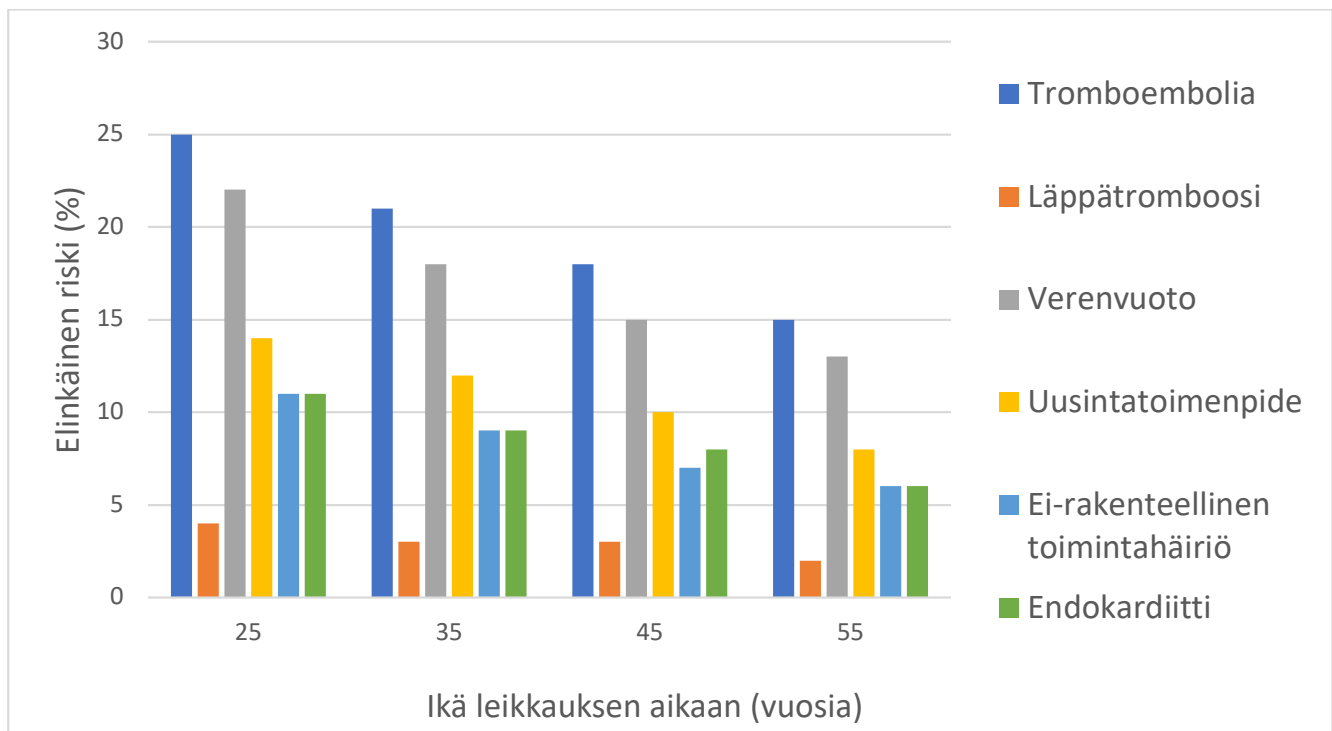
Mekaaniseen tekoläppään liittyy lisääntynyt tromboosiriski, joka vaatii elinikäisen verenohennushoidon. Verenohennuslääkitys lisää potilaan vuotoriskiä ja voi rajoittaa potilaan elämää ja heikentää elämänlaatua. Tromboemبولian riski on noin 0,5–1 % potilasvuotta kohden ja vuotokomplikaation riski noin 0,5 %/ potilasvuosi (5, 6).

Tuoreen katsauksen mukaan alle 70-vuotiailla potilailla, jotka saivat mekaanisen mitraalitekoläpän, oli 16 % pienempi pitkäaikaiskuolleisuuden ja 66 % pienempi uusintaläppäleikkauksen riski mutta 20 % suurempi riski saada aivoinfarkti tai embolinen komplikaatio ja 21 % suurempi riski saada vakava vuoto kuin biologisen tekoläpän saaneilla potilailla (2).

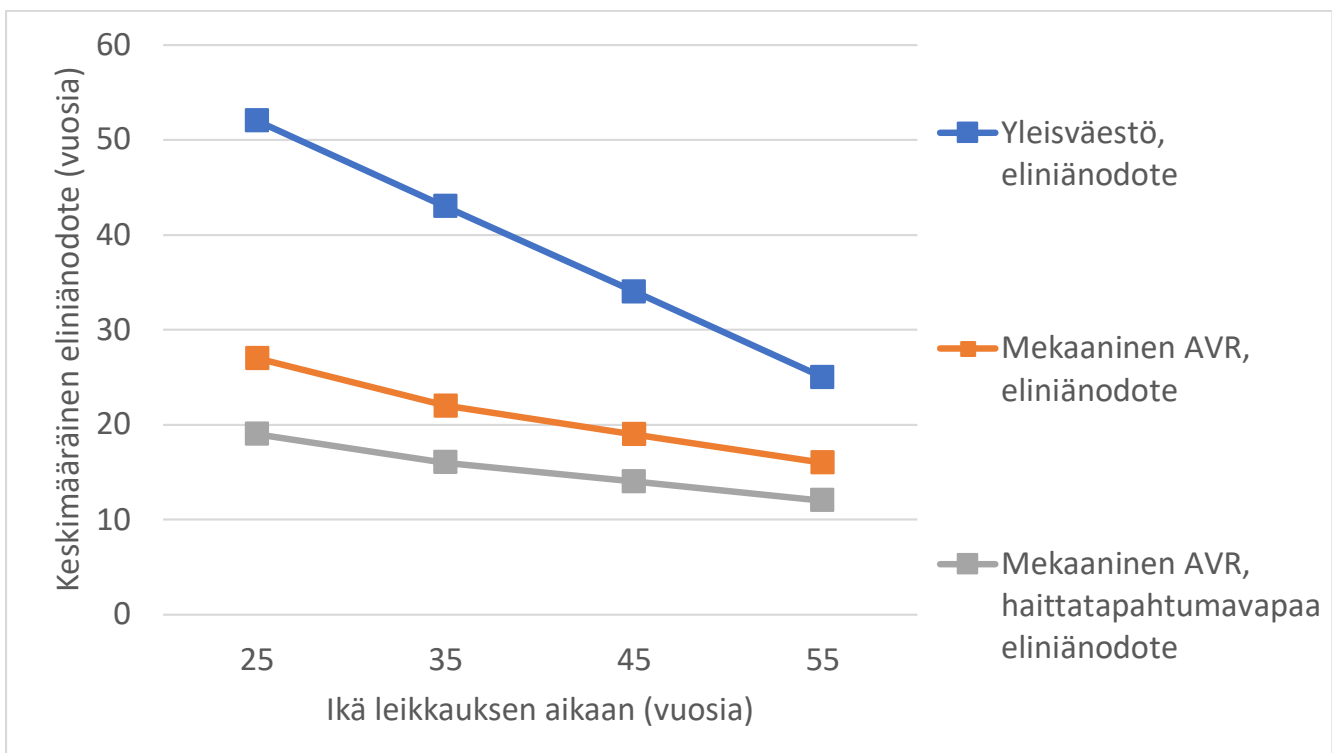
Tekoläppäpotilaita hoitaessa tulisikin sisäistää, että kyse on kumulatiivisesta sairastuvuuden riskistä. Meta-analyysin ja mikrosimulaation avulla laskettu mekaaniseen aorttatekoläppään liittyvä elinikäisen kumulatiivisen haittatapahtuman ja sairastuvuuden riski on merkittävä (kuva 1) (4). Potilaiden elinajanodote on myös selvästi lyhyempi kuin yleisväestön (kuva 2) (4). Tutkimuksen mukaan 45-vuotiaan esimerkkipotilaan elinajanodote oli 19 vuotta (yleisväestössä 34 vuotta) ja elinikäisen tromboemبولian, vuodon ja uusintaleikkauksen riski vastaavasti 18, 15 ja 10 % (kuvat 1 ja 2) (4).







KUVA 1. Mikrosimulaatioon perustuva mekaaniseen aorttatekoläppään liittyvän haittatapahtuman ja sairastuvuuden elinikäinen riski (mukaillen viitettä 4).



KUVA 2. Mikrosimulaatioon perustuva iänmukainen eliniänodote yleisväestössä ja mekaanisen aorttatekoläppään saaneilla potilailla (mukaillen viitettä 4).

### Antikoagulaatiohoito, sen tavoitteet ja taudukset

Mekaaninen tekoläppä vaatii elinikäisen INR-ohjatun varfariinihoidon. Uusilla verenhennuslääkkeillä ei ole sijaa mekaanisen tekoläppäpotilaan hoidossa. INR-tavoite perustuu käytetyn mekaanisen tekoläppän tromboegenisyyteen ja potilaskohtaisiin tukosriskitekijöihin. Eurooppalainen hoitosuositus katsoo poti-

laskohtaisiksi riskitekijöiksi aiemman tromboembolisen tapahtuman, eteisvärinän, mitraalistennoosin vaikeusasteesta riippumatta sekä vaikean systolisen vajaatoiminnan (LVEF < 35 %) (1).

Aorttapositiassa olevaan mekaaniseen tekoläppään liittyy pienempi tromboosiriski kuin mitraalipositiossa olevaan. Mekaanisen aorttatekoläppän INR-tavoitearvo on 2,5 (hoitoalue



2,0–3,0), ellei potilaalla ole edellä mainittuja tukosriskitekijöitä. Mikäli potilaalla on yksikin tukosriskitekijä, on INR-tavoitearvo korkeampi, 3,0 (hoitoalue 2,5–3,5). Mekaaniseen mitraali- ja trikuspidaalitekoläppään liittyy lähtökohtaisesti suurempi tromboosiriski, jonka vuoksi INR-tavoitearvo on korkeampi, 3,0 (hoitoalue 2,5–3,5) (1). Vanhempiin mekaanisiin läppäisiin on liittynyt nykyisiä kaksiliuskaisia tekoläppiä korkeampi tromboosiriski, joten näille vanhoille, pian historiaan jääville läpille on käytetty vielä korkeampia INR-tavoitearvoja.

INR-tavoitteen tulisi mieluummin olla kiinteä lukema kuin tavoitealue, jotta vältettäisiin heiluntaa alueen ala- ja ylärajoilla. Vaihteleva INR-taso altistaa sekä tukos- että vuotokomplikaatioille. INR-kotimittarin käyttö vähentää varfariinihoitoon liittyviä hättävaihtokäytöksiä kaikissa ikäryhmissä.

Vuotoriski lisääntyy merkittävästi INR:n ollessa yli 4,5. Henkeä uhkaavissa vuodoissa varfariini kupeerataan protrombiinikompleksikonsentraatilla tai jääplasmalla ja annetaan K-vitamiinia. Oireettomille potilaille, joiden INR on yli 10, suositellaan antamaan pieni annos (1–2 mg) K-vitamiinia. K-vitamiinin antamista voi harkita, jos INR on 4,5–10 ilman vuoto-oireita. Jos varfariinista pidetään taukopäiviä liian korkean INR-arvon vuoksi, tulee INR-arvoja seurata aluksi tiuhaan, jopa päivittäin (1).

Mekaanisen tekoläpän saaneen potilaan verenohennushoidon keskeytys leikkauksen yhteydessä on tasapainottelua vuoto- ja tukosriskin välillä. Suositukset siltahoidon käytöstä mekaanisen tekoläpän saaneilla potilailla perustuvat asiantuntijasuosituksiin sekä ei-tekoläppäpotilailla tehtyihin tutkimuksiin ja ovat varsin yleisluonteisia. Niinpä sairaaloilla on usein omat ohjeensa verenohennuslääkityksen tautuksesta ja siltahoidosta.

Verenohennushoidon keskeytystä ei suositella pientoimenpiteiden tai -leikkausten yhteydessä (kuten hampaanpoisto, luomenpoisto tai kaihi-leikkaus), vaan ne voidaan tehdä INR:n ollessa hoitotavoitteessa tai hoitoalueen alarajalla (1, 7).

Eurooppalaisessa hoitosuosituksessa (ESC) siltahoitoa suositellaan kaikille potilaille, joilla on mekaaninen tekoläppä, mikäli verenohennushoito keskeytetään leikkauksen vuoksi (1). Amerikkalaisessa hoitosuosituksessa (AHA/ACC) siltahoitoa ei suositella, jos potilaalla on mekaaninen aorttatekoläppä ilman potilaskohtaisia tukosriskitekijöitä – käytännössä siis niille, joiden INR-tavoitteeksi on määritetty 2,5 – ja jos varfariini keskeytetään vain muutamiksi päiviksi. Muille suositellaan siltahoitoa (7).

ESC suosittaa tauottamaan varfariinin viisi vuorokautta ennen suurempia kirurgisia toimenpiteitä tavoitellen INR-arvoa < 1,5 (1). AHA/ACC suosittaa varfariinin keskeytystä 2–4 vuorokautta ennen leikkausta (7). Siltahoito aloitetaan pienimolekyylisellä hepariinilla hoitoannoksin, kun INR on alle hoitotavoitteen tai hoitoalueen alarajan, ja viimeinen annos annetaan 24 tuntia ennen leikkausta (1). Hepariini suositellaan aloittamaan 12–24 tuntia leikkauksen jälkeen ja varfariini ensimmäisenä leikkauksen jälkeisenä päivänä (1). Leikkauksen jälkeinen siltahoito ei kuitenkaan estänyt tromboembolisia tapahtumia plaseboon verrattuna satunnaistetussa monikeskustutkimuksessa, jossa oli 300 mekaanisen tekoläpän saanutta potilasta, joille kaikille varfariini aloitettiin uudelleen heti leikkauksen jälkeen (8). Esimerkiksi HUSin ohjeessa painotetaan, että toimenpide-  
lääkärin tulisi suunnitella antitromboottisen hoidon tautus ja

mahdollinen siltahoito varhain ja huolellisesti, tarvittaessa muita erikoisaloja konsultoiden. Yhtenä eroavaisuutena kansainvälisiin suosituksiin varfariini suositellaan aloittamaan vasta kohtienlähtövaiheessa.

## Mekaanisen tekoläpän ongelman tutkiminen

Läppäleikkauksen jälkitarkastuksen jälkeen mekaanisen tekoläpän saaneille potilaille suositellaan vuosittaista kliinistä kontrollia. Normaalisti toimiva mekaaninen tekoläppä ei vaadi rutiinomaista sydämen ultraääniseurantaa. Jos tekoläppään liittyviä oireita tai ongelmia ilmenee, on sydämen ultraäänikontrolli tarpeen. Koska rutiinomaista mekaanisten tekoläpien seurantaa ei ole, voi osa tekoläpän toimintahäiriöistä jäädä toteamatta.

Mekaanisen tekoläpän toimintahäiriön kliininen kuva voi vaihdella oireettomasta tromboemboliseen komplikaatioon tai kardiogeeniseen shokkiin. Toimintahäiriön taustasyyn selvittäminen on tärkeää, jotta osataan tehdä oikeat jatkohoitopäätökset. Yleisimmät syyt mekaanisen läpän toimintahäiriöön ovat läppää ahtaava trombi tai pannus, paravalvulaarivuoto ja endokardiitti. Diagnostiikassa suositellaan yhdistelemään monialaisesti eri kuvantamismenetelmistä saatua tietoa (9).

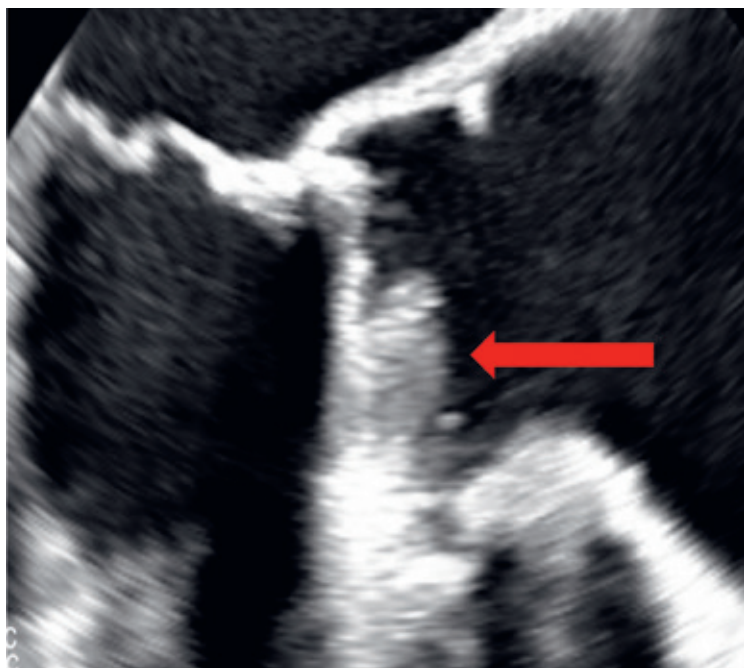
Rintakehän päältä suoritettava sydämen ultraäänitutkimus (TTE) on ensimmäinen tutkimus epäiltäessä mekaanisen tekoläpän ongelmaa ja arvioitaessa sen verenkierröllisiä vaikutuksia. Mitattavia suureita ovat mekaanisen tekoläpän virtausnopeus, gradientti, läppäproteesin ja ulosvirtauskanavan gradienttien suhde sekä tekoläpän pinta-ala – myös potilaan kokoon suhteutettuna (tehollinen pinta-ala). Lisäksi arvioidaan mahdolliset läppävuodot ja paravalvulaarivuodot. Korkea läppägradientti tai sen merkittävä nousu aiemmasta voi viitata tekoläpän ahtautumiseen. Kohonneena tekoläpän keskigradienttina on pidetty lukemaa > 15–20 mmHg aorttatekoläppässä ja > 5–7 mmHg mitraalitekoläppässä (10). Tekoläpän tehollisen pinta-alan määrittäminen sekä läppäproteesin ja ulosvirtauskanavan gradienttien suhteen mittaaminen (normaalisti > 0,35 aorttatekoläppälle ja > 0,45 mitraalitekoläppälle) auttaa tulosten tulkinnessa (10). Mittausarvojen tulkinnessa on huomioitava tekoläpän koko ja tyyppi, verenkiertoon vaikuttavat tekijät, kuten mahdollinen anemia, korkea verenpaine ja sydämen vajaatoiminta, sekä aiemmat mittausarvot.

Läpivalaisun avulla pystytään näkemään läppälehdykät ja niiden liike sekä mekaanisen tekoläpän avautumis- ja sulkeutumiskulmat. Toimintahäiriön taustasyyn ei luonnollisesti selviä, jos läpivalaisulöydös on poikkeava. Läpivalaisu on nopea ja helppo saatavilla oleva tutkimus, jos epäillään esimerkiksi mekaanisen tekoläppälehdyn jumiutumista.

Ruokatorven kautta tehtävä kaksi- ja kolmiulotteinen sydämen ultraäänitutkimus (TEE) on välttämätön tutkimus mekaanisen tekoläppäongelman diagnostiikan ja hoidon suunnittelun kannalta. Siinä voidaan esimerkiksi erottaa trombi ja mitata sen koko sekä todeta mahdolliset vegetaatiot (Kuva 3). Mekaaninen tekoläppä aiheuttaa kaikukattveta, ja sijaintinsa vuoksi mekaanisen aorttatekoläpän arviointi on TEE:llä hankalampaa kuin mekaanisen mitraalitekoläpän arviointi.

Tietokonekerroskuvausta (TT) käytetään apuna trombin ja pannuksen erottelussa. Alueet, jotka TEE-tutkimuksessa jäävät katveeseen, näkyvät TT:ssä paremmin. TT-kuvauksessa nähdään myös mekaanisen tekoläpän avautumisliike ja voidaan mitata mekaaniset tekoläpän avautumis- ja sulkeutumiskulmat.





KUVA 3. Mekaanisen aorttatekoläpän trombi TEE-tutkimuksessa (nuoli)

Meta-analyysin mukaan funktionaalinen TT ja TEE – etenkin kolmiulotteisina – löytävät luotettavimmin tekoläpän poikkeavia massoja, ja etenkin TT erottaa parhaiten trombin ja pannuksen toisistaan (9). Jodipitoinen varjoaine aiheuttaa kudoksessa tiheysmuutoksia, joita mitataan Hounsfieldin yksikön (HU) avulla. Tromboosilla on matalammat tiheysarvot kuin pannuksella. Tiheysarvoja on käytetty myös läppätromboosin trombolyysihoidon onnistumisen arvioinnissa, ja raja-arvona trombolyysihoidon onnistumisen todennäköisyydelle on pidetty trombimuutoksesta mitattua lukemaa  $< 90$  HU (11).

### Mekaanisen tekoläpän tromboosi ja tromboembolia

Mekaanisen tekoläpän tromboosi on harvinainen mutta vakava komplikaatio, johon liittyy merkittävä kuolleisuus ja komplikaatoriski hoitomenetelmästä riippumatta. Virtausolosuhteiden takia mekaanisen mitraalitekoläpän tromboosit ovat noin viisi kertaa yleisempiä kuin aorttatekoläpän. Oikean puolen mekaanisissa tekoläpissä tromboosiriski on kaikkein suurin.

Tuoreen tutkimuksen mukaan uusien kaksilehdykkäisten mekaanisten tekoläppien (On-X ja St Jude) läppätromboosien esiintyvyys oli mitraaliläpässä 0,5%/potilasvuosi ja aorttaläpässä 0,1%/potilasvuosi, ja tromboembolian riski on 0,5–0,6%/potilasvuosi (6).

Läppätromboosin syntyyn vaikuttavat verenvirtauksen hidastuminen, endoteelivaurio ja lisääntynyt hyytymistäipumus. Tekoläpän trombogeeninen vierasmateriaali aktivoi hyytymisjärjestelmää ja verihiutaleita. Verenvirtaus tekoläpän läpi poikkeaa fysiologisesta, ja paikoin verenvirtaus tekoläpässä hidastuu. Keinomateriaali altistaa tromboosille terveeseen normaaliin endoteeliin verrattuna. Tekoläpän endotelisaatio tapahtuu noin 3 kuukauden kuluessa läppäleikkauksesta. Läppätromboosin riski onkin suurentunut leikkauksen jälkeisinä kuukausina. Ei hoitotasolla oleva verenhennuslääkitys lisää luonnollisesti mekaanisen tekoläpän tromboosiriskiä.

Mekaanisen tekoläpän tromboosin hoitovaihtoehdot ovat verenhennushoidon tehostaminen, kirurgia tai trombolyyysi. Satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia ei mekaanisen tekoläpän tromboosin hoidosta ole, ja sarjat ovat varsin pieniä. Kirurgisesti hoidettujen potilaiden kuolleisuus on suuri (5–36% eri tutkimuksissa), ja toisaalta kiireelliseen kirurgiseen hoitoon ohjautuvat potilaat ovat kriittisesti sairaita (12). Trombolyyysihoitoon liittyy tromboembolian ja vuodon riski. Vanhemmissa tutkimuksissa liuotushoitoon on liittynyt noin 5–10%:n kuolleisuus. Liuotushoidon onnistuminen on vaihdellut eri tutkimuksissa noin 60:sta 90%:iin ja tromboemboliariski on ollut merkittävä ja suurempi kuin kirurgisessa hoidossa (3–15%) (12). Parhaat tulokset sekä tekoläppätromboosin onnistuneessa hoidossa (90%) että tromboembolisten komplikaatioiden minimoimisessa (1,7%) on saatu käyttämällä pieniannoksista liuotushoitoa kudosplassminogeenin aktivaattorilla (yleensä alteplaasilla) hitaana infuusiona (25 mg 24 tunnissa), tarvittaessa toistuvien annosten (12). Liuotushoito on tehokkainta ja turvallisinta potilaille, joiden trombikuorma on maltillinen ja jotka eivät ole vaikeaoireisia. Tutkimuksessa, jossa vertailtiin keskenään kirurgisen hoidon ja trombo-

lyysihoidon tuloksia obstruktiivisessa tekoläppätromboosissa, oli hitaana infuusiona toteutettavan liuotushoidon teho 90%; komplikaatioita oli selvästi vähemmän liuotushoidetuilla potilailla kuin leikatuilla potilailla, ja myös kolmen kuukauden kuolleisuus oli liuotushoidetuilla potilailla selvästi pienempi (2,4%) kuin kirurgisesti hoidetuilla potilailla (18,7%) (13).

ESC suosittelee välitöntä leikkaushoitoa, jos potilaalla on vasemmanpuoleisen mekaanisen tekoläpän tukkiva trombi ja hän on kriittisesti sairas. Trombolyyysiä suositellaan, jos välitöntä leikkausmahdollisuutta ei ole tai potilaan leikkausriski on suuri. Leikkaushoitoa suositellaan myös, jos ei-tukkiva tekoläppätrombi on kookas (yli 10 mm) ja potilaalla on tromboembolinen tapahtuma tai jos trombi ei häviä seurannassa verenhennushoidon tehostamisen myötä. Trombolyyysihoitoa suositellaan myös, jos trombi sijaitsee oikean puolen mekaanisessa tekoläpässä (1).

Amerikkalainen hoitosuositus eroaa eurooppalaisesta tekoläppätromboosin liuotushoidon suhteen. AHA/ACC suosittelee valitsemaan nopeasti yksilöllisesti joko pieniannoksisen hitaan trombolyyysihoidon tai päivystyskirurgian, mikäli potilaalla on oireinen tukkiva vasemman puolen mekaanisen tekoläpän tromboosi (7). Liuotushoitoa puoltavia tekijöitä ovat pienikokoinen trombi ( $< 0,8$  cm<sup>2</sup>), ensimmäinen läppätromboosi, korkea leikkausriski ja oireisuutta kuvaava NYHA-luokka 1–3 sekä se, ettei vasta-aihetta liuotushoidolle ole. Kirurgista hoitoa suositellaan, jos potilas on kriittisesti sairas (NYHA 3–4) ja trombi on kookas (7).

Mikäli potilas, jolla on mekaaninen tekoläppä, saa tromboembolisen tapahtuman INR:n ollessa hoitoalueella, suosittelee ESC lisäämään varfariinin oheen ASAn annoksella 75–100 mg ja amerikkalainen hoitosuositus joko lisäämään ASAn tai nostamaan INR-tavoitetta (2,5  $\rightarrow$  3,0 ja 3,0  $\rightarrow$  4,0) (1, 7). Käytännön hoidollisen haasteen muodostavat mekaanisen tekoläpän saaneet potilaat, jotka saavat tromboembolisena komplikaationa aivoinfarktin. Tällöin aivoinfarktin verenvuotoriski estää usein verenhennushoidon jatkamisen hoidon tehostuksesta puhu-



**TAULUKKO 1. Raja-arvoja PPM-diagnosiin: tekoläpän tehollinen pinta-ala suhteutettuna potilaan kokoon (mukailien viitettä 10). Taulukon arvot ovat kirjallisuudessa käytettyjä raja-arvoja.**

	Lievä tai ei kliinisesti merkittävä, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Kohtalainen, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	Vaikea, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Aorttapositio	> 0,85 (0,8–0,9)	≤ 0,85 (0,8–0,9)	≤ 0,65 (0,6–0,7)
Mitraalipositio	> 1,2 (1,2–1,3)	≤ 1,2 (1,2–1,3)	≤ 0,9 (0,9)

mattakaan. Tromboemboliariskiä voitaisiin mahdollisesti vähentää paremmalla suunnitelmallisuudella ja ennakkoinnilla tauotettaessa tekoläppäpotilaan verenohennuslääkitystä sekä antamalla potilaille selkeät ohjeet pienimolekyylisen hepariinin käyttöön INR:n laskiessa alle hoitotason.

### Pannus

Pannus on läppäproteesin ompelurenkaan seutuun vähitellen kasvavaa arpikudosta. Pannuksen muodostumiseen ei näytä liittyvän inflammaatiomekanismeja tai puutteita antikoagulaation toteutuksessa. Kasvava pannus ahtauttaa vähitellen läpän sisäänvirtausaukkoa ja saattaa haitata myös läppälehdysten liikettä. Tutkimusraporttien mukaan pannuksen kliiniset vaikutukset tulevat ilmi verraten myöhään läppäleikkauksen jälkeen. Vuotuinen pannuksen ilmaantuvuus on noin 0,25 %, ja se on kolminkertainen mitraaliläpässä verrattuna aorttaläpään. Raporttien mukaan pannuksen vuoksi suoritettujen uusintaleikkaukset ovat harvoin tapahtuneet alle 10 vuoden sisällä alkuperäisestä leikkauksesta, vaan tavallisimmin 20–30 vuoden aikajänteellä. Hemodynaamisesti merkittävän pannuksen 20 vuoden kumulatiivisen esiintyvyyden on raportoitu olevan 5 % mekaanisen aorttaläpän saaneilla potilailla (14). Tutkimuksissa nuori ikä, pieni proteesi ja reumaattinen läppäsairaus olivat pannuksen riskitekijöitä.

Tekoläpän pannuksen diagnoosi muodostuu monitekijäisesti. Tavallisesti TTE-tutkimuksessa havaitaan läppäaukon ahtautumisen merkinä kiihtynyt virtaus läppäaukossa. Jos läpän lehdykkiä on pannuksen vuoksi jäänyt auki-asentoon, voidaan ultraäänellä nähdä vuotosignaali läpän aukon kautta. Ruokatorven kautta tehtävässä ultraäänitutkimuksessa saatetaan nähdä tekoläpän sisäänvirtausaukon puolella kudoksen liikakasvua. Sydämen EKG-vaiheistetussa TT-kuvauksessa voidaan nähdä läppälehdysten liikelaajuuden muutos. Samoin tekoläpän sisäänvirtausaukon kudostuskasvu tulee näkyviin. TT-kuvauksessa pannuksen kudostiheys on tavallisimmin > 145 HU, kun taas vaihtoehtoisena diagnoosina olevan läppätromboosin kudostiheys on tavallisimmin < 90 HU (11).

Mekaanisen tekoläpän uusintatoimenpidettä harkitaan, jos läppäproteesiin kehittyvä vaikea oireinen ahtauma tai jos tekoläpän lehdykkiä jäykistyy liikkumattomaksi. Uusintaleikkauksen menetelmänä on kuvattu pelkästään pannuksen poisto alkuperäinen tekoläppä säästämällä, mutta usein tarvitaan tekoläpän vaihto uuteen. Potilaan iästä ja muista tekijöistä johtuen voidaan uusintaleikkauksessa harkita tekoläpän tyyppien vaihtamista bioläpäksi.

### Potilaan ja proteesin epäsuhta eli PPM

Normaalisti toimiva tekoläppä voi olla kooltaan ja teholliselta pinta-alaltaan potilaan kokoon suhteutettuna liian pieni, ja tällöin puhutaan potilaan ja proteesin epäsuhtasta (PPM, *patient-prothesis mismatch*). Se on todennäköinen diagnoosi silloin, kun tekoläppägradientti on koholla heti leikkauksen jälkeen, proteesi-aukon pinta-ala vastaa tehtaalla ilmoittamaa, tekoläppälehdysten avautumislake on normaali eikä TT-tutkimuksessa nähdä poikkeavia massoja. PPM heikentää potilaan ennustetta ja rajoittaa suorituskykyä etenkin, jos se johtaa sydämen vajaatoimintaan. PPM on kliinisesti merkittävämpi ongelma nuorille fyysisesti aktiivisille potilaille. Leikkauksessa on tärkeä pyrkiä valitsemaan kullekin potilaalle sopiva, teholliselta pinta-alaltaan riittävä tekoläppä. Tekoläpän tehollisen pinta-alan mittaaminen auttaa kliinisesti merkittävän PPM:n diagnosoinnissa (taulukko 1).

### Paravalvulaarivuoto

Paravalvulaarivuodolla (PVL) tarkoitetaan tilannetta, jossa veri pääsee virtaamaan ulosvirtauslokeroon puolelta takaisin sisäänvirtauslokeroon tekoläpän ja sen vieressä olevan kudoksen väliin muodostuneen kanavan kautta. Syynä tähän voi olla puutteellinen kirurginen tekniikka, kudoksen heikkous tai infektio. Joskus vaikeasti kalkkeutuneen läpän annulusen puhdistaminen kalkista voi altistaa läpän kiinnitysompeleen irtoamiselle ja paravalvulaarivuodon syntymiselle. PVL ilmenee useammin mitraaliläpän kuin aorttaläpän proteesin asennuksen yhteydessä, ja käytännön kokemuksen mukaan erityisen altis tilanne PVL:n muodostumiselle on, jos joudutaan asentamaan sekä mitraali- että aorttaläppäproteesi. Mekaanisen mitraaliläpän paravalvulaarivuotojen ilmaantuvuus lisääntyy ajan kuluessa: heti leikkauksen jälkeen se on ollut 2,2 % ja yli kymmenen vuoden seurannan jälkeen jopa 17 %. Merkittävän PVL:n esiintyvyys on ollut 3,7 % 10 vuoden seurannassa ja 10,4 % 25 vuoden seurannassa (3). Myöhäinen PVL sijaitsee mekaanisessa mitraaliläpässä useimmin kello kuuden kohdalla, kun mitraaliläppää katsotaan TEE-tutkimuksessa vasemman eteisen suunnasta (ns. kirurginen näkymä) (3).

PVL:n yhteydessä on oleellista poissulkea tekoläppäendokardiitti tarpeellisin tutkimuksin. PVL:n vaikeusasteen määrittely on vaikeaa ja vaatii usein erityisasiantuntemusta. Vuoto on luokiteltu lieväksi, jos se käsittää 10 % tekoläppäannulusen ympärystämistä, kohtalaiseksi jos vuodon laajuus on 10–29 % ja vaikeaksi jos osuus on yli 30 % tekoläppäannulusen ympärystämistä. Myös muita määreitä ja mitta-arvoja, kuten vuotoosuutta, käytetään paravalvulaarivuodon luokittelussa. Sydämen TT ja TEE antavat usein lisätietoa tilanteesta, ja ne ovat apuna mahdollista toimenpidesuunnittelua varten.



PVL voi aiheuttaa hemolyysiä ja tilavuuskuormituksen vuoksi sydämen vajaatoimintaoireita. Vaikea hemolyysi on usein seurausta merkittävästä paravalvulaarivuodosta. Lievää, harvoin kliinisesti merkityksellistä hemolyysiä esiintyy käytännössä lähes kaikilla potilailla, joilla on mekaaninen tekoläppä.

Lievän, oireettoman paravalvulaarivuodon hoidoksi riittää seuranta. Paravalvulaarivuodon toimenpidehoidon aiheena on pidetty vaikeaa, verensiirtoja vaativaa hemolyysiä ja tilavuuskuormituksesta johtuvaa oireisuutta. Toimenpidehoitona voidaan harkita leikkaushoitoa, jossa voidaan tekemateriaalein vahvistaa sydämen kudosta ja vaihtaa tekoläppä uuteen. Joskus paravalvulaarivuodon kanava voidaan tukkia verisuoniteitse asetettavalla tulpalla. Tekoläppäendokardiittiin liittyvä paravalvulaarivuoto vaatii usein kirurgista hoitoa.

## Tekoläppäendokardiitti

Tekoläppäendokardiitin ilmaantuvuus eri tutkimuksissa on ollut noin 0,5 % vuodessa riippumatta tekoläpän tyypistä. Noin 1–6 % tekoläppäpotilaista saa endokardiitin, ja noin 20 % endokardiiteista ilmenee tekoläppäpotilailla (15). Tekoläppäendokardiitit jaotellaan ilmenemisaikansa mukaan varhaisiin eli vuoden kuluessa leikkauksesta ilmeneviin sekä myöhäisiin. Varhaisen endokardiitin syynä on monesti tekoläpän kontaminaatio leikkauksessa tai infektion hematogeeninen leviäminen toisaalta elimistöstä. Tulehdus voi levitä läppäannuluksen ja ompelurenkaan välissä aiheuttaen läpänvierusabsessin, fistelin ja pseudoaneurysman. Myöhäisessä tekoläppäendokardiitissa tulehdusmuutokset, kuten vegetaatiot ja läppäperforaatiot, voivat sijaita tekoläppälehdyksissä. Erityispiirteensä tekoläppäendokardiitissa on PVL:n ilmeneminen. Jos tulehdus etenee laajalti tekoläpän kiinnityskudoksessa, voi tekoläppä irrota osittain.

Tekoläppäendokardiitti on diagnostinen haaste, johon liittyy huono ennuste. Sen oireet ovat pitkälti samanlaisia kuin natiiviläpän endokardiitissa. Diagnoosi perustuu pitkälti sydämen ultraäänilöydöksiin ja veriviljelyihin. Tekoläppäendokardiittiin liittyviä sydämen ultraäänilöydöksiä ovat vegetaatiot, paravalvulaarivuoto ja osittaisesta irtoamisesta johtuva tekoläpän poikkeava, keinuva liike. Keskeisenä kuvantamistutkimuksena on TEE-tutkimus. TEE-tutkimuksella ei pysty kuitenkaan varmuudella sulkemaan pois tekoläppäendokardiittia, jolloin suositellaan uusimaan TEE-tutkimus esimerkiksi 3–5 vuorokauden kuluttua, mikäli kliininen epäily endokardiitista on vahva. Sydämen tietokonetomografiaa käytetään herkästi apuna diagnostiikassa. Se voi antaa lisätietoa infektion laajuudesta, kuten mahdollisista märkäpesäkkeistä. Myös PET-TT:tä voidaan käyttää diagnostiikan apuna.

Bakteerien ja sienten aiheuttamaa tekoläppäendokardiittia hoidetaan antibiootein, ja kirurgisen hoidon indikaatiot noudattelevat samoja periaatteita kuin natiiviläpänkin endokardiitissa (15). Varhainen leikkaushoito on aiheen vasemman puolen tekoläppien endokardiitin hoidossa, mikäli potilaalla on sydämen vajaatoimintaan johtanut tekoläpän vaikea toimintahäiriö tai laaja-alainen infektio, kuten absessi tai fisteli. Varhaisen leikkauksen aiheita ovat myös mobiili, kookas (> 10 mm) vegetaatio tai embolisatio antibioottihoidon aikana. Leikkaukseen saatetaan joutua myös, jos käytetystä tehokkaasta antibioottihoidosta huolimatta veriviljelty säilyvät positiivisina yli viiden päivän ajan, infektio uusi pian hyvin toteutuneen antibiootti-

hoidon jälkeen tai taudinaiheuttajana on stafylococcus aureus, sieni tai muu resistentti mikro-organismi.

Tekoläppäendokardiitin estämiseksi läppäleikkaukseen tulevan potilaan mahdolliset tulehduspesäkkeet, mukaan lukien hammasjuuret, tulee selvittää ja hoitaa ennen toimenpidettä. Läppäleikkauksen jälkeen tulee noudattaa endokardiittiprofylaksiaohjeita ja hoitaa hampaat ja ilmenevät infektiot huolellisesti.

## Mekaaninen tekoläppä ja raskaus

Tekoläpän valinta fertiili-ikäiselle naiselle, jolla on raskaustoi-ve, on hankalaa. Raskaudenaikaisen verenohennushoidon haitat voivat kohdistua niin sikiöön kuin äitiinkin. Toisaalta biologiseen tekoläppään liittyy merkittävä rappeumariski, jota raskaus vielä kiihdyttää. Mekaanisen tekoläpän saaneen potilaan verenohennuslääkitys vaatii tarkkaa suunnittelua ennen raskautta, raskauden aikana ja synnytyksen yhteydessä. Varfariinihoitoa voidaan jatkaa läpi raskauden, mikäli varfariiniannos on pieni (alle 5 mg päivässä), ja siirryä ennen synnytystä pienimolekyyllisen hepariiniin (1). Jos päivittäinen varfariiniannos on yli 5 mg, suositellaan pienimolekyylliseen hepariiniin siirtymistä ensimmäisen raskauskolmanneksen aikana anti-FXa-tasoa tarkasti seuraten. Verenohennuslääkityksen hyvä toteutuminen raskauden aikana on tärkeää komplikaatioiden välttämiseksi. Raskauden seuranta ja hoito suositellaan keskittämään keskukseen, joissa on sydänpotilaiden raskauden hoitoon perehtynyt tiimi (1). ■

*Katri Aaltonen*

*LT, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus*

*Pasi Maaranen*

*Sydän- ja thoraxkirurgian erikoislääkäri  
Tays Sydänsairaala*

## Viitteet

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2022;43(7):561-632
2. Yu J, Qiao E, Wang W. Mechanical or biologic prostheses for mitral valve replacement: A systematic review and meta analysis. *Clin Cardiol* 2022;45:701-716
3. Uchino G, Murakami H, Mukohara N, ym. Very-long-term outcomes of mechanical valves in mitral position focusing on valve-related complications. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*, 2022, 35(2), ivac146
4. Korteland NM, Etnel JRG, Arabkhani B, ym. Mechanical aortic valve replacement in non-elderly adults: meta-analysis and microsimulation. *Eur Heart J* 2017;38:3370-3377
5. Misawa Y. Valve-related complications after mechanical heart valve implantation. *Surg Today* 2015;45:1205-1209
6. Jamieson WRE, Ely JL, Brink J. PROSE: Prospective Randomized Trial of the On-X Mechanical Prosthesis and the St Jude Medical Mechanical Prosthesis Evaluation Part 2: Study results—prostheses, positions, and economic development. *JTCVS* 2022;12:51-70



7. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, ym. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021; 143:72–e227
8. Kovacs MJ, Wells PS, Anderson DR, ym. Postoperative low molecular weight heparin bridging treatment for patients at high risk of arterial thromboembolism (PERIOP2): double blind randomised controlled trial. *BMJ* 2021;373:n1205
9. Kim JY, Suh YJ, Han K. Diagnostic Value of Advanced Imaging Modalities for the Detection and Differentiation of Prosthetic Valve Obstruction. A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Imag* 2019;12:2182-2192
10. Pibarot P, Dumesnil JG. Prosthetic heart valves: Selection of the optimal prosthesis and long-term management. *Circulation* 2009; 119: 1034–1048
11. Gündüz S, Özkan M, Kalçık M, ym. Sixty-Four–Section Cardiac Computed Tomography in Mechanical Prosthetic Heart Valve Dysfunction Thrombus or Pannus. *Circ Cardiovasc Imaging* 2015;8:e003246
12. Lim WY, Lloyd G, Bhattacharyya S. Mechanical and surgical bioprosthetic valve thrombosis. *Heart* 2017;103:1934–1941
13. Özkan M, Gündüz S, Güner A, ym. Thrombolysis or surgery in patients with obstructive mechanical valve thrombosis. The multicenter HATTUSHA study. *JACC* 2022;79:977-989
14. Choi JW, Hwang HY, Lee Y, ym. Incidence and Risk Factors of Pannus after Mechanical Aortic Valve Replacement. *Thorac Cardiovasc Surg* 2022;70(3):182-188
15. Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, ym. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. *European Heart Journal* 2015; 36: 3075–3123

#### Sidonnaisuudet

- Katri Aaltonen: ei sidonnaisuuksia.
- Pasi Maaranen: ei sidonnaisuuksia.

## Ilmoitus

# Elektiiviseen läppäoperaatioon menevän potilaan preoperatiiviset tutkimukset

Anu Turpeinen, dosentti, LT, kardiologian erikoislääkäri, Kys Sydänkeskus

Pekka Porela, dosentti, LT, kardiologian erikoislääkäri, Tyks Sydänkeskus

Otso Järvinen, dosentti, LT, thorax- ja verisuonikirurgian erikoislääkäri, Tays Sydänsairaala

## Tiivistelmä

Läppäoperaatioon menevän potilaan esitutkimuksilla pyritään takaamaan mahdollisimman hyvä sekä välitön että pitkäaikainen hoitotulos ja minimoimaan avosydänleikkauksen riskejä. Samalla halutaan optimoida resurssien käyttö ja välttää potilaalle mahdollisesti turhia tai haitallisia tutkimuksia. Sydämen transtorakaalinen ultraääni on tehty kaikille läppäleikkaukseen meneville. Lisäksi usein tarvitaan sydämen lisätutkimuksia, kuten invasiivinen angiografia, ruokatorviultraäänitutkimus, tietokonekuvaus, oikean puolen katetrisaatio, magneettikuvaus tai PET-kuvaus. Hampaat hoidetaan ennen läppätoimenpidettä. Tutkimusten valintaan vaikuttavat potilaan ikä ja terveydentila, hoidettava läppävika sekä suunnitellun leikkauksen laajuus ja kiireellisyys.

## Johdanto

Lähtökohtaisesti läppätoimenpiteeseen menevällä potilaalla on aina vaikea läppävika ja leikkaus- tai toimenpidekriteerit täyttyvät kansainvälisten hoitosuosituksen mukaan (1, 2). Jo poliklinikalla voidaan alustavasti arvioida läppävian luonnollista kulkua, potilaan oletettavissa olevaa elinajan ennustetta ja toimenpideriskiä. Potilasta on ehkä jo ehditty aikaisemmillä käynneillä alustavasti valmistella mahdollisesti tulevaan leikkaukseen tai katetritoimenpiteeseen, siten että potilas on käynyt säännöllisesti hammaslääkärissä ja lopettanut tupakoinnin tai hänet on ohjattu tarvittaessa ravitsemusterapeutille. Kun tarvittavat edeltävät tutkimukset on suoritettu, kardiologi, kirurgi ja tarvittaessa sydänanestesiologi tekevät päätöksen tulevasta toimenpiteestä ja sen laajuudesta. Joskus vielä tässä vaiheessa tulee tarve lisätutkimuksille tai konsultaatioille. Potilaan informointi ja hänen mielipiteensä huomioon ottaminen on joka vaiheessa tärkeää.

## Preoperatiivinen arvio ennen leikkauksen tuloa

### SYDÄN

#### Sepelvaltimot

Perinteisesti arvio on tehty invasiivisella angiografialla. Sitä suositellaan edelleen, mikäli potilaalla on riskitekijöitä tai systolinen vajaatoiminta, sekä yli 40-vuotiaalla miehillä ja postmenopausaalilla naisilla. Uusissa eurooppalaisissa suosituksissa myös sepelvaltimoiden tietokonekuvausta on pidetty suositteluna, jos sepelvaltimotaudin kliininen ennakkotodennäköisyys on pie-

ni. Ahtaumien arvioinnin merkittävyys on haastavaa erityisesti aorttastenoosia sairastavilla potilailla. Toisaalta TAVIn yhteydessä tiedetään, ettei kaventumien hoidosta ole juurikaan hyötyä (3, 4). Vastaavaa tutkimustietoa läppäleikkaukspotilailta ei ole.

#### Aortta ja kaulasuonet

Perinteisesti läppävian vuoksi tehtävä leikkaus on avosydänleikkaus, joka edellyttää sydän-keuhkokoneen eli perfuusion käyttöä. Potilaan leikkaukkeluonnon ja riskin arvioissa on tärkeää arvioida nousevan aortan kalkkisuus ja aortan pihditykseen liittyvät riskit. Mikäli nousevaa aorttaa epäillään kalkkeutuneeksi, kannattaa herkästi tehdä aortan tietokonekuvaus, jos aiempia kuvia ei ole käytössä. Samoin korkea ikä tai ASO-taudin kliiniset ilmentymät, kuten klaudikaatio tai todettu/hoidettu ateroskleroottinen sairaus, antavat myös syyn epäillä nousevan aortan kalkkisuutta. Monissa keskuksissa leikkaussalissa tehdään myös epiaortaalinen ultraääni ennen pihditystä. Joskus suunniteltu läppäleikkaus joudutaan muuttamaan katetritoimenpiteeksi nousevan aortan kalkkisuuden ja aivoverenkiertohäiriöriskin vuoksi. Mikäli potilaalla on tiedossa oleva tai epäilty merkittävä kaulasuonisairaus, tietokonekuvaus saadaan tieto myös mahdollisista kaulasuonistenooseista ja voidaan arvioida leikkauksriskiä sekä leikkaus- ja perfuusiotekniikkaa.

Kun aorttastenoosipotilaan hoitomuodon valinta on vielä avoin (TAVI/AVR), on koko aortan nivustasoon asti ulottuva EKG-tahdistettu tietokonekuvaus aiheellinen. Erityisesti nuorilla aorttavuotopotilailla nousevan aortan eri osien mitat on tutkittava tarkasti joko TT:llä tai MRI:llä.

#### Pulmonaalihypertonია

Mikäli on epäily merkittävästi koholla olevasta keuhkovaltimopaineesta tai potilaalle suunnitellaan trikuspidaaliläppätoimenpidettä, tehdään preoperatiivisesti oikean puolen katetrisaatio keuhkovaltimopaineiden ja keuhkovastuksen selvittämiseksi.

## KOMORBIDITEETIT

### Keuhkot ja tupakointi

Jos potilas tupakoi, hänellä on tiedossa oleva keuhkosairaus tai läppävian pääasiallinen oire on hengenahdistus, keuhkojen toimintakokeet tutkitaan ennen läppäoperaatiota. Mahdollinen uniapnea tulisi diagnosoida ja hoitaa ennen leikkausta.

Tupakointi lisää postoperatiivisia keuhko- ja infektiokomplikaatioita, ja se tulisi lopettaa viimeistään 2 kuukautta ennen leikkausta. Potilaan aktiivinen tukeminen on tärkeää.



## Hampaat

Läppäpotilas tulee ohjata säännölliseen hammashoitoon jo siinä vaiheessa, kun läppävika todetaan. Ennen läppätoimenpidettä pyydetään hammaslääkärin konsultaatio ja sen vaatimat tarvittavat jatkotutkimukset ja toimenpiteet. Suun infektiokokkeet tulisi olla saneerattu muutamaa viikkoa ennen leikkausta. Hampaista on huolehdittava myös leikkauksen jälkeen (1, 5, 6).

## Munuaiset ja maksa

Keskivaikea tai vaikea munuaisten vajaatoiminta lisää toimenpiteeseen tai leikkaukseen liittyviä infektiota-, vuoto- ja munuaiskomplikaatioita ja heikentää eloonjäämistä onnistuneenkin toimenpiteen jälkeen. Dialyysipotilaan leikkauksen ja toimenpiden riski on moninkertainen. Mahdollinen toimenpide kannattaa suunnitella hyvissä ajoin yhteistyössä sydänanestesiologin ja nefrologin kanssa.

Maksasairaus lisää potilaiden toimenpide- ja anestesia-riskiä. Mikäli potilaalla on Child-Pugh-luokan B tasoinen maksakirroosi, avosydänleikkaus on yleensä vasta-aiheinen.

## Diabetes, ylipaino ja aliravitsemus

Huonossa hoitotasapainossa oleva diabetes (HbA1c > 70 mmol/l) lisää infektiokomplikaatioita, ja diabetes täytyy saada tasapainoon ennen elektiiivistä leikkausta. Vaikea ylipaino puolestaan lisää ilmiöongelmia ja vaikuttaa postoperatiiviseen toipumiseen erityisesti keuhkojen kannalta. Aliravitsemus on luultua tavallisempi ongelma leikkauspotilailla, ja se tulisi saada hoidettua etukäteen.

## Gerastenia ja kognitio

Geriatría on käsitelty omana artikkelinaan tässä lehdessä.

## Muut löydökset

On varsin tavallista, että leikkausta edeltävissä kuvantamistutkimuksissa havaitaan sivulöydöksiä, jotka herättävät maligniteettiepäilyn tai vaativat muuten lisäselvittelyjä. Uusi anemia on tavallinen laboratoriokeolöydös, joka on selvittävä ennen isoa sydänleikkausta. Aorttastenoosipotilailla tavallinen anemian syy on suoliston angiodysplasiat (Heyden syndrooma), mutta muut syyt täytyy toki sulkea pois näilläkin potilailla (7).

## Preoperatiivinen arvio

### 2D- ja 3D-TEE

Etukäteistutkimusten tavoitteena on suunnitella tuleva leikkaus mahdollisimman hyvin etukäteen. Näin vältetään leikkaussalissa eteen tulevia yllätyksiä, joiden vuoksi leikkaus saattaa muuttua hyvin toisenlaiseksi kuin on suunniteltu. Joskus esiin tulee yllättäviä merkityksellisiä löydöksiä (esim. tiedossa olevan aorttaläppävian lisäksi merkittävä orgaaninen mitraalivuoto), ja tällöin kirurgi päättää viime kädessä leikkausstrategiasta ja toimenpiteiden laajuudesta. Erityisesti potilailla, joilla leikkausriski on jo iän tai sairauksien vuoksi korkea, preoperatiivisessa TEE-tutkimuksessa esiin tulevat uudet merkittävät löydökset ovat hyvin epätoivottuja ja etukäteistutkimusten merkitys korostuu.

Leikkaussalissa kaikille läppäpotilaille tehdään 2D- ja 3D-TEE-tutkimus. Jo tiedossa olevan leikattavan vian lisäksi arvioidaan koko sydämen ja kaikkien läppien rakenne ja toiminta. Kammioiden toiminta ja mahdolliset liikehäiriöt, aorttaläpän rakenne ja mahdollinen vuoto tai stenoosi, mitraaliläpän rakenne ja vuoto, trikuspidaaliläpän rakenne ja vuoto, eteisväliseinä, septumhypertrofia sekä eteisen tai kammion sisäiset muutokset ja tromboosit rekisteröidään ja kirjataan. Postperfuusiovaiheessa varmistetaan läppäproteesin normaali toiminta tai korjatun läpän hyvä plastiatus. Mahdolliset seinämaliikehäiriöt on tärkeä arvioida ja verrata niitä preperfuusiovaiheen tilanteeseen.

### Aorttaläppä

Etukäteen potilaille tehdyssä tietokone- tai magneettikuvauksessa nähdään aortan läpimitat, mahdolliset kalkit, mahdollinen koarktaatio jne. Leikkaussalissa arvioidaan aorttaläpän morfologia ja läppäpurjeiden lukumäärä. Aorttaläppävuotopotilailta tutkitaan vuodon aste, vuodon mekanismi ja läppäpurjeiden laatu, erityisesti jos mietitään korjausleikkausta proteesileikkauksen sijaan. Aorttaläpän korjausmahdollisuutta suunniteltaessa TEE on usein tarpeellinen, vaikka paikallisissa toimintatavoissa voi olla eroja. Aorttan tarkat läpimitat (annulus, sinus, sinotubulaarijunktio, tubulaarinen osa) mitataan. Aorttastenoosipotilailta arvioidaan stenoosin aste sekä läppäaukon pinta-ala.

### Mitraaliläppä

Mitraalivuotopotilaalle tulee tehdä preoperatiivinen TEE, jossa läpän morfologia, läpän patologia ja vuodon syntymekanismi arvioidaan yksityiskohtaisesti. Samalla viimeistellään leikkausstrategia ja plastiamahdollisuudet. Mitraalistennoosin sopivuus pallolla tehtävään plastiaan arvioidaan edeltävästi. Stenoosipotilaan mitraaliläpän ja annulusen kalkkisuuudesta on myös hyvä olla arvio. Nykyään mitraalistennoosipotilaalla käytännössä ainoa hoitovaihto on tekoäppä. Erityisesti mitraaliläppäpotilailla mutta muillakin tulee arvioida trikuspidaaliläpän vuodon aste (joka aliarvioiduu yleensä leikkaussalissa) ja annulusmitta. Nykykäsityksen mukaan kohtalainen–vaikea trikuspidaalivuoto kannattaa korjata mitraali- tai aorttaleikkauksen yhteydessä. Annulusmitan ylittäessä 40 mm tulee harkita trikuspidaaliplastiaa, vaikka läppävuoto olisi lieväkin (1, 8).

### Trikuspidaaliläppä

Läpän rakenne, morfologia ja plastiamahdollisuudet arvioidaan leikkaussalissa. Itsenäisen trikuspidaaliläpän vuodon arvioinnin suurimmat haasteet liittyvätkin leikkauksen ajoitukseen – se tulisi tehdä oikea-aikaisesti eikä saisi myöhästyä.

Trikuspidaalivuodon itsenäinen syy saattaa olla oikean kammion tahdistimen johto. Jo ennen leikkausta täytyy olla arvioituna johdon poistomahdollisuus ja uuden tahdistusmuodon valinta.



## Lopuksi

Läppäleikkaus tai katetri­läppätoimen­pide on aina suuri ja kal­lis toimen­pide, johon liittyy oma riskinsä. Hyvän tuloksen varmistamiseksi potilas täytyy arvioida tarkasti ja systemaattisesti ennen leikkaukseen lähettämistä. Läppätoimenpiteeseen valmistautuminen ja potilaan informoiminen alkaa useimmiten jo edeltävillä poliklinikkakäynneillä. Turhia tutkimuksia kannattaa välttää. Moniammatillinen yhteistyö auttaa erityisesti haastavien potilaiden kohdalla ja rajatapauksissa. ■

*Anu Turpeinen*

*Dosentti, LT, kardiologian erikoislääkäri  
Kys Sydänkeskus*

*Pekka Porela*

*Dosentti, LT, kardiologian erikoislääkäri  
Tyks Sydänkeskus*

*Otso Järvinen*

*Dosentti, LT, thorax- ja verisuonikirurgian erikoislääkäri  
Tays Sydänsairaala*

## Viitteet

1. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [published correction appears in Eur Heart J. 2022 Feb 18;]. Eur Heart J. 2022;43(7):561-632. doi:10.1093/eurheartj/ehab395
2. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, ym. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [published correction appears in Circulation. 2021 Feb 2;143(5):e228] [published correction appears in Circulation. 2021 Mar 9;143(10):e784]. Circulation. 2021;143(5):e35-e71. doi:10.1161/CIR.0000000000000932

3. Lateef N, Khan MS, Deo SV, ym. Meta-Analysis Comparing Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation With Versus Without Percutaneous Coronary Intervention. Am J Cardiol. 2019;124(11):1757-1764. doi:10.1016/j.amjcard.2019.08.024
4. Amat-Santos IJ, Blasco-Turrión S, Ferrero V, ym. PCI of bystander coronary artery lesions should be performed before TAVI: pros and cons. EuroIntervention. 2022;18(10):783-785. doi:10.4244/EIJ-E-22-00038
5. Smith MM, Barbara DW, Mauermann WJ, ym. Morbidity and mortality associated with dental extraction before cardiac operation. Ann Thorac Surg. 2014;97(3):838-844. doi:10.1016/j.athoracsur.2013.10.03
6. de Souza AF, Rocha AL, Castro WH, ym. Dental care before cardiac valve surgery: Is it important to prevent infective endocarditis?. Int J Cardiol Heart Vasc. 2016;12:57-62. Published 2016 Jul 7. doi:10.1016/j.ijcha.2016.07.001
7. Loscalzo J. From clinical observation to mechanism--Heyde's syndrome. N Engl J Med 2012;367:1954-6. doi: 10.1056/NEJMcibr1205363. PMID: 23150964.
8. Gammie JS, Chu, MWA, Falk V, ym. Concomitant Tricuspid Repair in Patients with Degenerative Mitral Regurgitation. New Engl J Med 2022; 386:327-339

## Sidonnaisuudet

- Anu Turpeinen: luentopalkkio (SKS).
- Pekka Porela: ei sidonnaisuuksia.
- Otso Järvinen: ei sidonnaisuuksia.

# Trikuspidaaliläpän vuoto – kuka hyötyy toimenpidehoidoista?

Suvi Tuohinen, LT, dosentti, kardiologian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Markku Kaarne, LL, sydän- ja thoraxkirurgian erikoislääkäri, HUS Sydän- ja keuhkokeskus

**TAULUKKO 1. Trikuspidaalivuodon etiologia ja kajoavan hoidon erityispiirteet**

	Erytispiirteet, hoidossa huomioitava	Ensisijainen hoitovaihtoehto
<b>Primaari trikuspidaaliläpän vuoto</b>		
<i>Synnynnäiset</i>		
Ebsteinin anomalia, trikuspidaaliläpän dysplasia (läppäpurjeiden sekä tukirakenteiden poikkeavuudet)		Korjaava kirurgia, tekoläppä
<i>Hankinnaiset</i>		
Endokardiitti		Kirurgia
Karsinoidi oireyhtymä	Voi uusia	Tekoläppä
Prolapsi, kordaruptuura		Korjaava kirurgia, klipsi
Sädehoidon, reumakuumeen tai endomyokardiaalisen fibroosin aiheuttama	Harvinainen trikuspidaaliläpässä	Tekoläppä
<i>Iatrogeeniset</i>		
Toimenpiteiden aiheuttamat läppävauriot (reikä, repeämä, kordavaurio)	Ei sovellu klipsi- eikä Cardioband-hoitoon	Korjaava kirurgia, tekoläppä
<b>Tahdistimesta johtuva trikuspidaaliläppävuoto</b>		
<i>Suora vaikutus</i>		
Valvulaarinen: painaa läppäpurjetta, adheesio, reikä, fibrotisoituminen	Johdon poisto aiheuttaa vaurioita, jos se on kiinnittynyt läppään tai subvalvulaarisiin rakenteisiin.	Kirurgia
Subvalvulaarinen: kiinnittyminen kordiin ja papillaarilihaksiin, papillalihasten transsektio		Joskus tarkoin valikoiduissa tapauksissa klipsi tai johdon poisto voi olla vaihtoehtona.
<i>Epäsuora vaikutus</i>		
Dyssynkronia		Synkronian palauttaminen
Vasemman puolen toimintahäiriön aiheuttama	Sekä dyssynkronia että trikuspidaaliläpän vuoto ovat ilmaantuneet tahdistimen asennuksen jälkeen.	tahdistinsysteemin päivittämisellä (HIS-tahdistus tai CRT).
<b>Sekundaarinen trikuspidaaliläpän vuoto</b>		
<i>Oikean kammion kuormitus</i>		
Vasemman kammion systolinen tai diastolinen vajaatoiminta	Perusvian hoito keskeistä. Toimenpideriski on kohonnut potilailla, joilla oikean kammion toiminta on alentunut ja pulmonaalipaine koholla.	Kirurgia vasemman puolen vian kirurgian yhteydessä. Kirurgia tai katetrihoimenpide valikoiduilla potilailla voi olla perusteltu. CRT, vajaatoimintatahdistin.
Aorttaläppävika tai mitraaliläppävika		
Pulmonaalihypertensio		
Keuhkovalimoläpän vika		
Oikean kammion vaurio (infarkti, kardiomyopatia, sarkoidoosi)		
<i>Oikean eteisen kuormitus</i>		
Eteisvärinä	Oikea eteinen ja annulus laajentuneet.	Klipsi, Cardioband.

## TAULUKKO 2. Oikean kammion toiminnan määrittely vaikeaa trikuspidaalivuotoa sairastavilla potilailla

	Normaali	Lievä toimintahäiriö	Kohtalainen toimintahäiriö	Vaikea toimintahäiriö
TAPSE (mm)	≥ 17	12–16	8–11	< 8
RVs' (cm/s)	≥ 10	8–10	6–8	< 5
RVFWS (%)	≥ 20	17–19	14–16	< 14
FAC (%)	≥ 35	30–34	25–29	< 25
3D RVEF (%)	≥ 45	40–45	35–40	< 35

TAPSE = tricupidal annular plane systolic excursion; RVs' = oikean kammion vapaan seinämän pulssikusDoppler systolinen nopeus; RVFWS = oikean kammion vapaan seinämän strain itseisarvona; FAC = fractional area change; 3D RVEF = oikean kammion ejektiofraktio kolmiulotteisista ultraäänikuvista. Mukaellen Rebecca Hahnin luentoa PCR Imaging Valves, Madrid 2023.

### Tiivistelmä

Vaikean läppävian hoitoa harkitaan, kun se kuormittaa sydäntä, aiheuttaa oireita tai sen hoidolla voidaan parantaa ennustetta. Kirurgisen trikuspidaaliläppäplastian tulokset ovat parantuneet, ja primaareissa vioissa leikkausindikaatiot ovat laajenemassa ja aikaistumassa. Iäkkäillä, monisairailta ja haurailla potilailla tilanne on toinen. Heillä kehittyvät usein merkittäviä pääte-elinvaurioita ennen kuin päästään diagnoosiin. Pääte-elinvauriot ja perussairaudet lisäävät toimenpidehoitoon liittyvää riskiä, vähentävät siitä saatavaa hyötyä ja voivat vaikuttaa toipumiskapasiteettiin toimenpiteen jälkeen. Onkin tärkeää arvioida kokonaisuus huolellisesti, jotta toimenpiteet osataan suunnata niistä hyötyville potilaille. Avokirurgia on myös heillä ensisijainen toimenpide, mutta leikkausriskin ollessa korkea voidaan harkita trikuspidaaliläppän katetritoimenpiteitä. Toimenpidehyöty on kuitenkin selkeä, kun se kohdennetaan oikein valikoiduille potilaille.

### Trikuspidaalivuodon syyt ja yleisyys

Lähes kaikilla on ultraäänitutkimuksessa havaittava trikuspidaaliläppän vuoto. Yleensä kyseessä on lievä, verenkierröllisesti merkityksetön vuoto. Vaikeaa vuotoa esiintyy noin 1 %:lla väestöstä, iäkkäillä ja tahdistinpotilailla enemmän (1, 2). Vaikea trikuspi-

daaliläppän vuoto voi johtua trikuspidaaliläppän rakenteellisista muutoksista (primaari vuoto), tahdistimesta, tai sen voivat aiheuttaa oikean kammion tai oikean eteisen geometriset muutokset tai kohonnut keuhkovaltimopaine (sekundaarinen vuoto; taulukko 1) (3). Vaikeista trikuspidaaliläppän vuodoista 80–90 % on sekundaarisia, ja niihin liittyy lähes poikkeuksetta annuluksen laajentuminen (4).

### Vaikea trikuspidaaliläppävuoto – etenevä tila, johon liittyy merkittäviä kuormitusmuutoksia muissa elimissä

Trikuspidaaliläppävuotoon liittyvät oireet ja sekundaarivaikutukset johtuvat eteenpäin virtaavan veren vähentyneestä iskutilavuudesta ja toisaalta lisääntyneestä taaksepäin pakkautuvasta verestä sekä siitä johtuvasta kohonneesta laskimopaineesta.

Primaarissa trikuspidaaliläppävuodossa oikea kammi ja eteinen laajenevat tilavuuskuorman vuoksi. Nuorilla oikea eteinen on hyvin muovautuva, ja heillä vaikeakin trikuspidaaliläppän vuoto on pitkään täysin oireeton. Oireisiksi he tulevat, kun keuhkovaltimopaine tai oikean kammion loppudiatolinen paine iän myötä kohoaa. Pitkään jatkuessaan oikeanpuoleisten lokeroiden laajentuminen etenee, ja oikean kammion toiminta voi hiipua (taulukko 2). Lisäksi oikean kammion kapasiteetti minuuttitilavuuden ylläpitämiseksi on rajallista. Tämä korostuu

	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3	Luokka 4	Luokka 5
<b>Trikuspidaaliläppä</b>					
Vuodon määrä*	2	2-3	3-4	3-5	4-5
Läppäpurjeiden väliin jäävä aukko	-	-	+	++	+++
Kinnauskorkeus	-	< 8 mm	< 8 mm	≥ 8 mm	> 8 mm
Annulus	normaali	±	+	++	+++
<b>Oikea kammi</b>					
Koko	normaali	±	+	++	+++
Toiminta	normaali	±	+	++	+++
<b>Pääte-elin vauriot</b>					
Maksan ja munuaisten toimintahäiriö, askites, turvotukset, suolistoturvotus, kakeksia	-	-	-	+	++
<b>Oireet</b>					
Huonontunut rasiituksen sieto, turvotukset jne.	-	-	epäspes.	vajaa-toimintaa	vaikeita oireita

-, ei poikkeavuutta. + - +++; kohtalainen – merkittävä – vaikea muutos. \* Trikuspidaaliläppä vuoto 1= lievä, 2= kohtalainen, 3= vaikea, 4= massiivinen, 5= ryöppyävä (torrential). Mukaellen Latib et al 2018.

KUVA 1. Vaikeaan sekundaariseen trikuspidaaliläppän vuotoon liittyvät kokonaisuudet jaettuna viiteen luokkaan muutosten vakavuuden mukaan (viite 5).



rasituksessa, ja potilaiden rasituksensieto onkin usein heikentynyt (2).

Oikeaan eteisen kohonneen paineen ja maksalaskimoihin asti tapahtuvan takaisinvirtauksen takia veri pakkautuu edelleen onttolaskimoiden kautta vatsan ja alaraajojen alueelle aiheuttaen niiden turvotuksen. Pitkään jatkuva turvotus vatsan elimissä johtaa maksan ja munuaisten toimintahäiriöön, ravinteiden vähentyneeseen imeytymiseen suolistossa ja askitekseen muodostumiseen.

Vaikeassa trikuspidaalivuodossa oikean kammion muutokset sekä pääte-elinvauriot ovat eteneviä. Trikuspidaaliläpän vuoto tulisikin arvioida systeemisenä kokonaisuutena. Muutosten laajuuden mukaan tämä kokonaisuus voidaan jakaa viiteen luokkaan (kuva 1) (5). Kun vaurio on edennyt luokkaan 5, on oikea kammio jo pahoin vaurioitunut ja potilaalla on pääte-elinvauriota, kuten kakeksiaa, maksan toimintahäiriö ja munuaisten vajaatoiminta. Tällöin oikean kammion vauriot ja pääte-elinmuutokset lisäävät oleellisesti toimenpiteisiin liittyvää riskiä eivätkä vauriot enää välttämättä palaudu toimenpiteen jälkeen. Potilaan selviäminen avosydänleikkauksesta on epävarmaa, ja joka tapauksessa siitä toipuminen kestää parhaimmillaankin pitkään. Myös katetritoimenpiteistä saatava hyöty jää marginaaliseksi. Loppuun palaneessa tilanteessa ei toimenpiteisiin tulekaan lähteä (6).

## Trikuspidaaliläpän kirurgia

Nykyisin suurin osa trikuspidaalivuodon kirurgiasta on korjaavaa läppäplastiaa. Ainoastaan silloin, kun läppä on laaja-alaisesti tuhoutunut endokardiitin, tahdistinelektrodin tai karsinoidisyndrooman takia, joudutaan se korvaamaan biologisella tekoläpällä. Endokardiittissakin läppä voidaan usein korjata myöhemmin, jos leikkausta ei tarvita akuutissa vaiheessa.

Trikuspidaaliläpän kirurgian merkittävin ongelma on ollut se, että vuotoon liittyvät pääte-elinvauriot ja oikean kammion toimintahäiriö ehtivät usein kehittyä ennen oikeaa diagnoosia ja toimenpidettä, koska potilaat ovat pitkään oireettomia (2). Erityisesti oikean kammion alentunut toiminta yhdessä korkean keuhkovaltimopaineen kanssa voi johtaa leikkauksen jälkeisiin verenkierröllisiin ongelmiin, pitkään toipumisjaksoon ja pahimmillaan menehtymiseen. Ennen toimenpidettä vaikea trikuspidaaliläpän vuoto vähentää oikean kammion työtä suuren verimäärän paetessa systolessa kohti matalapaineisempaa oikeaa eteistä. Oikean kammion kykyä selviytyä lisääntyneestä kuormastaan trikuspidaalivuodon eliminoitumisen jälkeen voidaan arvioida laskemalla nk. *RV-PA coupling*. Se saadaan jakamalla oikean kammion pitkittäissupistuvuus (TAPSE) systolisella invasiivisella keuhkovaltimopaineella. Arvot alle 0,31 mm/mmHg ennustavat lisääntyneitä kuolleisuutta leikkauksen jälkeen (7).

Perinteiset riskilaskurit eivät kuvasta trikuspidaaliläpän kirurgiaan liittyviä riskejä, koska niitä ei ole suunniteltu siihen liittyvään riskiarviointiin. Uusista riskilaskureista yksinkertainen kliininen riskilaskuri (CRC, *clinical risk score*) on validoitu yli 50 000 trikuspidaalikirurgian läpikäyneellä potilaalla, ja se arvioi yhden vuoden kuolleisuutta leikkauksen jälkeen (8). Kesällä 2021 julkaistiin myös verkkopohjainen TriScore ennustamaan leikkauksen jälkeistä sairaalakuolleisuutta (9). Kuitenkin on selvää, että kirurgia ennen oikean kammion toimintahäiriön kehittymistä ja liitännäisvaurioiden ilmaantumista vähentäisi leikkaukseen liittyvää kuolleisuutta ja postoperatiivisia on-

gelmia (10). Tämä puoltaa vaikean trikuspidaaliläpän vuodon varhaisempaa toimenpidettä (11).

## Trikuspidaaliläpän kirurgia vasemmanpuoleisen läppäkirurgian yhteydessä

Sydämen vasemman puolen kirurgiassa (useimmiten mitraalikirurgia) potilaat hyötyvät trikuspidaaliläpän kirurgiasta, jos vuoto on ennen leikkausta vähintään keskivaikea, mutta leikkausta tulisi harkita myös lievässä–keskivaikeassa vuodossa, jos trikuspidaaliantennus on laajentunut (12). Toimenpiteeksi riittää useimmiten annuloplastiarengas. Jos anterosuperiorisessa purjeessa on halkio, sen sulkua kannattaa liittää toimenpiteeseen.

Samanaikaista leikkausta perustellaan varsinkin sillä, että vaikean trikuspidaaliläpän vuodon vuoksi tehdyssä uusintaleikkauksessa kuolleisuus on korkeampi (10). Vasemmanpuoleisen läppäleikkauksen jälkeen ilmaantuvan trikuspidaalivuodon mekanismi on jäänyt epäselväksi. Tuoreessa satunnaistetussa tutkimuksessa mitraalikirurgian yhteydessä tehdystä profylaktisesta annuloplastiasta korkeintaan lievässä trikuspidaaliläppävuodossa ei voitu osoittaa olevan hyötyä oireiden, ennusteen tai elämänlaadun kannalta. Lisäksi vain 6%:lla niistä, joille ei tehty annuloplastiaa, trikuspidaaliläpän vuoto paheni lyhyessä seurannassa (13). Yksittäisissä aikaisemmissa seurantatutkimuksissa todettua mitraalikirurgian jälkeistä, lievän trikuspidaalivuodon usein ilmaantuvaa pahenemista tai tutkimuksista johdettua hypoteesia trikuspidaaliantennuksen progressiivisesta laajentumisesta leikkauksen jälkeen ei ole uusissa tutkimuksissa pystytty vahvistamaan (14, 15).

## Isoloitu primaari trikuspidaaliläpän vuoto

Primaarisissa trikuspidaaliläpän vuodoissa ollaan läppäplastioiden tulosten parantuessa siirtymässä myös keskivaikean primaarin trikuspidaalivuodon kirurgiseen hoitoon etenkin oireisilla potilailla ja vaikeassa vuodossa myös oireettomilla (2).

Ebsteinin anomalian, kuten muidenkin primaarien trikuspidaalivikojen, kirurgisen hoidon indikaatioina on perinteisesti pidetty vaikeaa vuotoa ja oireisuutta tai desaturatiota (vaikeassa vuodossa oikean eteisen paine vasemman eteisen painetta korkeampi, jolloin PFO:n/ASD:n läpi tapahtuu oikeavasen-oikovirtausta). Tällä indikaatiolla potilaat tulivat varsin myöhään leikkaushoitoon, jolloin oikean kammion toiminta oli usein jo kärsinyt. Ebsteinin anomaliassa on viimeisten reilun 10 vuoden aikana siirrytty käytännössä pelkästään nk. kartioplastiaan (*cone plasty*). Sen myötä trikuspidaaliläpästä saadaan miltei aina käytännössä pitävä eikä tekoläppään tarvitse turvautua. Koska Ebsteinin anomaliaan liittyy lähes aina jonkinasteinen oikean kammion toimintahäiriö, on sen hoidossa siirrytty yhä aikaisemmin (kouluiässä tai varhaisaikuisuudessa) tapahtuvaan kirurgiseen hoitoon potilailla, joilla on oireita tai vähintään keskivaikea läppävuoto. Seurantatutkimukset näyttävät, hyötyvätkö aikaisesta korjauksesta ja kasvun mahdollisesti korjaavasta vaikutuksesta oikeaan kammioon myös ne potilaat, joilla läppävuoto on lievä.

Muissakin primaareissa trikuspidaalivuodoissa kirurgisesta hoidosta hyötynevät vaikeasta läppävuodosta kärsivien lisäksi myös ne, joilla läppävuoto on keskivaikea (2). Niin kutsutuissa trikuspidaaliläpän dysplasioissa läppäplastia voi olla haastavaa vähäisen purjemateriaalin vuoksi, samoin kuin endokardiitin jälkitiloissa sekä tahdistinelektrodien aiheuttamassa trikuspidaalivuodossa. Tällöin voidaan käyttää annuloplastiarengaan

**KUVA 2.** Trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteiden vaikutus potilaan oireisiin Husissa. Ennen toimenpidettä 93 % potilaista kärsi NYHA 3–4 -tasoisista oireista. Toimenpiteen jälkeen 80 %:lla potilaista oirekuva helpottui ja 80 %:lla oirekuva oli korkeintaan NYHA 2 -tasoisista.

lisäksi läpän bikuspidisaatiota tai läppäpurjeen paikkaamista perikardium-paikkalapulla.

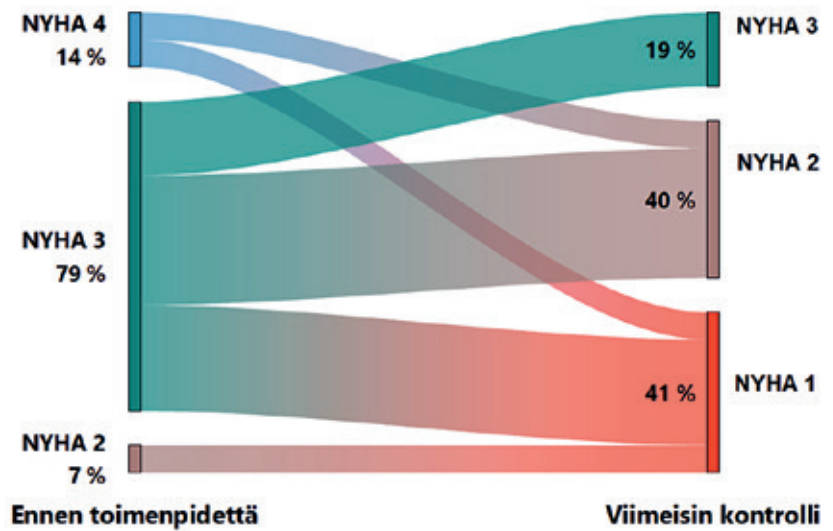
### Isoloitu sekundaarinen trikuspidaaliläpän vuoto

Hoitosuosituksen mukaan isoloidun sekundaarisen trikuspidaaliläpän vuodon kirurgisen hoidon indikaatioina ovat vaikea vuoto ja potilaan oireisuus tai oikean kammion laajentuminen (12). Leikkaus on ensisijainen kajoava toimenpide, kun leikkauriski ei ole liian korkea. Vaikean trikuspidaaliläppävuodon painottuessa yli 70-vuotiaisiin potilaisiin huomattavalla osalla potilaista on muita liitännäissairauksia, heikentynyt toimintakyky ja vähentyneet edellytykset toipua leikkauksesta. Osalle heistä vaihtoehtona voi olla trikuspidaaliläpän katetritoimenpide (12).

### Trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteet

Erilaisia trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteitä on tehty noin 10 vuoden ajan. Toimenpidetyypistä riippumatta neljä potilasta vii-

### Muutos NYHA-luokassa TriClip-toimenpiteen jälkeen (HUS 2023)



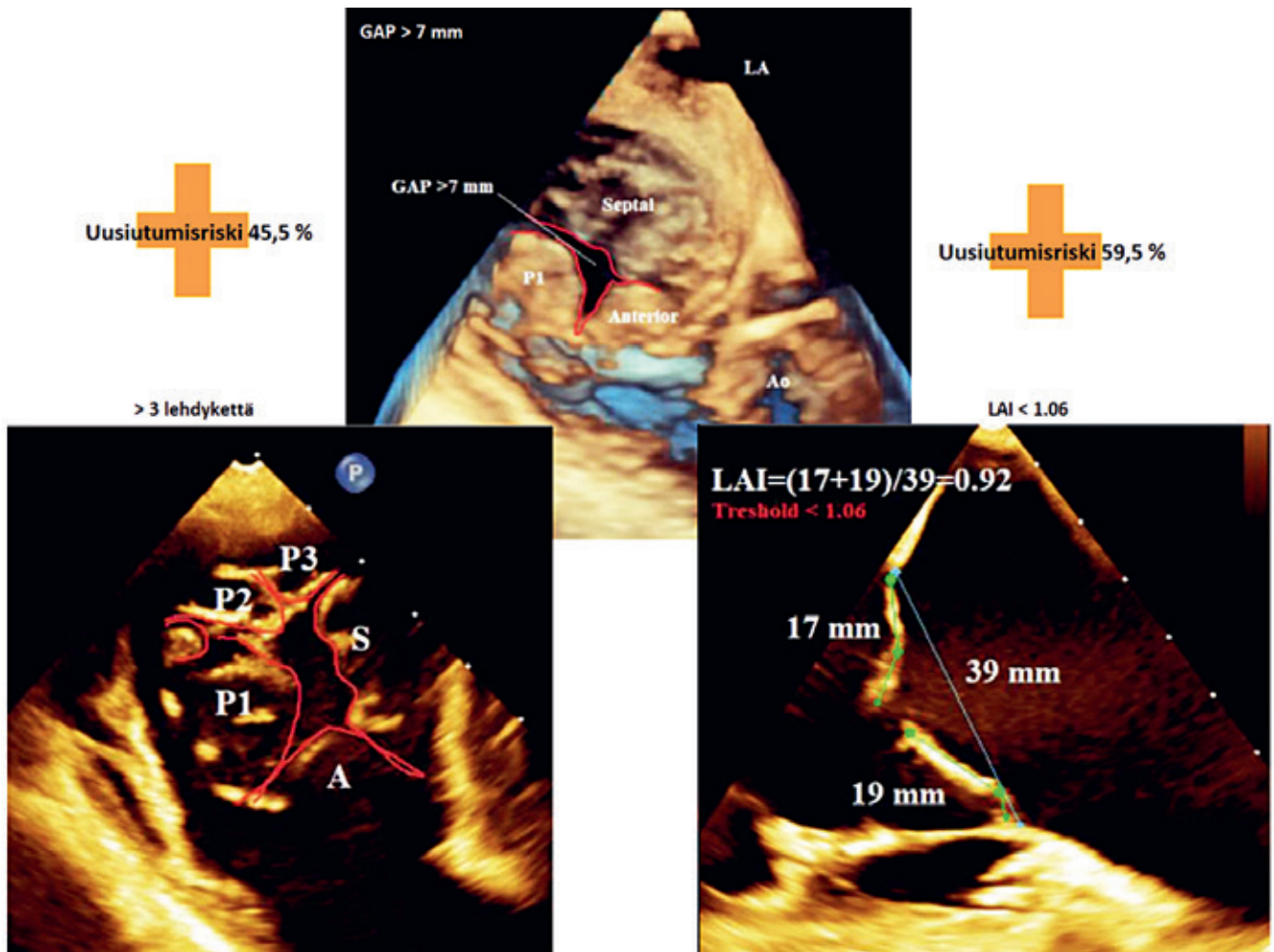
destä on saanut erinomaisen oirelievityksen, ja tämä vastaa myös omia kokemuksiamme (kuva 2) (16-20). Hiljattain julkaistussa ensimmäisessä satunnaistetussa tutkimuksessa potilaiden todettiin hyötyvän TriClip-toimenpiteestä verrattuna lääkehoitoon (21). Triluminate Pivotal -tutkimuksen keskeisimmät tiedot ovat nähtävissä kuvassa 3. Katetritoimenpiteissä toimenpidehyöty on saatu myös niillä potilasryhmillä, joilla keuhkovaltimopaine on koholla ja oikean kammion toiminta on alkanut hiipua (22).

### TRILUMINATE PIVOTAL TUTKIMUS (viite 21)

	Tutkimusasetelma	Tulokset	Heikkoudet
Tutkimusmalli	Satunnaistettu monikeskustutkimus		
Potilaat	700 potilasta, jolla on vaikea trikuspidaaliläpän vuoto lääkehoidosta huolimatta. Korkea kirurginen riski.	350 potilasta.	Tutkimukseen on valikoitunut terveempiä potilaita, eivät edusta tavanomaista trikuspidaalipopulaatiota.
Aika	Oletettu tutkimuksen kesto: joulukuu 2028 saakka.	Julkaistu maaliskuussa 2023.	Tutkimus on aloitettu aika-kaudella, jolloin kokemus ja välineet ovat olleet huonommat kuin nykyään.
Tutkimuskysymys	Vertailee lääkkeellistä hoitoa ja TriClip-toimenpiteitä, seuranta 1 vuotta	175 potilasta satunnaistettu lääkehoitoon ja 175 potilasta satunnaistettu TriClip hoitoon, seuranta 1 v	Potilaiden lääkehoidon kriteeri on 'stabiili', ei 'optimoitu'. Lisäksi TriClip ryhmässä diureettihoidoa on vähennetty huomattavasti toimenpiteen jälkeen.
Primaarinen päätetapahtuma	Hierarkinen yhdistelmäpäätetapahtuma (elämänlaatuasteet, kokonaiskuolleisuus, vajaatoimintahoitajaksot)	Voittosuhte TriClip toimenpiteen puolesta oli 1,48 (p=0,02).	
Muut tulokset		30 päivän haittatapahtumat 1,7 % TriClip toimenpiteessä. Kuolleisuus ja vajaatoimintahoitajaksot olivat oletettua vähäisemmät TriClip ryhmässä 9 % ja 14 % Lääkehoitoryhmässä 8 % ja 11 %	Tutkimuksella ei ole tarpeellista voimaa kuolleisuuden ja sairaalahoitajaksosten arvioimiseksi.

**KUVA 3.** Triluminate Pivotal-tutkimuksen oleelliset taustatiedot ja tulokset.





**KUVA 4.** Trikuspidaalivuodon uusiutumisen riski klipsauksen jälkeen. Pitkä välimatka klipsattavien lehdykkeiden välillä (ylin kuva) yhdessä yli 3 lehdykkeiden (vasemmalla alhaalla) tai alentuneen läppäkudus-annulus-suhteen (oikealla alhaalla) kanssa ennustaa lisääntyneitä merkittävää uusintavuodon kehittymisen riskiä (viitteet 25 ja 26).

Sen sijaan munuaisten toimintahäiriö ja toimenpiteen tekninen epäonnistuminen lisäävät toimenpiteen jälkeisiä ongelmia (22).

Trikuspidaalitoimenpideharkintaan tulevan potilaan arvio on kuitenkin tärkeää tehdä huolella ja kattavasti. Trikuspidaalivuodon ja sen seurannaisvaikutusten sekä muiden sydänvikojen lisäksi arvioidaan hoidon tavoite, potilaan toimintakyky ja edellytykset toipua toimenpiteestä sekä muihin sairauksiin liittyvä oireilu ja ennuste.

#### Hoidon tavoite

Trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteiden ensisijainen hoidon tavoite on vähentää läppävikaan liittyviä vaikeita oireita ja tukea hyvää, laadukasta kotona pärjäämistä, vaikkakin yksittäisissä tutkimuksissa on ollut viitteitä siitä, että myös sairaalahoidon määrään ja jopa kuolleisuuteen voidaan vaikuttaa (23). Hoitorefraktarisilla potilailla hyvä hoidon vaste on saavutettu, kun potilas pärjää kotona lääkkeellisellä hoidolla, vaikka nestekertymää edelleen esiintyisi. Joskus potilaan oma tavoite voi olla esimerkiksi päästä eroon eteisvärinästä tai diureeteista, joihin katetritoimenpiteillä ei päästä eikä pyritä. Tuolloin on erityisen tärkeää keskustella toimenpiteestä potilaan ja omaisten kanssa vääринymmärrysten välttämiseksi. Meilahden vuoden 2023 Heart Team -linjauksen mukaan trikuspidaaliläpän

katetritoimenpiteitä voidaan harkita niillä potilailla, joilla oiretaso on luokkaa NYHA 3–4 optimaalisesta lääkähoidosta huolimatta, jotka eivät ole leikkaushoidon piirissä ja joilla on kapasiteettia toipua toimenpiteestä. Lievemällä oirekuvalla kotona pärjääminen on yleensä mahdollista konservatiivisella hoidolla.

#### Muut liittännäissairaudet

Kajoaviin hoitoihin ei lähdetä, jos potilaan ennuste on rajoittunut alle vuoteen. Huomattavasti useammin joudutaan kuitenkin miettimään, mikä on kunkin sairauden osuus potilaan oireisiin ja toimintakyvyn alenemaan. Oman kokemuksemme mukaan suurimmalla osalla niistä potilaista, jotka jäävät oireisiksi anatomisesti onnistuneen trikuspidaaliläppävuototoimenpiteen jälkeen, oireet jatkuvat taustalla olevista muista liittännäissairauksista johtuen. Potilaiden seulonta käsittääkin kattavan reper-tuaarin eri selvittelyitä, mutta niistä huolimatta on joskus mahdotonta ennustaa toimenpiteestä lopulta saatavaa oirehyötyä.

#### Toimintakyky ja edellytykset toipua toimenpiteestä

Iän myötä potilaiden raihnaisuus ja hauraus lisääntyvät, ja reservi pienestäkin toimenpiteestä toipumiseen voi olla vähäinen. Vieras ympäristö ja nukutus voivat laukaista sekavuustilan, ja komplikaatioiden jälkihoito voi johtaa pitkittyneeseen sairaala-

hoitoon ja lopulta pysyvään laitoshoitoon. Geriatrilla onkin tärkeä rooli potilaiden kokonaisuuden arvioinnissa, ja lisäksi arvioinnissa käytetään erilaisia fyysisen suorituskyvyn mittareita, kuten ylösnousua ja kävelytestejä. Maailmalla on käytössä myös vuoden kuolleisuutta ennustavia laskureita sekundaarista vaikeaa trikuspidaaliläpän vuotoa sairastaville (24). Toistaiseksi on kuitenkin epäselvää, mikä tällaisen laskurin asema on näiden potilaiden arviointiprosessissa.

### Trikuspidaaliläpän klipsaus

Klipsihoito on yleisin trikuspidaaliläpän katetritoimenpide. Trikuspidaaliläpän klipsauksia on tehty tuhansille potilaille maailmanlaajuisesti: ensimmäisinä aloittaneilla keskuksilla on lähes 10 vuoden kokemus trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteistä. Vuonna 2018 uranuurtajien ryhmä julkaisi koosteen ominaisuuksista, jotka ennakoivat toimenpiteen teknistä onnistumista ja toimenpiteen haastetasoa (25). Optimaalista toimenpidetuloista voidaan odottaa, jos ruokatorviultraäänitutkimuksessa on erinomainen näkyvyys, tiellä ei ole tahdistinjohtoa ja vuoto tulee kolmipurjeisen läppäsystemin keskeltä. Sen sijaan useampiliuskainen trikuspidaaliläppä, laidoilta tuleva vuoto ja huono ruokatorviultraääninäkyvyys ennakoivat haasteellisempaa toimenpidettä.

Sittemmin on käynyt ilmeiseksi, että muutkin tekijät kuin toimenpiteen teknisen suorittamisen helppous ennakoivat lop-

putulosta pidemmällä tähtäimellä. Sugiura ym. ja Tanaka ym. ovat osoittaneet, että läppälehdyköiden yli 7 mm:n etäisyys toistaan, useampi kuin kolme läppälehdykkää sekä läppälehdyköiden niukka koko suhteessa annuluksen kokoon ennakoivat merkittävän uusintavuodon kehittymistä jopa yli puolella potilaista (kuva 4) (26, 27). Huomioiden, että niin oire- kuin ennustehyötykin on saavutettavissa vain niillä potilailla, joilla toimenpiteen anatominen tulos on hyvä, tulee trikuspidaaliläpän anatomian arviointi yhä tarkentumaan jatkossa.

### Muut trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteet

Trikuspidaaliläpän anatomia on keskeisessä asemassa soveltuvaa katetritoimenpidettä valittaessa (6). Trikuspidaaliläpän klipsaus on yleisin trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteistä ja siihen liittyvien vähäisten toimenpideriskien vuoksi myös ensisijainen. Joskus kuitenkin trikuspidaaliläpän anatomia tai myöhemmin mahdollisesti tulevat toimenpiteet (esimerkiksi Micra-laitteen toistuvat asennukset) voivat puoltaa muita trikuspidaaliläpän katetritoimenpiteitä.

Trikuspidaaliläpän klipsauksen lisäksi Suomessa on mahdollista harkita katetrilla asennettavaa annulusrengasta (Cardio-band) tai katetriläppää (kuva 5). Lisäksi joskus voidaan harkita tahdistintoimenpidettä. Näihin kaikkiin liittyy kuitenkin omat anatomiset edellytyksensä sekä mahdollisia ongelmia – ja toisaalta etuja. Cardioband-toimenpiteeseen ja katetriläppiin liit-

	Kirurgia	Klipsaus	Cardioband	Katetriläppä
<b>Toimenpide-indikaatio</b>	<b>A</b> Vähintään moderaatti vuoto, trikuspidaaliantulus $\geq 40$ mm tai $\geq 21$ mm/m <sup>2</sup> * <b>B</b> Oireinen tai oikean kammion laajeneminen *	NYHA 3–4 hyvästä lääkehoidosta huolimatta potilailla, jotka eivät ole leikkauksikandidaatteja		
<b>Soveltuu</b>	Nuori > vanhus, leikkauksesta toipuminen todennäköistä	Anatomia soveltuu klipsaukseen	Anatomia ei sovellu klipsaukseen	Anatomia ei sovellu klipsaukseen eikä Cardioband-toimenpiteeseen
<b>Harkittava tarkkaan, kohottaa riskiä</b>	Keuhkovaltimopaineen nousu Oikean kammion toimintahäiriö Luokka 4**	Oikean kammion toimintahäiriöluokka 4**		
		Anatomia, joka voi altistaa vuodon uusimiselle Tuleva tarve tahdistimelle tai biopsioille	Komplikaatiofrekvenssi $\approx 5\%$ ; kestääkö potilas?	Läpän kestävyys? – ei nuorille potilaille
<b>Vasta-aihe</b>	Luokka 5**			
	Elinajanodote < 1 v, vaikea toimintakykyä alentava perussairaus (esim. syöpä, vaikea dementia)			
	Merkittävästi kohonnut leikkauriski muusta syystä	Aktiivinen endokardiitti		
		Reikä		RV-PA < 0,31 mm/mmHg
	Merkittävästi alentunut toipumisennuste	Vaikea läppäpurjeiden restiktio		Ei siedä antikoagulaatiota
Potilas ei halua leikkaukseen	Erittäin laaja väli lehdyköiden välillä	Anatomia ei sovellu (CT)	Anatomia ei sovellu (CT)	

\*A Potilaalle tehdään myös mitraali- tai aorttaläpän leikkaus. B Potilaalle tehdään isoitu trikuspidaaliläpän leikkaus. \*\*Luokka 3–5, ks. kuva 2. CT = tietokoneviipalekuvaus. RV-PA = oikean kammion toiminnan ja pulmonaalipaineen välinen suhde.

KUVA 5. Vaikean trikuspidaalivuodon kajoavien toimenpiteiden indikaatio, kontraindikaatiot ja huomiotavat seikat.



tyvien anatomisten edellytysten kartoittamiseen käytetään myös tietokonetomografiatutkimusta. Cardioband-toimenpiteeseen voi liittyä pienten ruuvien osumista perikardiumiin, johtoratoihin tai oikeaan sepelvaltimoon (18). Katettiläppiin voi liittyä tromboositoimisen riski, minkä vuoksi potilaan tulee sietää antikoagulaatiohoitoa (19). Lisäksi katettiläppiin liittyy pitkällä aikavälillä läpän degeneraation mahdollisuus. Vaikka Cardiobandiin ja katettiläppiin liittyy klipsausta enemmän komplikaatiota, valikoiduille potilaille ne ovat kuitenkin hyvä vaihtoehto.

## Lopuksi

Kuka hyötty trikuspidaaliläpän toimenpitehoidosta? Valtaosa hyötty trikuspidaaliläpän kajoavasta toimenpiteestä indikaatioiden ollessa oikeat. Sydämen vasemman puolen kirurgian yhteydessä vähintään keskivaikkea trikuspidaalivuoto kannattaa korjata – sen sijaan pelkästään laajentuneeseen annulukseen puuttuminen ei nykytiedon valossa ole perusteltua. Todennäköisimmin primaarin trikuspidaaliläpän vuodon kirurgiasta hyötyvät myös ne potilaat, joilla on nykyisiä hoitosuosituksia lievempi eli kohtalainen vuoto. Trikuspidaaliläppävuodon katetritoimenpiteistä julkaistujen raporttien ja omien kokemustemme perusteella 80 %:lla potilaista NYHA-luokka paranee, elämänlaadun pisteet kohoavat ja kuuden minuutin kävelymatka pitenee.

Kaikkiaan kyse on enemmän siitä, mitkä tekijät ovat esteenä toimenpitehdydän saavuttamiselle. Tällaisia ovat tilanteet, joissa muut sairaudet tai vaikeat pääte-elinvauriot rajoittavat potilaan ennustetta ja toipumiskapasiteettia tai vaikeat oireet tulevat niiden vuoksi jatkumaan onnistuneesta trikuspidaaliläpän toimenpiteestä huolimatta. Kynnyksen toimenpiteen harkitsemiseen ei kuitenkaan pitäisi olla liian korkea, koska onnistuneen hoidon vaikutukset sairaalahoitajaksoihin, potilaan toimintakykyyn ja vointiin ovat usein erinomaiset ja toisaalta kajoavan toimenpiteen lykkääminen johtaa oikean kammion toimintahäiriön ja pääte-elin vaurioiden etenemiseen (4, 11). ■

Suvi Tuohinen

LT, dosentti, kardiologian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

Markku Kaarne

LL, sydän- ja thoraxkirurgian erikoislääkäri  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

## Viitteet

1. Topilsky Y, Maltas S, Medina Inojosa J, ym. Burden of Tricuspid Regurgitation in Patients Diagnosed in the Community Setting. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(3):433-42.
2. Antunes MJ, Rodriguez-Palomares J, Prendergast B, ym. Management of tricuspid valve regurgitation Position statement of the European Society of Cardiology Working Groups of Cardiovascular Surgery and Valvular Heart Disease. *Eur J Cardio-Thoracic Surg*. 2017;52(6):1022-30.
3. Hahn RT, Badano LP, Bartko PE, ym. Tricuspid regurgitation: recent advances in understanding pathophysiology, severity grading and outcome. *Eur Heart Jour-Cardiovasc Imaging*. 2022;23(7):913-29.
4. Chang CC, Veen KM, Hahn RT, ym. Uncertainties and challenges in surgical and transcatheter tricuspid valve therapy: a state-of-the-art expert review. *Eur Heart Journal*. 2020;41(20):1932-1940.
5. Latib A, Grigioni F, Hahn RT. Tricuspid regurgitation: what is the real clinical impact and how often should it be treated? *EuroInterven*. 2018;14:AB101-AB11.
6. Praz F, Muraru D, Kreidel F, ym. Transcatheter treatment for tricuspid valve disease. *EuroInterven*. 2021;17(10):791-808.
7. Fortuni F, Butcher SC, Dietz MF, ym. Right Ventricular-Pulmonary Arterial Coupling in Secondary Tricuspid Regurgitation. *Am J Cardiol*. 2021;148:138-45.
8. Rotar E, Lim DS, Ailawadi G. Risk stratification for surgery in tricuspid regurgitation. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020;62(6):500-4.
9. Dreyfus J, Audureau E, Bohbot Y, ym. TRI-SCORE: a new risk score for in-hospital mortality prediction after isolated tricuspid valve surgery. *Eur Heart Jour*. 2022;43(7):654-62.
10. Kilic A, Saha-Chaudhuri P, Rankin JS, ym. Trends and Outcomes of Tricuspid Valve Surgery in North America: An Analysis of More Than 50,000 Patients From The Society of Thoracic Surgeons Database. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(5):1546-52.
11. Kawsara A, Alqahtani F, Nkomo VT, ym. Determinants of Morbidity and Mortality Associated With Isolated Tricuspid Valve Surgery. *J Am Heart Association*. 2021;10(2):e018417.
12. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart Jour*. 2022;43(7):561-632.
13. Gammie JS, Chu MWA, Falk V, ym. Concomitant Tricuspid Repair in Patients with Degenerative Mitral Regurgitation. *NEJM*. 2022;386(4):327-39.
14. Lee H, Jeong DS, Kim WS, ym. Is Prophylactic Tricuspid Annuloplasty Beneficial for Degenerative Mitral Valve Repair? *Annals Thor Surg*. 2021;111(5):1502-11.
15. Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan J, ym. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: Which should be the criteria for surgical repair? *Annals Thor Surg*. 2005;79(1):127-32.



16. Mehr M, Taramasso M, Besler C, ym. 1-Year Outcomes After Edge-to-Edge Valve Repair for Symptomatic Tricuspid Regurgitation Results From the TriValve Registry. *JACC-Cardiovasc Intervent.* 2019;12(15):1451-61.
17. Nickenig G, Weber M, Lurz P. Transcatheter edge-to-edge repair for reduction of tricuspid regurgitation: 6-month outcomes of the TRILUMINATE single-arm study. *Lancet.* 2020;395(10227):2002-2011.
18. Sanz AP, Gomez JLZ, Tahoces LS, ym. Long-term outcomes of percutaneous tricuspid annuloplasty with Cardioband device. *Eur Heart Jour-Cardiovasc Imaging.* 2022;23(7):979-88.
19. Webb JG, Chuang A, Meier D, ym. Transcatheter Tricuspid Valve Replacement With the EVOQUE System 1-Year Outcomes of a Multicenter, First-in-Human Experience. *JACC-Cardiovasc Intervent.* 2022;15(5):481-91.
20. Estevez-Loureiro R, Sanchez-Recalde A, Amat-Santos IJ, ym. 6-Month Outcomes of the TricValve System in Patients With Tricuspid Regurgitation The TRICUS EURO Study. *JACC-Cardiovasc Intervent.* 2022;15(13):1366-77.
21. Sorajja P, Whisenant B, Hamid N, ym. Transcatheter Repair for Patients with Tricuspid Regurgitation. *NEJM* 2023 online ahead of print.
22. Muntane-Carol G, Taramasso M, Miura M, ym. Transcatheter Tricuspid Valve Intervention in Patients With Right Ventricular Dysfunction or Pulmonary Hypertension Insights From the TriValve Registry. *Circulation-Cardiovasc Interv.* 2021;14(2):e009685.
23. Taramasso M, Benfari G, van der Bijl P, ym. Transcatheter Versus Medical Treatment of Patients With Symptomatic Severe Tricuspid Regurgitation. *JACC.* 2019;74(24):2998-3008.
24. Wang TKM, Akyuz K, Mentias A, ym. Contemporary Etiologies, Outcomes, and Novel Risk Score for Isolated Tricuspid Regurgitation. *JACC-Cardiovasc Imaging.* 2022;15(5):731-44.
25. Hausleiter J, Braun D, Orban M, ym. Patient selection, echocardiographic screening and treatment strategies for interventional tricuspid repair using the edge-to-edge repair technique. *Eurointervention.* 2018;14(6):645-53.
26. Sugiura A, Tanaka T, Kavsar R, ym. Leaflet Configuration and Residual Tricuspid Regurgitation After Transcatheter Edge-to-Edge Tricuspid Repair. *JACC-Cardiovasc Intervent.* 2021;14(20):2260-70.
27. Tanaka T, Sugiura A, Kavsar R, ym. Leaflet-to-annulus index and residual tricuspid regurgitation following tricuspid transcatheter edge-to-edge repair. *Eurointervention.* 2022;18(2):E169-178.

#### Sidonnaisuudet

- Suvi Tuohinen: luennointipalkkiot (Boeringer-Ingelheim, Cardirad, Abbott, Pfizer, BMS, Syöpäyhdistys).
- Markku Kaarne: Ei sidonnaisuuksia.

# Ilmoitus

# Geriatrian asiantuntemuksen hyödyntäminen iäkkään läppäpotilaan arvioinnissa

## *Miten geriatrian asiantuntijatiimi*

## *voi parantaa läppäpotilaiden hoidon valintaa?*

Hanna Kerminen, LT, geriatrian erikoislääkäri, kliininen opettaja, Tampereen yliopisto ja Tays

Mira Taalikka, asiantuntijahoitaja, Tays

Leena Airaksinen, fysioterapeutti, Tays Sydänsairaala

### Tiivistelmä

Iäkkään läppäpotilaan terveysongelmat ovat usein moninaisia. Monisairastavuus ja elimistön haurastumiseen liittyvät oireyhtymät, kuten gerastenia, ovat yleisiä ja yhteydessä heikentyneeseen ennusteeseen. Iäkkäätkin potilaat hyötyvät läppätoimenpiteistä, mutta on tärkeä tunnistaa ne, joiden toimintakyvyn heikentyminen on monitekijäistä ja joilla toimenpiteellä ei saavuteta toimintakyvyn tai elämänlaadun kohentumista. Lääketieteellisen arvioinnin lisäksi tulee selvittää potilaan fyysinen, psyykinen ja sosiaalinen toimintakyky, jotta kaikki hoitoon ja kuntoutukseen vaikuttavat tekijät saadaan selville ja voidaan huomioida hoidon suunnittelussa. Suurin osa potilaista hyötyy kuntouttavista toimista jo ennen toimenpidettä. Geriatrian asiantuntemuksen hyödyntäminen iäkkään läppäpotilaan arvioinnissa on lisääntymässä sekä Suomessa että kansainvälisesti. Tays Sydänsairaalassa geriatrian asiantuntijatiimi osallistuu iäkkään läppäpotilaan arviointiin.

### Johdanto

Aorttaläpän ahtauma ja mitraaliläpän vuoto ovat yleisimpiä toimenpidehoitoa vaativia läppävikoja iäkkäillä potilailla. Katetrin avulla tehtävät aorttaläppäproteesin asennus (TAVI, *transcatheter aortic valve implantation*) ja mitraaliläpän korjaus (PMVR, *percutaneous mitral valve repair*) ovat tuoneet hoidon piiriin henkilöitä, jotka suuren leikkausriskin vuoksi jäivät aiemmin konservatiiviseen hoitoon. Toimenpiteen tavoite on potilaan elinajan pidentämisen lisäksi hänen toimintakykynsä ja elämänlaatunsa parantaminen (1, 2, 3). TAVI on nykyään yleensä ensisijainen hoitovaihtoehto yli 75-vuotiaille vaikea-asteista aorttaläpän ahtaumaa sairastaville potilaille (4, 5). Sydämen avoleikkauksessa tehtävä mitraaliläpän korjaus on edelleen ensisijainen hoitomuoto vaikeassa mitraaliläpän vuodossa myös iäkkäillä potilailla, mutta PMVR-toimenpidettä voidaan harkita iäkkäille potilaille, joilla leikkausriskit ovat suuret (3).

Oikea potilasvalinta on tärkeää, jotta toimenpidehoitoon ohjautuisivat siitä todennäköisesti hyötyvät potilaat ja oikea-aikaista palliatiivista hoitoa tarjottaisiin niille, jotka eivät toimenpidehoidosta enää kokonaistilanne huomioiden hyödy. Kronologinen ikä ei itsessään ole este läppätoimenpiteelle eikä sen onnistumiselle, mutta monisairastavuus ja elimistön haurastumiseen liittyvä toimintakyvyn heikentyminen saattavat tehdä toimenpiteen hyödyttömäksi tai jopa haitalliseksi. Keskeiseksi kysymykseksi nouseekin sen selvittäminen, johtuuko potilaan heikentynyt ennuste läppäsairaudesta vai onko ennuste heikko muiden syiden vuoksi, jolloin läppäsairaus on vain yksi tekijä kokonaisuudessa (1).

Geriatrian asiantuntemusta on alettu hyödyntää yhä enemmän iäkkäiden läppäpotilaiden arvioinnissa. Vastikään päivitetty ESC:n/EACTS:n (European Society of Cardiology, European Association for Cardio-Thoracic Surgery) läppäsairauksien hoitosuositus suosittelee geriatrin mukanaoloa läppätiimissä (4). Artikkelin lopussa kuvataan Tays Sydänsairaalan toimintamalli, jossa geriatrian asiantuntijat ovat kardiologien tukena arvioimassa iäkkäitä läppäpotilaita.

### Iäkkään potilaan erityispiirteitä

Erilaisista haasteista huolimatta merkittävä osa yli 85-vuotiaistakin elää nykyään aktiivista elämää toimintakykyisenä, mutta toisaalta osalla toimintakyky on heikentynyt jo eläkeiän kynnyksellä (6). Siinä missä 90-vuotias hoitaa edelleen itsenäisesti kaikki asiansa, saattaa 70-vuotias tarvita apua kaikissa päivittäisissä toiminnoissaan. Vaikeaoireisen läppäsairauden kehittyessä vanhempi näistä potilaista hyötyy läppätoimenpiteestä todennäköisemmin kuin nuorempi, jonka toimintakyky on monitekijäisistä syistä heikentynyt.

Vanhenemisen taustasy on ajan kuluessa tapahtuva soluvaurioiden kumuloituminen elimistöön (7). Kronologinen ikä kertoo henkilön iän vuosina (ns. kalenteri-ikä), ja ikä karttuu kaikilla yksilöillä samaa tahtia. Biologinen ikääntyminen on fysiologisten voimavarojen etenevää heikkenemistä, jolloin ka-



saantuneita vaurioita eri elinjärjestelmissä ei enää pystytä korjaamaan (7). Biologinen vanheneminen tapahtuu eri henkilöillä eri tahtiin, minkä vuoksi ikääntyneet ovat biologiselta iältään hyvin heterogeeninen ryhmä (6).

Elimistön fysiologisten voimavarojen heikentyessä ja kompensatiomekanismien pettäessä on vaarana gerastenian eli hauraus-raihnausoireyhtymän (engl. *frailty*) kehittyminen (8). Siinä missä normaaliin vanhenemiseen liittyy hidas elinjärjestelmien heikentyminen, gerasteniasa heikentyminen on kiihtynyttä (9). Gerastenian taustalla on muutoksia tulehduksen välittäjäaineissa, metabolisissa toiminnoissa sekä hormonien erityksessä ja vaikutuksessa (9). Gerastenia aiheuttaa fyysisen ja sosiaalisen aktiivisuuden ja omatoimisuuden heikentymistä, tahatonta laihtumista ja ravitsemustilan huononemista sekä lihassmassan ja -voiman heikentymistä (8). Tämä puolestaan altistaa liikkumiskyvyn heikentymiselle, hoitojen haittavaikutuksille, toistuville sairaalahoidoille ja laitoshoitoon joutumiselle sekä kuolemanvaaran lisääntymiselle (8, 9).

### Heikentyneeseen ennusteeseen liittyvät tekijät aorttaläpän ahtaumaa sairastavilla

Gerastenia ja muut elimistön haurastumiseen liittyvät oireyhtymät ovat yhteydessä potilaan heikentyneeseen ennusteeseen läppätoimenpiteen jälkeen (10, 11, 12; taulukko 1). Gerastenian arviointiin käytetään erilaisia menetelmiä, minkä vuoksi sen esiintyvyys vaikeaa aorttaläpän ahtaumaa sairastavilla vaihtelee eri tutkimuksissa 20–68 %:n välillä (13, 14, 15).

### TAULUKKO 1. Elimistön haurastumiseen liittyvät oireyhtymät ja niihin liittyvät haitalliset seuraukset iäkkäillä läppäpotilailla

Elimistön haurastumiseen liittyvät oireyhtymät  
Gerastenia eli hauraus-raihnausoireyhtymä  
Vajaaravitsemus  
Sarkopenia eli lihasvoiman ja -massan heikentyminen  
Masennus  
Kognition ongelmat / muistisairaudet  
Delirium eli äkillinen sekavuustila  
Toistuva kaatuminen

Oireyhtymiin liittyvät haitalliset seuraukset  
Liikkumiskyvyn ja suorituskvyn heikentyminen  
Toimintakyvyn heikentyminen, avun tarpeen lisääntyminen  
Sairaalahoitoa vaativat sydämen vajaatoimintajaksot  
Heikentynyt ennuste aorttaläppätoimenpiteen jälkeen  
Lyhentynyt elinajan ennuste

Kahdella kolmesta vaikeaa aorttaläpän ahtaumaa sairastavasta potilaasta on useita muita kroonisia sairauksia (16). ESC:n suositus nimeää vaikean munuaisten ja maksan vajaatoiminnan sekä vaikean keuhkosairauden TAVI-toimenpiteen ennustetta heikentäviksi tekijöiksi (4). Niiden lisäksi sydänsairaudet, neurologiset sairaudet ja diabetes ovat yhteydessä heikompaan TAVI-toimenpiteen jälkeiseen ennusteeseen (1, 2, 4, 16; tauluk-

ko 2). Gerastenian ja monisairastavuuden esiintyminen yhdessä on yleistä, jolloin summavaikutus ennusteeseen on suurempi kuin yksittäisen sairauden.

### TAULUKKO 2. TAVI-toimenpiteen jälkeiseen heikompaan ennusteeseen liittyviä sairauksia

Sairaus tai oireyhtymä ja sen vaikeusaste

Gerastenia

Vajaaravitsemus

Diabetes

Neurologinen sairaus

Edennyt muistisairaus

Aivoverenkiertosairus

Parkinsonin tauti

Vaikea keuhkosairaus

Happihoidon tarve

Hengitysvajaus

6 minuutin kävelytesti < 150 m

Munuaisten vajaatoiminta

GFR < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>

Dialyysihoito

Maksan vajaatoiminta

Maksakirroosi

Spontaanisti koholla oleva INR

Sydänsairaudet

Vaikea sydämen vajaatoiminta

Aortan ateroskleroosi

Eteisvärinä

Kohonnut keuhkovaltimopaine

Vaikea mitraaliläppävuoto

### Aorttaläpän ahtauman oireiden arvioinnin vaikeus

Elimistön haurastumisen myötä sairauksien oirekuva muuttuu usein vaikeatulkintaiseksi sekä potilaalle itselleen että terveydenhuollon ammattilaisille. Iäkäs henkilö sopeuttaa aktiivisuutensa ja toimintansa usein tiedostamattaan suorituskvynsä mukaiseksi (17). Tällöin ulkoilu ja raskaampi liikunta jäävät ja kotias-kareet aletaan tehdä pienissä erissä verkkaisesti, jolloin henkilö ei välttämättä tiedosta aorttaläppäahtauman oireita. Tämä tulee usein esille fysioterapeutin tekemässä kuuden minuutin kävelytestissä, jossa testattavalle tulee objektiivisesti havaittava selkeä hengenahdistus, jota hän itse ei kuitenkaan tiedosta.

ESC:n suosituksen mukaan oireettomat vaikeaa aorttaläpän ahtaumaa sairastavat potilaat tulisi lähettää suorituskvyytestiin, mikäli sen arvioidaan olevan turvallista potilaan sydänsairauden aste huomioiden. Jos suorituskvyytestissä havaitaan objektiivisesti oireita tai esimerkiksi epänormaali verenpainevaste, olisi indikaatio TAVI-läppätoimenpiteeseen olemassa ilman potilaan kokemaa subjektiivisia oireitakin (4, 17).

Kokemuksemme mukaan iäkäs potilas hyötyy kiireettömästä vastaanotosta, jossa hänen aistivajeensa ja mahdollinen kog-

nitiivinen hitautensa huomioidaan sanavalinnoissa sekä puheen selkeydessä ja nopeudessa. Potilaalle tulee antaa aikaa omaksua puhutut asiat ja varmistaa, että hän on ymmärtänyt ja kuullut, mitä puhutaan. Oireiden arvioinnissa kannattaa kartoittaa sitä, onko kävely nopeus hidastunut ja välttääkö potilas esimerkiksi uloslähtöä tai kotitöiden tekemistä sen vuoksi, että ne tuntuvat liian raskailta. On hyvä arvioida myös se, minä aikana väsymysoire on kehittynyt ja voisiko oireen alkaminen sopia yhteen aorttaläppäahtauman vaikeutumisen kanssa. Tajuttomuuskoh- tautuksista ja kaatumisista tulee kysyä erikseen ja pyytää raportoimaan myös yllättävät kaatumiset, jolloin potilas on löytänyt itsensä lattialta makaamasta ilman muistikuvaa siitä, miten on sinne joutunut.

### Kuntoutuksen mahdollisuudet

Aorttaläpän ahtaumaa sairastavat potilaat hyötyvät fyysisen kunnan kohottamisesta ja kuntoutuksesta sekä ennen TAVI-toimenpidettä että sen jälkeen, minkä vuoksi kuntoutustarpeen arviointi ja tarvittaessa kuntoutukseen ohjaaminen tulisi olla systemaattinen osa hoitoa (18). Iäkkäille potilaille fyysinen kuntoutus yksinään ei kuitenkaan riitä, vaan tarvitaan monite- kijäinen interventio, jossa huomioidaan myös ravitsemus, kog- nitio ja psykososiaaliset tekijät (18, 19, 20, 21).

Monet potilaat välttävät liikuntaa ennen toimenpidettä mahdollisten oireiden pelossa. Vaikeaoireinen aorttaläpän ahtauma on este hyvin raskaan ja fyysisesti kuormittavan liikun- nan harrastamiselle, mutta oirerajan alapuolella suoritettua ke- vyyttä ja monipuolista liikuntaa voi harjoittaa turvallisesti (18). Potilaat hyötyvät asiantuntevan fysioterapeutin arviosta, jossa suunnitellaan potilaalle soveltuva ja turvallinen keino ylläpi- tää lihaskuntoa ja liikuntakykyä. Ennen toimenpidettä aloitettu kuntoutus lisää potilaan sitoutumista toimenpiteen jälkeiseen kuntoutukseen, ja se voi ehkäistä gerastenian etenemistä ja vä-

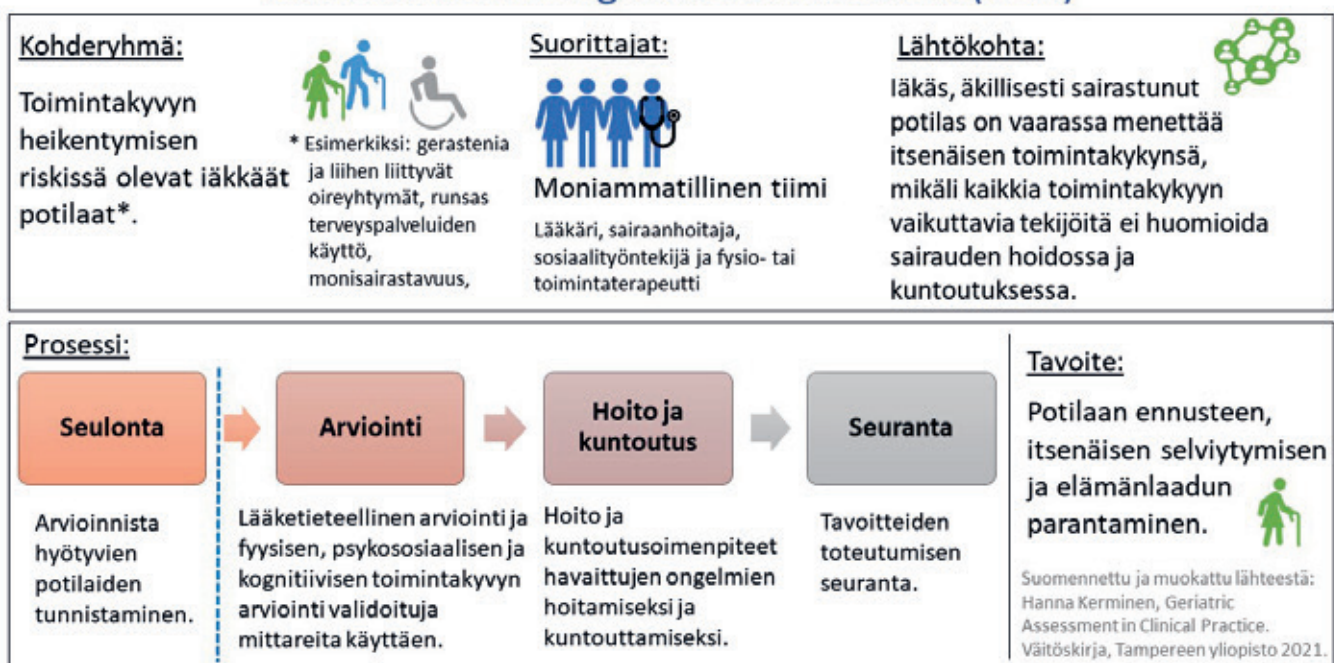
hentää toimenpiteen jälkeisiä komplikaatioita ja sairaalahoidon tarvetta (22, 23). Toimenpiteen jälkeisellä sydänkuntoutuksel- la voidaan parantaa potilaiden suorituskykyä, lihasvoimaa, toi- mintakykyä, elämänlaatua ja elinajan ennustetta sekä vähentää kaatumisriskiä (23).

### Kokonaisvaltainen geriatrinen arviointi

Kokonaisvaltainen geriatrinen arviointi on vakiinnuttamassa paikkaansa TAVI-potilaan arvioinnissa (24, 25, 26). Geriatrian keskeinen näyttöön perustuva työkalu on kokonaisvaltainen geriatrinen arviointi (CGA, *comprehensive geriatric assessment*), jossa laajan lääketieteellisen arvioinnin lisäksi huomioidaan henkilön fyysinen, psyykinen, kognitiivinen ja sosiaalinen toi- mintakyky (27). Arviointi toimii parhaiten moniammatillisena yhteistyönä, jossa mukana ovat geriatrin lisäksi sairaanhoitaja, fysioterapeutti ja sosiaalityöntekijä sekä tarpeen mukaan muita lääketieteen ja kuntoutuksen ammattilaisia. Arvioinnin pohjal- ta tehdään hoito- ja kuntoutussuunnitelma, jossa monite- kijäisen intervention keinoin pyritään puuttumaan arvioinnissa havait- tuihin ongelmiin ja elimistön haurastumisesta johtuviin oireyh- tymiin tavoitteena ylläpitää ja parantaa potilaan elämänlaatua ja toimintakykyä (kuva 1).

Koska geriatriset ongelmat on vaikea tunnistaa ilman syste- maattista seulontaa, olisi perusteltua käyttää seulontatestiä, jolla kaikki iäkkäät läppäpotilaat seulottaisiin geriatristen ongelmien varalta. Afilalo ym. tutkivat gerastenian seulontaan tarkoitettu- jen mittareiden yhteyttä TAVI-toimenpiteen tai kirurgisen aort- taläppätoimenpiteen jälkeiseen kuolleisuuteen ja toimintakyvyn heikentymiseen yli 1000 potilaan aineistossa (14). Parhaaksi seulontatestiksi osoittautui neliosainen Essential Frailty Toolset, joka sisältää fyysisen suorituskyvyn arvioinnin tuoliltanousutes- tillä, kognition arvioinnin Mini Mental State Examination -tes- tillä (MMSE) sekä veren hemoglobiinin ja albumiinin määrytyk-

## Kokonaisvaltainen geriatrinen arviointi (CGA)



KUVA 1. Prosessikuva kokonaisvaltaisesta geriatrisesta arvioinnista.



**TAULUKKO 3. Geriatrisen arvioinnin sisältö ja tehtävänjako fysioterapeutin, asiantuntijahoitajan ja geriatrin kesken Tays Sydänsairaalan poliklinikalla.**

Arvioinnin osa-alue	Arvioija		
	Fysioterapeutti	Sairaanhoitaja	Geriatri
<b>Sairaudet</b>			
Diagnoosit	x	x	x
Sairauksien hoitotasapaino ja vaikeusaste			x
Sairauksien vaikutus toimintakykyyn	x	x	x
<b>Lääkitys</b>			
Käytössä olevien lääkkeiden kartoittaminen			x
Lääkityksen toteutuminen kotona		x	
Kokonaislääkityksen arviointi			x
<b>Oireet</b>			
Toimintakykyyn vaikuttavat oireet	x	x	x
Sydänsairauden aiheuttamat oireet	x	x	x
Oireet ja löydökset muista sairauksista			x
<b>Suoriutuminen päivittäistoiminnoissa</b>			
IADL (välineelliset toiminnot) (viite 28)		x	
ADL (päivittäiset perustoiminnot) (28)		x	
<b>Sosiaalinen tukiverkosto</b>			
Läheisverkosto ja läheisten antama apu		x	
Kotihoitopalvelut		x	
Muut kotiin tarjottavat tukipalvelut		x	
<b>Asuminen ja kotiympäristö</b>	x	x	
<b>Elintavat</b>			
Tupakointi, aiempi tupakointi		x	
Alkoholin käyttö		x	
Liikunnallinen aktiivisuus	x		
<b>Ravitsemustila</b>			
Mini Nutritional Assessment, MNA-SF (29)			x
Paino ja pituus		x	
<b>Kognitio (viite testiin)</b>			
Mini Mental State Examination, MMSE (28)		x	
Kellotesti		x	
<b>Mieliala</b>			
Kaksi kysymystä masennuksesta (28)		x	
Tarv. masennuksen diagnostiset kriteerit			x
<b>Fyysinen suorituskyky ja keuhkofunktio</b>			
Käden puristusvoima (28)	x		
Tuoliltanousutesti (28)	x		
Kävelynopeus (10 metriä) (28)	x		
Mikrospirometria (FEV1, FVC ja PEF)	x		
Tarv. lyhyt fyysisen suorituskyvyn testistö, SPPB) (28)	x		
Tarv. 6-minuutin kävelytesti (28)	x		
<b>Gerastenia</b>			
FRAIL-pisteitys tai Friedin fenotyyppimalli (30)			x
Clinical Frailty Scale (CFS) (8)			x
<b>Potilaan omat toiveet, hoitotahto</b>			x
<b>Koettu terveys, elämänlaatu</b>		x	x
<b>Yhteenveto hoidon valintaan vaikuttavista tekijöistä</b>			x

sen (14). Kukin osa-alue pisteytetään, ja pisteet lasketaan yhteen (0–5 pistettä). Tutkimuksessa 0–1 pistettä saaneiden kuolleisuus vuosi TAVI-toimenpiteen jälkeen oli 6 %, 3 pistettä saaneiden 28 % ja 5 pistettä saaneiden 65 % (14). Testistä ei kuitenkaan ole Suomessa vielä kokemusta.

## Tays Sydänsairaalan toimintamalli

Tays Sydänsairaalla kardiologit voivat konsultoida geriatrian asiantuntijatiimiä iästä potilasta koskevassa toimenpideharkinnassa. Suurin osa konsultaatioista liittyy aorttaläpän ahtautumaan, mutta myös mitraaliläpän ja kolmiliuskaläpän hoitoa-  
vioita on ollut mukana. Useimmiten konsultaatiot koskevat tilanteita, joissa on epävarmuutta potilaan oireista tai hoidon hyödyistä suhteessa hoidon mahdollisiin haittoihin potilaan korkean iän, monisairastavuuden, toimintakyvyn heikentymisen tai muistiongelmien vuoksi.

Kiireettömässä tilanteessa potilaalle varataan aika sydänpoliklinikalle, jolloin hän tulee ensin fysioterapeutin arvioon ja sieltä asiantuntijahoitajan ja geriatriin yhteisvastaanotolle. Vastaanotolla tehdään geriatriin arviointi, jonka pohjalta geriatri antaa konsultaatiostauksen potilaasta. Kardiologit tekevät lopullisen päätöksen hoidosta. Kiireellistä konsultaatiota vaativissa tilanteissa asiantuntijatiimi käy Sydänsairaalan osastolla tai valvonnassa arvioimassa potilaan.

Geriatriisessa arvioinnissa potilaan sairauksia, oireita sekä fyysistä, psyykkistä, kognitiivista ja sosiaalista toimintakykyä arvioidaan laaja-alaisesti (taulukko 3). Fysioterapeutti arvioi potilaan fyysistä toimintakykyä ja oireisuutta haastatellen, havainnoiden ja testaten sekä antaa yksilöllistä liikuntaohjausta ja ohjaa tarvittaessa jatkofysioterapiaan. Asiantuntijahoitajan tehtäviin kuuluvat potilaan aiemman toimintakyvyn ja sen muutosten selvittäminen sekä seurantatietojen tekeminen. Hän antaa ohjausta ravitsemuksesta ja tarvittaessa ohjaa tukipalveluiden piiriin.

Geriatri arvioi potilaan sairaudet ja niiden vaikeusasteen sekä potilaan lääkityksen, ravitsemustilan, mielialan ja gerastentian asteen, ja hän tekee yhteenvedon geriatriin arvioinnin tuloksista. Potilaalle annetaan tietoa sydänsairaudesta ja sen hoitomahdollisuuksista. Potilaan oma mielipide ja motivaatio toimenpiteeseen ja siitä kuntoutumiseen selvitetään. Konsultaatiostauksessaan geriatri ottaa kantaa mm. siihen, kuinka todennäköisesti potilaan elämänlaatu ja toimintakyky kohenevat toimenpiteen seurauksena. Geriatri arvioi myös muista sairauksista riippuvaa elinajan ennustetta sekä toimenpidehoidon riskejä ja hyötyjä potilaan yksilölliset ominaisuudet ja voimavarat huomioon ottaen.

Tays Sydänsairaalla geriatrian tiimin arvioissa poliklinikalla käy keskimäärin 35 potilasta vuodessa, ja lisäksi annetaan konsultaatio keskimäärin 10 osastopotilaasta. Vuonna 2022 poliklinikalla tehtiin 25 TAVI-läppäarviota, joista 15 potilaan arveltiin hyötävän TAVI-toimenpiteestä, kun taas selkeästi ei hyötäväksi arvioitiin kuusi potilasta. Loppujen kohdalla geriatri ei ottanut selvää kantaa asiaan mutta antoi potilaan tilanteesta perusteellisen selvityksen. Niistä potilaista, joiden geriatri arvioi hyötävän toimenpiteestä, se tehtiin 12 potilaalle. Sen sijaan kellekään, jonka geriatri arvioi ei-hyötäväksi, ei tehty toimenpidettä. Niille, joista geriatri ei antanut selvää suositusta, ei yleensä tehty toimenpidettä. ■

*Hanna Kerminen*

*LT, geriatrian erikoislääkäri, kliininen opettaja  
Tampereen yliopisto ja Tays*

*Mira Taalikka*

*Asiantuntijahoitaja  
Tays*

*Leena Airaksinen*

*Fysioterapeutti  
Tays Sydänsairaala*

## Viitteet

1. Kodali SK, Velagapudi P, Hahn RT, ym. Valvular heart disease in patients  $\geq$  80 years of age. *JACC*. 2018;71(18):2058–2072.
2. Davidson LJ ja Davidson CJ. Transcatheter treatment of valvular heart disease: A review. *JAMA*. 2021;325(24):2480–2494.
3. Tripathi, B, Akhtar T, Girotra S. ym. Procedural and early outcomes of transcatheter edge-to-edge mitral valve repair in very elderly patients. *EuroIntervention*. 2022;17(16):1310–1312.
4. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, ym. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561–632.
5. Manolis AS ja Manolis AA. Transcatheter aortic valve implantation in nonagenarians: Selectively feasible or extravagantly futile? *Ann Cardiothorac Surg*. 2017;6(5):524–531.
6. Lowsky DJ, Olshansky SJ, Bhattacharya J, ym. Heterogeneity in healthy aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(6):640–649.
7. Khan SS, Singer BD, Vaughan DE. Molecular and physiological manifestations and measurement of aging in humans. *Aging cell*. 2017;16(4):624–633.
8. Alakare J. ja Strandberg T. Gerastenia – kuinka tunnistan ja miksi? *SLL* 2020;75(22):1369–1372.
9. Clegg A, Young J, Iliffe S, ym. Frailty in elderly people. 2013;381(9868):752–762.
10. Stortecky S, Schoenenberger AW, Moser A, ym. Evaluation of multidimensional geriatric assessment as a predictor of mortality and cardiovascular events after transcatheter aortic valve implantation. *JACC Cardiovascular interventions*. 2012;5(5):489–496.



11. Anand A, Harley C, Visvanathan A, ym. The relationship between preoperative frailty and outcomes following transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis. *EJH-QCCO*. 2017;3(2):123–132.
12. Hermiller JB, Yakubov SJ, Reardon MJ, ym. Predicting early and late mortality after transcatheter aortic valve replacement. *JACC*. 2016;68(4):343–352.
13. Solla-Suárez P, Avanzas P, Pascual I, ym. Frailty assessment in a cohort of elderly patients with severe symptomatic aortic stenosis: Insights from the frailty evaluation in severe aortic stenosis (fresas) registry. *J Clin Med*. 2021;10(11):2345–2353.
14. Afilalo J, Lauck S, Kim DH, ym. Frailty in older adults undergoing aortic valve replacement: The FRAILTY-AVR Study. *JACC*. 2017;70(6):689–700.
15. Ha FJ, Bissland K, Mandrawa C, ym. Frailty in patients with aortic stenosis awaiting intervention. *Intern Med J*. 2021;51(3):319–326.
16. Bernal E, Ariza-Solé A, Bayés-Genís A, ym. Management of nonagenarian patients with severe aortic stenosis: The role of comorbidity. *Heart Lung Circ*. 2017;27(2):219–226.
17. Lindman BR, Dweck MR, Lancellotti P, ym. Management of asymptomatic severe aortic stenosis. *JACC Cardiovascular imaging*. 2020;13(2):481–493.
18. Yu Z, Zhao Q, Ye Y, ym. Comprehensive geriatric assessment and exercise capacity in cardiac rehabilitation for patients referred to transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol*. 2021;158:98–103.
19. Ambrosetti M, Abreu A, ym. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(5):460–495.
20. McCann M, Stamp N, Ngui A, ym. Cardiac prehabilitation. *J Cardiothorac Vasc Anest*. 2019;33(8):2255–65.
21. van Erck D, Dolman CD, Scholte op Reimer WJM, ym. The trajectory of nutritional status and physical activity before and after transcatheter aortic valve implantation. *Nutrients*. 2022;14(23):5137–5144.
22. Hulzebos EH, Hulzebos EH, Smit Y, ym. Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *Cochrane database Syst. Rev*. 2012;2021(5):CD010118–CD010118.
23. Sperlongano S, Renon F, Bigazzi MC, ym. Transcatheter aortic valve implantation: The new challenges of cardiac rehabilitation. *J Clin Med*. 2021;10(4):1–10.
24. Schoenenberger AW, Werner N, Bramlage P, ym. Comprehensive geriatric assessment in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation—rationale and design of the European CGA-TAVI registry. *Eur Geriatr Med*. 2014;5:8–13.
25. Lilamand M, Dumonteil N, Nourhashémi F, ym. Gait speed and comprehensive geriatric assessment: two keys to improve the management of older persons with aortic stenosis. *Int J Cardiol*. 2014;173:580–582.
26. van der Wulp K, van Wely MH, Schoon Y, ym. Geriatric assessment in the prediction of delirium and long-term survival after transcatheter aortic valve implantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2021;161(6):2095–2102.
27. Welsh TJ, Gordon AL, Gladman JR. Comprehensive geriatric assessment - a guide for the non-specialist. *Int J Clin Pract*. 2014;68(3):290–293.
28. TOIMIA-tietokanta, Terveysportti, Duodecim.
29. Mini Nutritional Assessment [https://www.gery.fi/site/assets/files/1253/mna\\_mini\\_finnish.pdf](https://www.gery.fi/site/assets/files/1253/mna_mini_finnish.pdf)
30. Koivukangas M. ym. Vanhuksen gerastenia – tunnista riskipotilas. *SLL* 2017;72(7):425–430.

#### Sidonnaisuudet

- Hanna Kerminen: luentopalkkiot (Sairaala Nova, Tampere Missio Oy, Ålands hälso- och sjukvård, Duodecim, Suomen Lääkäriliitto, Pfizer, Bristol Myers Squibb).
- Mira Taalikka: tuki koulutukseen (Tays Tukisäätiö).
- Leena Airaksinen: luentopalkkiot (Duodecim, Suomen Sydänfysioterapeutit ry, Tampereen ammattikorkeakoulu).



# Läppäpotilaan TT- ja magneettikuvaus – miksi tarvitaan?

Miia Holmström, dosentti, LT, radiologian erikoislääkäri, HUS Diagnostiikkakeskus, radiologia

Maria Istomina, LL, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri, Kys Sydänkeskus ja Kuvantamiskeskus

## Tiivistelmä

Rintakehän päältä ja ruokatorven kautta tehtävät sydämen kaikukuvaukset ovat edelleen ensisijaisia tutkimusmenetelmiä sydämen läppäsairauksien kuvantamisessa. Magneettikuvauksella (MK) ja sydämen tietokonetomografialla (TT) saadaan tarvittaessa lisätietoa läppien rakenteesta ja toiminnasta.

MK soveltuu hyvin läppävuodon ja -ahtauman arviointiin. MK:ta käytetään etenkin synnynnäisten sydänvikojen kuvantamisessa, mutta yleisesti myös aorttaläpän vuotoosuuden ja ahtauman arvioinnissa sekä erityistapauksissa eteis-kammio-läppien vuodon laskemisessa.

TT on hyvä lisätutkimus etenkin preoperatiivisessa kateetri-toimenpiteiden suunnittelussa ja teko-läppien kuvantamisessa. Lisäksi TT:n etuna on mahdollisten kalkkeumien arviointi sekä postoperatiivisten komplikaatioiden, kuten trombien, pannuksen ja pseudoaneurysmien, havaitseminen.

## Johdanto

Sydämen MK ei ole ensisijainen diagnostinen menetelmä läppäsairauksien diagnostiikassa, mutta tarjoaa tukea muille tutkimusmenetelmille.

MK:ssa ei ole näkyvyysrajoitteita, ja sydänläppien virtausmittausten ohella saadaan kuvattua molempien kammioiden tilavuudet sekä arvioitua sydänlihasta. MK on hyödyllinen erityisesti vuotopainotteisissa läppävioissa ja ongelmatilanteissa, joissa tarvitaan lisäksi kammioiden tilavuuksien ja supistuvuuden arviota, sekä silloin, kun kaikukuvauksessa on rajoittunut näkyvyys. Sydämen MK:lla on tärkeä rooli synnynnäisten sydänvikojen seurannassa.

MK on turvallinen tutkimusmenetelmä, eikä siihen liity säderasitusta. MK:n haittoja ovat rajoitettu saatavuus, korkeat kustannukset ja pitkä kuvausaika. Potilaan täytyy olla yhteistyökykyinen runsaiden hengityspidätysarjojen takia. MK:ssa ja etenkin TT:ssä nopea sydämen rytmi sekä rytmihäiriöt voivat aiheuttaa EKG-tahdistuksen ongelmia ja heikentää kuvanlaatua (1, 2). Aikaisemmin sydämentahdistin on ollut este MK:lle, mutta nykyään tahdistinpotilaille voidaan tietyin ehdoin ja suunnitellun protokollan mukaisesti tehdä MK turvallisesti (3). Tahdistingeneraattorista ja -johdoista voi kuitenkin tulla häiriötä kuvausalueelle (4). Hylätyt, erityisen pitkät tai murtuneet johdot voivat kuitenkin olla vasta-aiheita MK:lle, ja ennen kuvausta tehtävä vierasesineselvitys on tällöin aina tarpeellinen. Uudem-

pia, 2000-luvulla asennettuja sepelvaltimoiden stenttejä tai mekaanisia teko-läppiä ei nykyään pidetä vasta-aiheina. MK:n vasta-aiheita ovat myös klaustrofobia sekä tehosteainetta vaativissa, etenkin toistuvissa kuvauksissa vaikea munuaisten vajaatoiminta johtuen nefrogeenisen systeemisen fibroosin riskistä (5).

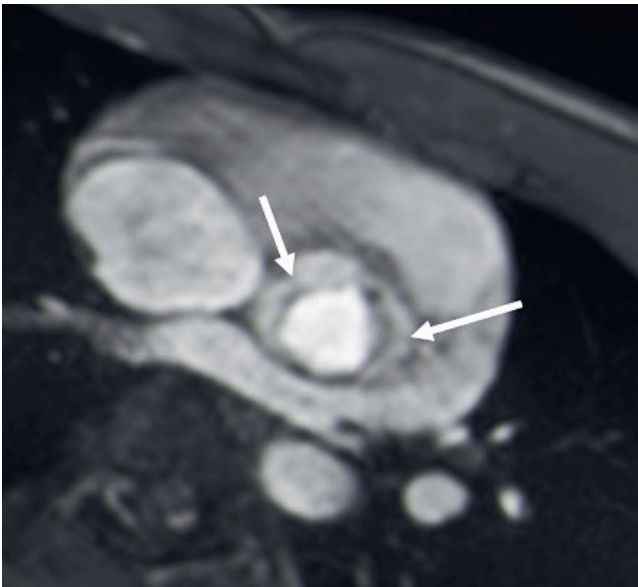
TT on hyvä lisätutkimus sydämen läppien kuvantamisessa kaikukuvauksen ja MK:n lisänä. TT:n käyttö läppien tutkimisessa on lisääntynyt, koska uudet laitteet mahdollistavat EKG-tahdistetun kuvauksen, tarkan paikka- ja aikaerotuskyvyn sekä koko sydämen syklin kuvaamisen kerralla. Erinomainen aikaerotuskyky nykyaikaisilla laitteilla mahdollistaa eri suuntien jälkikäsitteilyä ja 3D-analyysin. Uusimpien TT-laitteiden aikaerotuskyky on 65–75 ms, mikä on kuitenkin huonompi kuin ultraäänessä (16–60 ms) tai MK:ssa (30–40 ms) (6).

TT:n vahvuus on toimenpidettä edeltävä suunnittelukuvaus ja teko-läppien kuvantaminen, etenkin läppien toimintahäiriön ja tulehdusmuutosten selvittäminen. Samalla voidaan kuvata myös sepelvaltimot. TT:n haittana on ionisoiva säteily, mutta laitetekniikan kehittyessä sädeannokset ovat huomattavasti pienentyneet vuosien saatossa. Uusimmilla laitteilla sädeannos on keskimäärin 0,6–5,0 mSv kuvausprotokollasta ja potilaan koosta riippuen. TT-kuvauksessa käytetään jodipitoista varjoainetta, jonka määrä on kuitenkin pienentynyt laiteteknologian edistyessä. Munuaisten vaikea vajaatoiminta on edelleen vasta-aihe TT-kuvaukselle. Teknisistä edistysaskeleista huolimatta sydämen sykettä täytyy edelleen laskea esilääkityksellä ennen kuvausta, etenkin jos halutaan samalla kuvata sepelvaltimot. TT:llä ei voi laskea sydämen läppien vuoto-osuutta eikä mitata virtausnopeutta kuten MK:ssa (7).

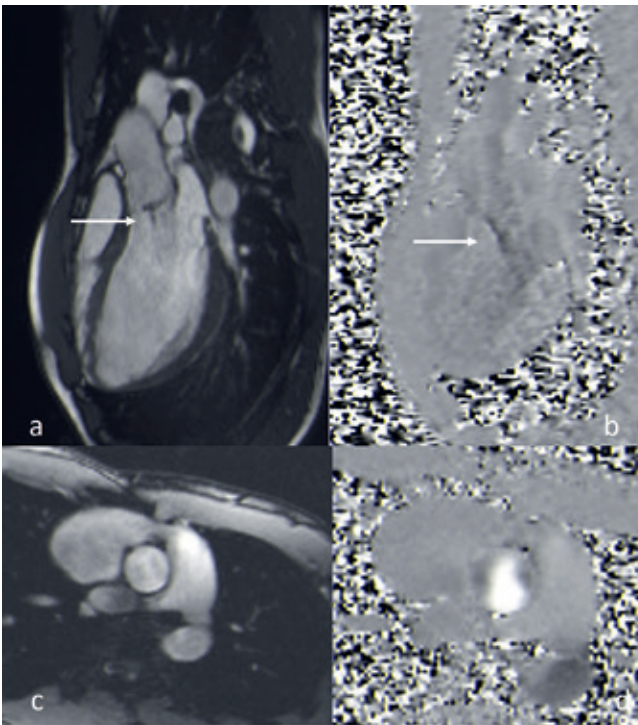
## Magneettikuvaus

MK:n kiistaton etu on mahdollisuus arvioida läppävuotojen astetta kahdella toisistaan riippumattomalla menetelmällä. Ensimmäisellä mitataan suoraan läpän virtauksia. Toinen pohjautuu vasemman ja oikean kammion iskutilavuuksien vertailuun tai kammioiden iskutilavuuksien ja aortan/keuhkovaltimon eteenpäinvirtauksen erotukseen. Nämä menetelmät voivat aiheuttaa tulkintavaikeuksia, jos sydämessä on tutkittavan läpän lisäksi myös muita läppävuotoja. Samassa yhteydessä voidaan kuvata liikekuvasarjat ja sydänlihaksen arviointiin sopivat kuvasarjat sydämen koon, supistuvuuden ja mahdollisten sydänlihaskoikeavuuksien, kuten tulehdusmuutosten, fibroosin ja arpien, arvioimiseksi.





**KUVA 1.** Aorttaläppää vastaan kohtisuoraa otettu MK-liikekuvasarja. Kaksipurjeinen, hyvin avautuva aorttaläppä.



**KUVA 2.** LVOT-liikekuva, jossa näkyy kapea aorttaläppävuoto (a), inplane (b) ja kohtisuoraan vuotoa ja läppää vasten otettu throughplane-virtausmittaus (c–d).

#### Aorttaläppä

Liikekuvasarjasta läpän tasolta voidaan arvioida aorttaläpän anatomiaa, avautumista (kuva 1) ja läppäaukon pinta-alaa. MK:ssa virtausmittaus tehdään ensin virtauksen suuntaisesti (*inplane*), jolloin arvioidaan virtauksen maksimaalinen nopeus, ns. *velocity encoding* (VENC). Varsinainen mittaus (*throughplane*) tehdään välittömästi aorttaläpän yläpuolelta (0,5–1 cm) kohtisuoraan virtaussuihkuun nähden (kuva 2) (8). Ongelmia mittauksessa voi aiheuttaa eksentrisen, viistosti, yleensä mitraaliläpän etupurjetta kohti suuntautuva virtaus (kuva 3). Kombinoituneessa



**KUVA 3.** Aorttaläppävuoto, eksentrisesti mitraaliläpän etupurjetta kohti suuntautuva vuotojetti (nuoli) LVOT-suunnan liikekuvassa.

aorttaläppäviassa vuoto-osuus voi aliarvioitua kiihtyneen virtauksen vuoksi. Tämän vuoksi MK:ssa tulisi lisäksi antaa aina sekä silmämääräinen arvio että iskutilavuuksien erotuksesta laskettu vuoto-osuus. MK:lla voidaan arvioida samalla vasemman kammion laajentumista, uudelleen muovautumista sekä pumppaus-toimintaa (9). Täten saadaan virtausmittausten lisäksi käsitystä kammioiden toiminnasta ja pystytään arvioimaan tarkemmin, täytyvätkö leikkauskriteerit (10). MK:ssa aorttaläppävuoto katsotaan vaikea-asteiseksi, kun vuoto-osuus on > 40 % (Taulukko 1). Kirjallisuudessa on esitetty myös alemmaa rajaa, jolloin vaikea-asteinen olisi > 35 % ja hyvin vaikea > 50 % (12).

#### TAULUKKO 1. Aorttaläppävudon arviointi MK:ssa (11).

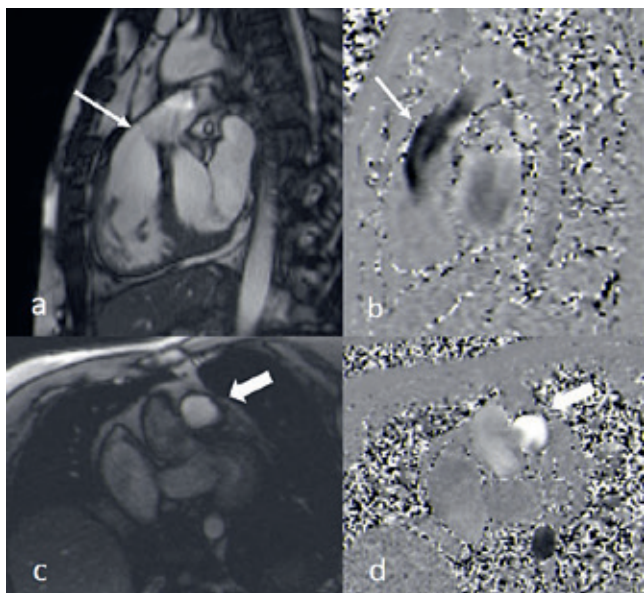
	lievä	keskivaikea	vaikea
Vuoto-osuus (%)	0–20	21–40	> 40

#### Keuhkovaltimoläppä

Keuhkovaltimoläppä erottuu MK:ssa useimmiten paremmin kuin kaikukuvauksessa (kuva 4). Keuhkovaltimoläpän kuvauksissa saadaan tarkka käsitys läpän rakenteen, vuodon ja mahdollisen ahtauman lisäksi keuhkovaltimorungon sekä haarojen anatomista. Synnynnäisissä sydänvioissa keuhkovaltimoläpän virtauksen ja vuoto-osuuden määrittäminen on tärkeää leikkaustarpeen arvioinnissa (1). Keuhkovaltimoläppävuoto luokitellaan vaikea-asteiseksi, kun vuoto-osuus on > 50 %, mutta myös raja-arvoa  $\geq 40$  % pidetään merkittävänä (11, 12).

#### Eteis-kammio-läpät (AV-läpät)

Nykyiset suositukset ohjaavat käyttämään MK:ta mitraaliläpän vuodon arvioinnissa, mikäli sydämen kaikututkimus ei sovellu tai vuotoasteen ja kliinisten löydösten välillä on ristiriita. AV-läppien arvioinnissa vallitsee sama periaate: tärkeää on läppävian



**KUVA 4.** Fallotin tetralogia potilaan keuhkovaltimoläpän vuoto. RVOT-suunnan liikekuvassa näkyy läppärakenne hyvin (a), inplane-virtausmittauksessa erottuu merkittävä vuotosuihku tummana (b), throughplane-kuvasta (c–d) voidaan laskea vuoto-osuus (44 %).

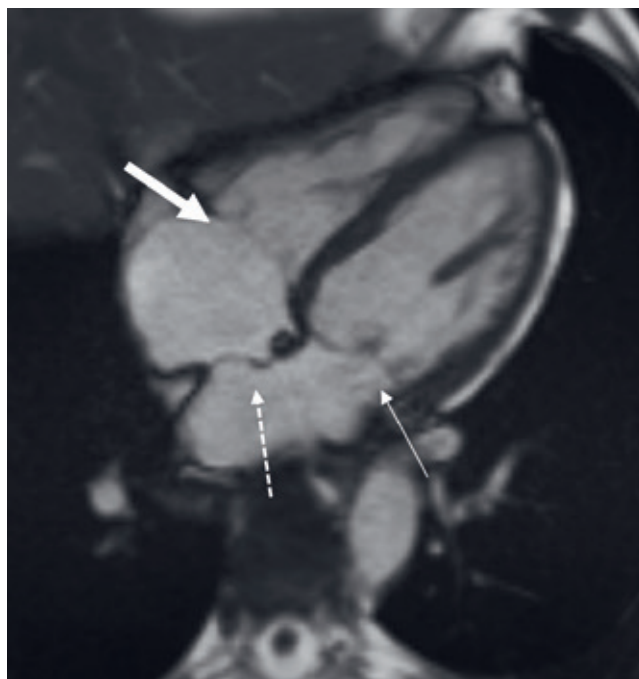
silmämääräinen arviointi eri suunnista sekä läpän ominaisuuksien ja vuodon mekanismin ymmärtäminen (restriktio, prolapsi, läppäannuluksen laajentuminen). Luotettava virtausmittaus sekä mitraali- että trikuspidaaliläpän kohdalta on läpän liikku- misen takia erittäin haastavaa. Tämän vuoksi käytetään epäsuo- raa arviointia, jolloin edellytyksenä on, ettei muita läppävikoja ole (vuotovolyymi ml = oikean tai vasemman kammion iskuti- lavuus miinus aortta- tai keuhkovaltimoläpän eteenpäinvirtaus; vuoto-osuus % = vuotovolyymi jaettuna kammion iskutilavu- u- d- ella kertaa 100). Mitraali- ja trikuspidaaliläppävuotojen ar- viointikriteerit MK:ssa on esitetty taulukossa 2. Mitraaliläppä näkyy parhaiten pitkän akselin liikekuvasarjoissa, joita ovat va- semman kammion ulosvirtauskanavan (LVOT) suunta sekä kaks- i- ja nelilokerosuunnat. Trikuspidaaliläppä on arvioitavissa sil- mämääräisesti oikean kammion ja ulosvirtauskanavan (RVOT) sekä nelilokerosuunnan liikekuvasarjoista (kuva 5). Molemmat läpät erottuvat myös lyhyen akselin liikekuvissa, kun poikki- leikkeet kattavat myös eteistason.

**TAULUKKO 2. Mitraali- ja trikuspidaaliläppävuodon arviointi MK:ssa. Vuoto-osuus on ilmoitettu prosentteina (11).**

	lievä	keskivaikea	vaikea
Mitraaliläppä	0–20 %	21–50 %	> 50 %
Trikuspidaaliläppä	0–30 %	31–50 %	> 50 %

**Tekoläpät**

Mekaaniset tekoläpät näkyvät huonosti sekä kaikukuvaukses- sa että MK:ssa johtuen metalliartefaktista. Pääosin ne soveltu- vat magneettikuvaukseen, mutta erityisesti vanhojen tekoläp- pien kohdalla kannattaa tarkistaa niiden magneettiturvallisuus (mrisafety.com). Stentillisten bioläppien virtausmittaukset tulisi



**KUVA 5.** Nelilokerokuva, jossa näkyy hyvin trikuspidaaliläppä (paksu nuoli) ja mitraaliläppä (kapea nuoli). Huom. aneurysmaattinen eteisseptum (katkoviiva).

ottaa välittömästi stentin yläpuolelta, koska metalliartefakti voi vaikuttaa virtausmittauksen onnistumiseen ja luotettavuuteen (13). MK:lla on tärkeä rooli paravalvulaarivuodon arvioinnissa esimerkiksi TAVI-leikkauksen jälkeen (14).

**Synnynnäiset läppäviat**

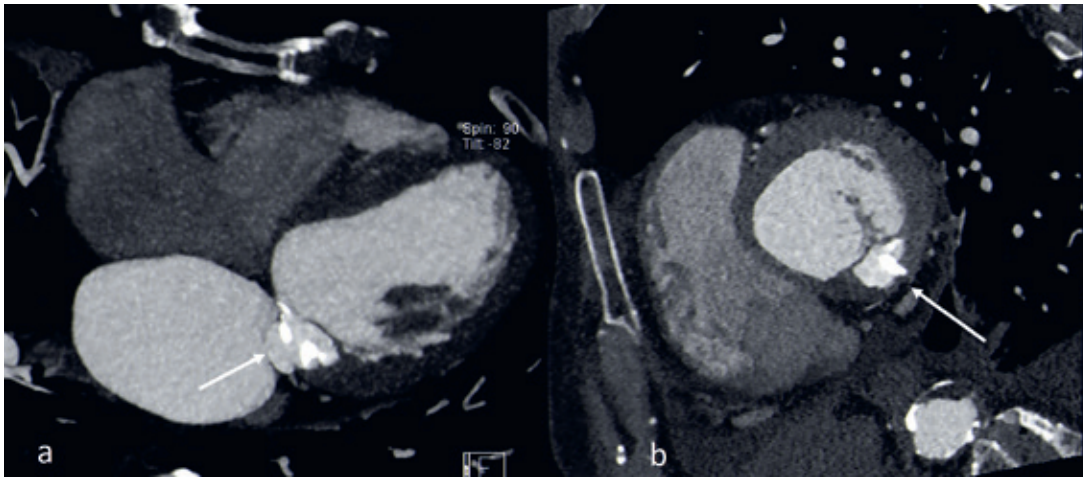
MK soveltuu erityisen hyvin synnynnäisten sydänvikojen seur- rantatutkimukseksi, koska kuvaukseen ei liity säderasitusta. Kaikukuvauksen näkyvyys alkaa olla rajoittunutta viimeistään teini-iässä, eikä tarkkuus välttämättä riitä sydämen oikean puo- len tilavuuden ja supistuvuuden arvioimiseen. MK onkin tarkin menetelmä näiden arvioinnissa (2D- tai 3D-kaikukuvaukseen verrattuna). Hyvä aika- ja paikkaerotuskyky mahdollistavat kat- tavan visuaalisen analyysin sydämen läppämorfologiasta ja toi- minnasta.

**Sydämen tietokonetomografia (TT)**

*Preoperatiiviset kuvaukset ennen katetriitoimenpidettä*

Etenkin katetriitoimenpiteiden suunnitteluissa TT antaa tarkkaa tietoa anatomisista rakenteista (15). TT:llä voidaan tutkia aort- taläpän anatomiaa ja toimintaa. Aorttaläpän rakenteen selvittä- minen voi auttaa aorttaläpän ahtauman etiologian selvittelyssä. Aorttaläpän rakenne on yleensä jo tiedossa kaikukuvauksen pe- rusteella, mutta TT:n etuna on parempi kalkkien tunnistaminen (6). Aikuisilla aorttaläpän ahtauma on yleensä degeneratiivinen. TT:llä voidaan nähdä läpän kalkkeumat ja läppäpurjeiden pak- suuntumat. Jos kuvaus tehdään systolisessa vaiheessa, voidaan laskea aortan läppäaukon pinta-ala. TT-kuvauksella saadaan sa- malla hyvä anatominen käsitys toimenpidereitistä sekä annu- luksesta, koko aortasta että sepelvaltimoiden lähtökorkeusis- ta (16). EKG-tahdistettu sydämen kuvaus tehdään usein myös suunniteltaessa mitraali- tai trikuspidaaliläpän katetriitoimenpi- dettä.





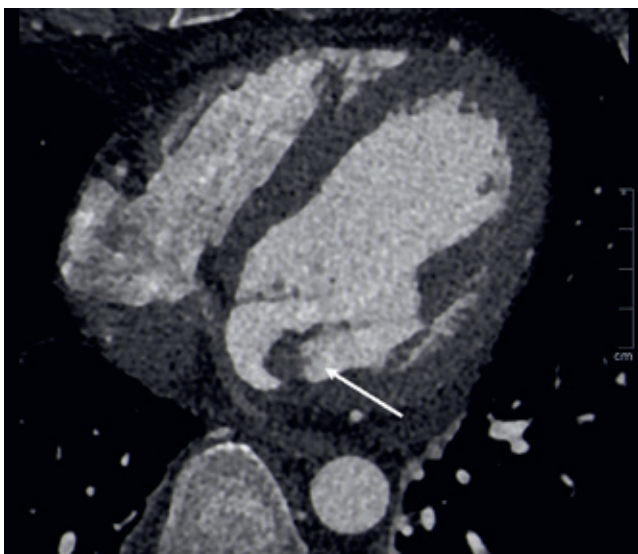
**KUVA 6.** TT-kuva. Mitraaliläpän annuluksessa kaseoottinen kalsifikaatio 4-kammio (a) ja lyhyen akselin (b) jälkikäsitellyissä (nuoli).

#### Natiiviläpät

Aorttaläpän kalkit näkyvät ilman varjoainetta otetussa TT:ssä hyvin, ja läpistä voidaan laskea kalkkikuorman määrä, ns. Agatston-pisteet. TT-kuvista voidaan arvioida myös mitraaliläppäpurjeiden anatomiaa, paksuuntumista ja niin ikään kalkkeutumista (17). Myös mitraaliläpän annuluksen kalkkeumat erottuvat TT-kuvauksessa, ja kuvassa nähdään, sijaitseeko kalkkikertymä posteriorisesti tai rengasmaisesti ("ring-like"), mikä voi olla este toimenpiteelle. Varjoainetehosteisesta kuvauksesta voidaan arvioida, ulottuuko kalkkeuma sydänlihakseen tai onko kertymässä mukana pehmeää muutosta (kaseoottinen kalsifikaatio) (18). (Kuva 6.)

TT:llä voidaan erottaa läppien tulehdusmuutokset. Endokardiittimuutokset voivat näkyä läppäpurjeiden paksuuntumisena ja vegetaatioina, jotka yleisimmin esiintyvät sydämen vasemman puolen läpissä. TT:ssä endokardiittivegetaatiot näkyvät läppäpurjeisiin kiinnittyneinä pehmytosamassoina (kuva 7). TT:ssä voidaan todeta myös endokardiitin aiheuttamia komplikaatioita, esimerkiksi paravalvulaarisia absesseja tai pseudoaneurysmia (19) (kuva 8).

Primaariset läppäkasvaimet ovat harvinaisia. Yleisimpiä ovat papillaariset fibroelastoomat, jotka erottuvat TT:ssä pieninä, mobiileina, varrellisina massoina. Muita hyvänlaatuisia lä-



**KUVA 7.** TT-kuva. Kookas mitraaliläpän vegetaatio takapurjeessa (nuoli).

pässä olevia tuumoreita ovat myksoomat ja fibroomat. Fibroelastoomat diagnosoidaan yleensä sydämen kaikukuvauksella, mutta ne erottuvat usein myös TT:ssä (kuva 9). Pienet muutokset (< 1–2 cm) näkyvät heikosti magneettikuvauksessa huonomman paikkaerotuskyvyn vuoksi.

#### Tekoläpät

Läppäoperaation komplikaatioina voivat olla läppäahtaus tai -vuoto, endokardiitti, pseudoaneurysma tai läppätromboosi (16, 19).

Endokardiitti näkyy tyypillisesti bioläppäpurjeiden paksuuntumisena ja/tai vegetaationa. Tekoläpissä pseudoaneurysmat voivat kehittyä tulehduksen seurauksena tai leikkauskomplikaationa, ja ne sijaitsevat useimmiten läppärenkaan seudussa. Endokardiitti voi pitkittyessään aiheuttaa myös paravalvulaarisen vuodon, läppälehdyn perforaation, paravalvulaarisen absessin tai fistelin (20).

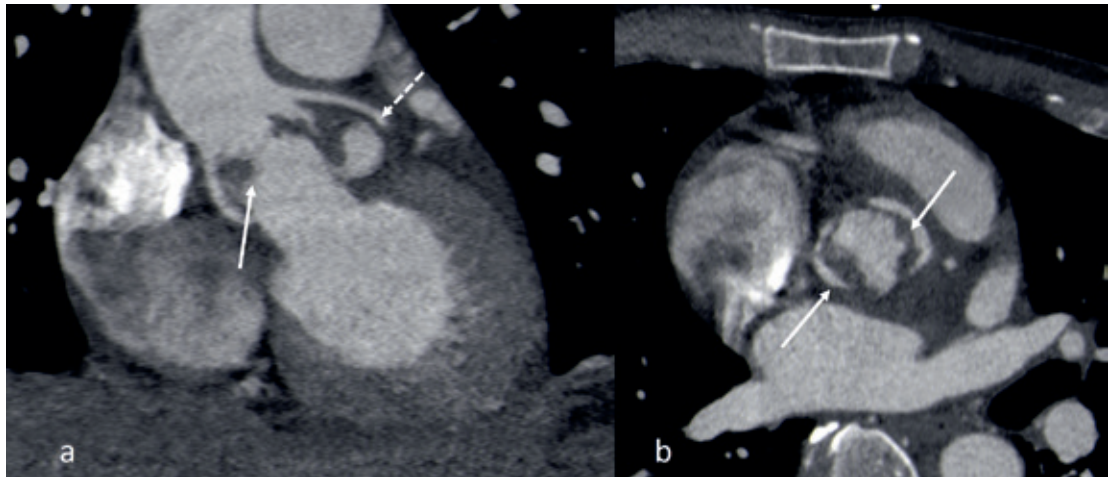
Läpän tromboosi on vakava komplikaatio, joka voi aiheuttaa läpän toimintahäiriön ja tromboemolian. Trombi natiiviläpässä on harvinainen. Useimmiten trombeja esiintyy mekaanisissa tekoläpissä, hieman harvemmin bioläpissä. Tekoläpän tromboosiepäily on indikaatio funktionaaliselle TT-kuvaukselle (21). Trombi ja pannus näkyvät TT-kuvissa pehmytosamassana, joka voi huonontaa läpän liikettä. Funktionaalisessa kuvauksessa on mahdollista arvioida läppäpurjeiden liike sekä mekaanisten läppien avautumis- ja sulkeutumiskulmat (kuva 10). TT voi auttaa myös arvioimaan ns. *mismatch*-tilannetta, jos läppien liike on normaalia eikä trombia tai pannusta todeta (22).

TT:ssä erilaisten alitiheidien, tummana näkyvien (hypodensisten) muutosten erottaminen toisistaan voi olla haasteellista. Tietyt piirteet, kuten muutoksen paikka, koko ja liikkuvuus, voivat olla hyödyllisiä arvioinnissa. Trombi on yleensä kiinni läppäpurjeessa ja rajoittaa läpän liikettä. Pannus sijaitsee läppärenkaan ympärillä tai sisällä, ja läppäfunktio voi olla normaali. Joidenkin tutkimusten mukaan muutoksen tiheysarvon (HU, *Hounsfield unit*) perusteella on mahdollista erottaa trombi ja pannus: HU-arvo > 145 viittaa pannukseen ja toisaalta < 90 trombiin. Mekaanisista tekoläpistä voi heijastua myös metalliartefakteja, mikä voi vaikeuttaa muutoksen tulkintaa ja tiheysmittausta (23).

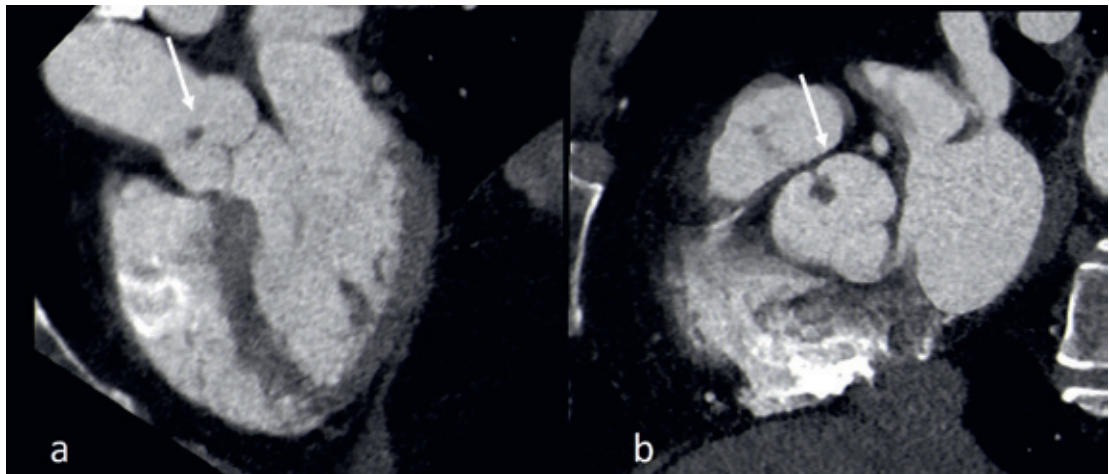
#### Sydämen oikean puolen läppien tutkiminen

Sydämen oikean puolen läppärakenteiden kuvantaminen on haastavaa, koska varjoaineboluksen ihanteellinen ajoitus on hankalaa. Trikuspidaaliläpän muutokset (esim. trombit ja ve-

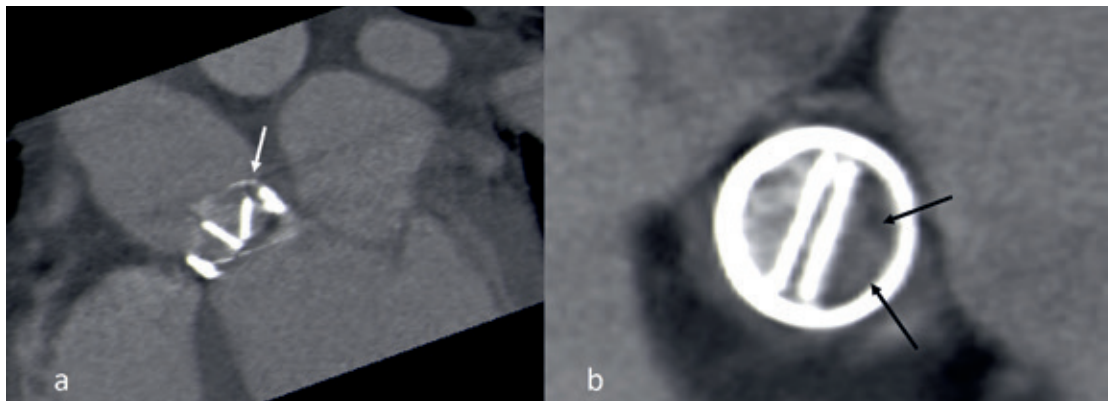
**KUVA 8.** Aortan ulosvirtauskanavan ja aorttaläpän suuntaisissa TT-jälkikäsittelykuvissa on kaksipurjeisessa läpässä endokardiittiin sopivaa alitiheää paksuuntumaa (a) (nuoli) ja pseudoaneurysma (b) (katkoviivanuoli).



**KUVA 9.** Papillaarinen fibroelastooma aortan ulosvirtauskanavan (a) ja aorttaläpän suuntaisissa TT-jälkikäsittelykuvissa (b).



**KUVA 10.** Funktionaalinen TT-kuvaus. Mekaaninen keinoläppä, jossa toinen läppäpurje avautuu vajaasti (a) ja renkaan sisällä niukkasignaalin trombi (b).



getaatiot) erottuvat selvästi huonommin, kun taas keuhkovaltimoläppä erottuu paremmin. Synnynnäisten sydänvikojen kuvantamisessa TT-kuvausta voidaan hyödyntää esimerkiksi suunniteltaessa stentillisen bioläpän (Melody) asentamista keuhkovaltimoläppään, tai kun halutaan arvioida homograftin kalkkeutumista tai kaventumia (24).

#### TT-kuvauksen kulku

Potilaalle annetaan tarvittaessa  $\beta$ -salpaajaa sykkeen alentamiseksi. Jos sepelvaltimot kuvataan samalla, annetaan myös kaksi annosta nitrosuihkettä.

Sädehygienisistä syistä kuvaus voidaan keskittää vain läpän alueelle, etenkin jos halutaan tietoa vain läpän alueesta. Tar-

vittaessa voidaan kuvata koko sydämen ja sepelvaltimoiden alue tai jopa koko aorta, kuten preoperatiivissa suunnittelukuvissa.

TT-kuvaus tehdään EKG-tahdistettuna retrospektiivisesti tai prospektiivisesti. Retrospektiivisessä tahdistuksessa saadaan informaatiota koko sydämen syklistä ja näin ollen dynaamista informaatiota läpän liikkeestä. Sädeannos on kuitenkin suurempi kuin prospektiivisessä kuvauksessa, jossa kuvaus ajoitetaan yhteen syklin vaiheeseen (diastoleen tai systoleen). Aorttaläpässä systolinen vaihe on 20–40 %:n kohdalla ja diastolinen 70–90 %:n kohdalla. Kuvauksessa ruiskutetaan kyynärvarren laskimosta jodipitoista varjoainetta 50–100 ml riippuen laitekniikasta, potilaan koosta ja siitä, halutaanko tutkia sydämen oikean vai vasemman puolen rakenteita.



## Yhteenveto

MK:n rooli rajoittui aiemmin ongelmatilanteisiin, joissa sydämen kaikukuvauksesta saatu tieto on ollut riittämätöntä, mutta menetelmän viimeaikainen kehitys on lisännyt sen käyttöä läppäsairauksien arvioinnissa. Virtausmittaukset yhdistettynä MK:n avulla voidaan arvioida kammioiden tilavuuksia ja pumpaustoimintaa sekä läppäsairauden yhteydessä tapahtunutta uudelleen muovautumista nostavat läppäarvioinnin tarkkuutta ja toistettavuutta sekä tukevat hoitomenetelmän valintaa. Virtausmittaukset tarjoavat mahdollisuuden laskea huippunopeudet ja vuoto-osuudet aortta- ja keuhkovaltimoläpistä. Liikekuvasarjoista saatujen tilavuus- ja virtausmittausten perusteella voidaan laskea varsin tarkasti eteis-kammio-läppien vuoto-osuudet. Eriytyinen asema MK:lla on synnyntäisten sydänvikojen kuvantamisessa sekä arvioinnissa ja seurannassa. Uudet tekniikat, kuten 4D-Flow, lupaavat uusia näköaloja läppäsairauksien kuvantamiseen ja diagnostiikkaan.

Uusimmilla TT-laitteilla voidaan kuvantaa sydämen läppiä. Säderasitus on vuosien saatossa huomattavasti pienentynyt. TT-kuvauksen etuna on erinomainen paikkaerotuskyky, joka mahdollistaa pienten muutosten tarkastelun. Laiteteknologian kehittymisen ja aikaerotuskyvyn parantumisen myötä myös läppien funktionaalinen kuvantaminen on mahdollista.

Molemmat kuvantamismenetelmät ovat jalkautuneet tärkeinä kliiniseen käyttöön myös sydänläppien kuvantamisessa. ■

Mia Holmström

Dosentti, LT, radiologian erikoislääkäri  
HUS Diagnostiikkakeskus, radiologia

Maria Istomina

LL, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri  
Kys Sydänkeskus ja Kuvantamiskeskus

## Viitteet

1. Myerson SG. Heart Valve Disease: investigation by cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012; 14:7 <http://www.jcmr-online.com/content/14/1/7>
2. Roshin C, Mathew, Adrian I, Löffler, Salerno M ym. Role of cardiac magnetic resonance imaging in valvular heart disease: Diagnosis, assesment and management. *Curr Cardiol Rep* 2015 (11):119. doi:10.1007/s11886-018-1057-9
3. Vuorinen A-M, Pakarinen S, Jaakkola I ym. Clinical experience of magnetic resonance imaging in patients with cardiac pacing devices: unrestricted patient population. *Acta Radiol* 2019; 60(11):1414-1421
4. Kaasalainen T, Kivistö S, Holmström M ym. Cardiac MRI in patients with cardiac pacemakers: practical methods for reducing susceptibility artifacts and optimizing image quality. *Acta Radiol* 2015; 57:178-187
5. Woolen SA, Shankar PR, Gagnier JJ ym. Risk of nephrogenic systemic fibrosis in patients with stage 4 or 5 chronic kidney disease receiving a group II gadolinium-based contrast agent: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Intern Med* 2020; 180(2):223-230
6. Ho N, Milind DY. Use of CT in the assessment of valvular function. *J Am Coll Cardiol* 2018
7. Chen JJ, Manning MA, Frazier AA ym. CT angiography of the cardiac valves: Normal, diseased, and postoperative appearances. *Radiographics* 2009; 29 (5)
8. Lee JC, Kelley R Branch, Christian Hamilton-Craig et al. Evaluation of aortic regurgitation with cardiac magnetic resonance imaging: a systematic review. *Heart* 2018; 104:103–110. doi:10.1136/heartjnl-2016-310819
9. Cawley PJ, Hamilton-Craig C, Owens DS ym. Prospective comparison of valve regurgitation quantitation by cardiac magnetic resonance imaging and transthoracic echocardiography. *Circ Cardiovasc Imag* 2013; 6:48–57 <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.112.975623>
10. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) *Eur Heart J*. 2022; 43 (7): 561–632, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab395>
11. Myerson SG, Francis J, Neubauer S. Cardiovascular magnetic resonance. Oxford specialist handbooks in cardiology 2010
12. Myerson SG. CMR in evaluating valvular heart disease. Diagnosis, severity, and outcomes. *JACC: Cardiovasc imaging* 2012; 14 (10).
13. Avitabile CM, Harris HA, Doddasomayajula RS ym. Accuracy of phase-contrast velocity mapping proximal and Distal to stent artifact during cardiac magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol* 2018; 121 (12):1634-1638
14. Salaun E, Jacquier A, Theron A ym. Value of CMR in quantification of paravalvular aortic regurgitation after TAVI. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2016; 17:41-50
15. Godoy M, Mugharbil A, Anastasius M ym. Cardiac computed tomography (CT) evaluation of valvular heart disease in transcatheter interventions. *Curr Cardiol Rep* 2019; 21 (154)
16. Moss AJ, Dweck MR, Dreisbach JG ym. Complementary role of cardiac CT in the assessment of aortic valve replacement dysfunction. *Open Heart* 2016; 3 (2)
17. Chheda SV, Srichai MB, Donnino R ym. Evaluation of the mitral and aortic valves with Cardiac CT angiography. *J Thorac Imaging* 2010; 25 (1)
18. Feuchtner G. Imaging of cardiac valves by computed tomography. *Hindawi* 2013, doi: 10.1155/2013/270579
19. Litmanovic DE, Kirsch J. Computed tomography of cardiac valves: review. *Radiol Clin N Am* 2019; 57:141-164
20. Koo HJ, Yang DH, Kang J-W ym. Demonstration of infective endocarditis by cardiac CT and transesophageal echocardiography: comparison with intra-operative findings. *Eur Heart J* 2018; 19:199–207
21. Habets J, Budde RP, Symersky P ym. Diagnostic evaluation of left-sided prosthetic heart valve dysfunction. *Nat Rev Cardiol*. 2011; 8:466–478
22. Suchá Dm Symersky P, Tanis W ym. Multimodality imaging assessment of prosthetic heart valves. *Circ Cardiovasc Imaging* 2015; 8(9): e003703
23. Gunduz S, Özkan M, Kalcik M et al. Sixty-four-section cardiac computed tomography in mechanical prosthetic heart valve dysfunction. Trombus or pannus. *Circ Cardiovasc Imaging* 2015; 8: e003246
24. Azok JT, Bolen MA, Lempel JK ym. CT of cardiac valves. *Curr Radiol Rep* 2015; 3 (36)

## Sidonnaisuudet

- Mia Holmström: ei sidonnaisuuksia.
- Maria Istomina: työnantajan määräämät koulutusmatkat ESC-kongressiin (Sanofi), luentopalkkiot (Boehringer Ingelheim, Bristol-Myers Squibb).

Ilmoitus

Ilmoitus