

Kuvantamisen erityiskysymyksiä synnynnäisten sydänvikojen seurannassa

EERO JOKINEN

JORMA KOKKONEN

KIRSI LAUERMA

Yleistä

Kaikukuvaus on keskeisin sydämen kuvantamistekniikka synnynnäisten sydänvikojen seurannassa, mutta tietokonetomografian (TT) ja magneettikuvauksen (MK) osuus on merkittävästi lisääntynyt. Diagnostiikassa ne korvaavatkin suurilta osin sydänkatetroinnissa tehtävän varjoainekuvauksen. Sydänkatetrointia tarvitaan, kun samalla tehdään katetritoimenpide. Sydänkatetrointi on myös ainoa luotettava tapa mitata keuhkoverenkierron painetta ja vastusta.

Tutkimusten tallentamistekniikoiden kehittyminen tarjoaa myös mahdollisuuden entistä paremmin arvioida muutosten kehittymistä. Kirjoittajat haluavat painottaa, että sydämen kuvantaminen on kuitenkin vain osa synnynnäistä sydänvikaa sairastavan potilaan noninvasiivista arviota. Leikkauskertomuksiin, tehtyihin aiempiin tutkimuksiin ja seurantatietoihin tulee tutustua. Huolellisen anamneesin ja statuksen lisäksi usein tarvita suorituskyvyn objektiivista arviota rasisergometrialla sekä rytminseurantatutkimuksia.

Magneettikuvaus soveltuu säteettömyytensä vuoksi etenkin nuorten potilaiden toistuviin seurantakuvausiin. Usein tutkimus voidaan tehdä ilman tehosteainet-

ta, jolloin se on varsin noninvasiivinen. Tehosteainetta käytetään, jos tarvitaan kolmiulotteinen rekonstruktio suurista suonista tai selvitetään kammiolihasfibroosia. Aikaisemmin tahdistin oli MK:n vasta-aine, nykyään kuvaus voidaan tehdä, jos tahdistimen ohjelmoiminen MK-moodiin ei uhkaa potilaan henkeä. Potilaiden sydänleikkauksiin liittyvät klipsit, koilit, keinoläpät tai stentit eivät ole kuvauseste, mutta saattavat aiheuttaa kuviin artefaktia.

Tietokonekuvauksessa tarvitaan aina tehosteainetta. Uusimman polven TT-laitteella saadaan erinomaisen näkyvyys sekä suuriin suoniin että intrakardiaalisiin rakenteisiin alle 2 mSv sädeannoksella. Myös kammiofunktio on selvitettävissä, mutta silloin annos hieman lisääntyy. Metalliset implantit aiheuttavat kuvausalueelle vähäistä artefaktia.

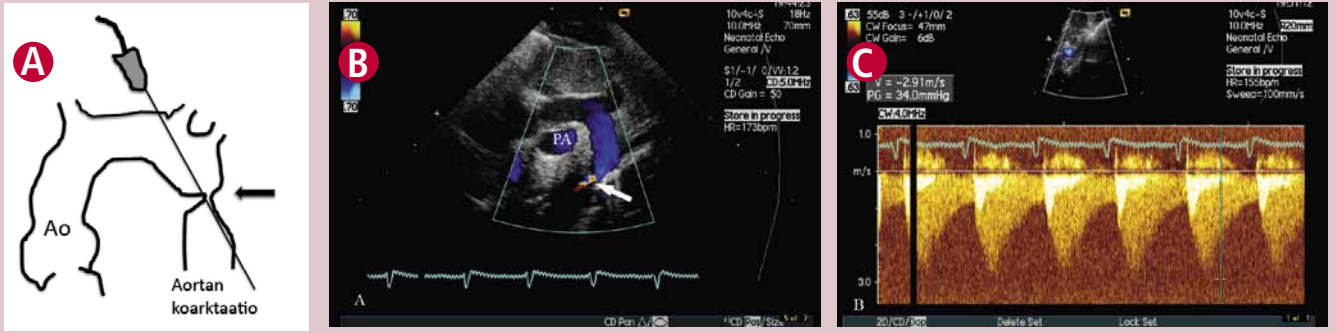
Tässä katsauksessa olemme käsitelleet joitakin esimerkkejä rakenteellisista sydänvivoista, joiden kuvantaminen on aikuispotilaalla haasteellista.

1. Aortan koarktaatio tai rekoarktaatio

Suomessa on noin 800 aikuisikäistä potilasta, joille on lapsuudessa tehty korjausleikkaus aortan koarktaation vuoksi.

Kaikukuvaus ei ole luotettava tutkimuskeino arvioida leikkaamatonta tai leikattua koarktaatiota. Jatkuvalla Doppler-kuvauksella kaulakuopasta mitatut huippugradientit yliarvioivat ahtauman vaikeusastetta. Esimerkiksi korjausleikkauksen jälkeen aortan komplianssin alentuminen voi johtaa korkeisiin huippugradientteihin ilman ahtaumaa. Aikuisella myös näkyvyysongelmat haittaavat myös arviota. Näkyvyyttä voidaan parantaa tekemällä tutkimus selinmakuulla sijoittamalla tyyny hartioiden alle.





Kuva 1. Koarktaatio kuvastuu parhaiten kaulakuopasta tutkien (kaavakuva ylärivissä ja kuva vasemmalla alhaalla). Kuvassa C näkyy koarktaatiolle tyypillinen diastoleen ulottuva Doppler-virtaus.

Todennäköisesti diastolinen antegraadinen virtaus on luotettavin kaikukuvauksella saatava viite merkittävästä koarktaatiosta tai rekoarktaatiosta (kuva 1).

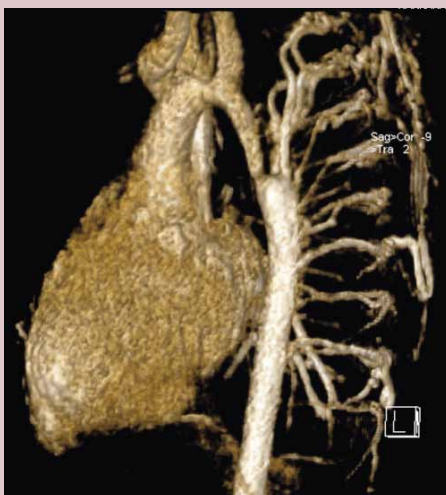
Sekä MK että TT soveltuvat hyvin koko aortan kattavaan varjoaineangiografiaan, josta voidaan mitata aortan poikkimitat, kaventuman pituus ja etäisyys aortan kaaren haaroista (kuva 2). Myös kollateraalisuonet tulevat näkyviin. MK:n virtausmittauksesta saadaan koarktaation aiheuttama huippuvirtausnopeus, josta lasketaan ahtauman huippupaine-ero Bernoullin yhtälöllä. Tähän mittaustapaan liittyy samoja virhelähteitä kuin kaikukuvauksessa. Mittaamalla iskutilavuus torakaaliaortan yläosasta ja palleatasosta saadaan arvioitua kollateraalikierron määrää. MK:ssa on mahdollista selvittää myös, onko aorttaläppä kaksipurjeinen, mahdollinen läpän ahtauma tai vuoto sekä vasemman kammion funktio ja massa.

Koska noninvasiivinen kuvantaminen ei anna luotettavaa kuvaa rekoarktaation asteesta, diagnoosi perustuu oikean ylä- ja alaraajan väliseen verenpaine-eroon. Verenpaine-eroa voi tosin häivyttää mah-

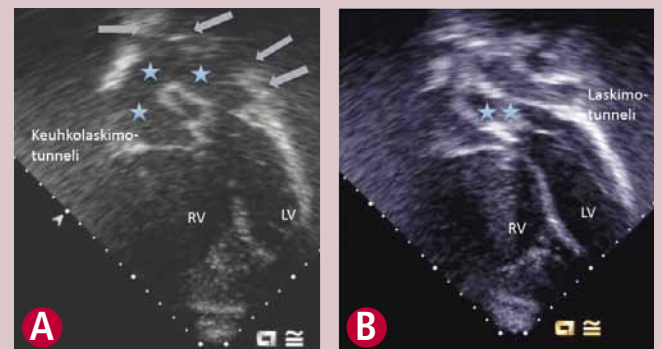
dollinen runsas kollateraaliverkosto. ESC suosittelee toimenpiteen suorittamista, jos verenpaine-ero oikean ylä- ja alaraajan välillä on >20 mmHg ja verenpaine on samanaikaisesti korkeampi kuin 140/90 mmHg; tai jos verenpaine potilaalla aortan kapein läpimitta on alle puolet laskevan aortan läpimitasta palleatasolla. Joskus toimenpidettä voidaan harkita viimeksimainitulla potilaalla, vaikka potilas ei olisi hypertensiivinen.

2. Eteiskorjattu valtasuonten transpositio

Nykyisin valtasuonten transpositio korjataan pääosin valtimonvaihtoleikkauksella. Ensimmäiset tällä tavalla leikatut potilaat ovat saavuttaneet aikuisiän. Valtasuonten transpositio korjattiin aikaisemmin tunneloimalla systeeminen laskimopaluu Mustardin tai Senningin menetelmällä mitraalialukon kautta vasempaan kammioon (laskimotunneli) ja keuhkolaskimoveri trikuspidaalialuokkoon ja oikeaan kammioon (keuhkolaskimoveri valtimotunneli) (kuva 3 ja 5). Tällä tapaa hoidettuja



Kuva 2. 3D-tietokonetomografiakuvassa nähdään hypoplastinen aortan kaari, aortan koarktaatio ja kollateraalisuonia. (M. Holmström)



Kuva 3. Keuhkolaskimotunneli (kuva A, tähdet) johtaa keuhkolaskimoveren oikealla sijaitsevaan systeemikammioon (RV) ja laskimotunneli (kuva B, tähdet) johtaa laskimoveren vasemmalla sijaitsevaan subpulmoniseen kammioon (LV).

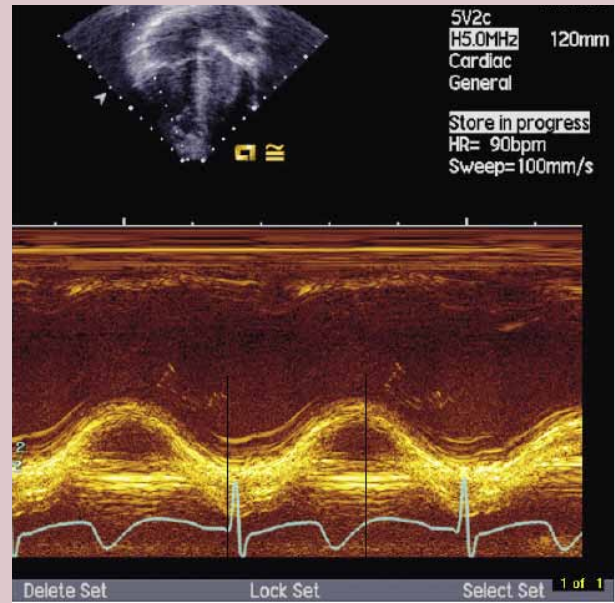
aikuisikäisiä potilaita on Suomessa noin 150. Systeemi-kammiona toimivan oikean kammion dysfunktio sekä mahdolliset tunneliahtaumat ovat näiden potilaiden keskeisin myöhäisseurannan ongelma. Trikuspidaliläpän vuodon ilmaantuminen tai vaikeutuminen heijastaa oikean kammion laajentumista. On huomioitava, että vasemman kammion funktion tutkiminen eteistunneloidulla transpositiopotilaalla EI kerro systeemi-kammion toiminnasta.

Oikean kammion funktion tutkiminen kaikukuva-uksella on haasteellista, koska oikea kammiot sijaitsee aivan rintalastan alla ja osa siitä leikkautuu kuvattaessa kuvan ulkopuolelle. Oikean kammion muoto ja supistumistapa ovat aivan erilaiset kuin vasemmassa kammiossa. Tämän vuoksi vasemman kammion toiminnan mittaamenetelmät eivät oikeata kammiota tutkittaessa ole luotettavat. Parhaiten oikea kammiot kuvantuu joko nelilokerokuvasta sydämen kärjestä tai subkostaalisesti kuvattuna. Ensiksi arvioidaan oikean kammion kokoa ja supistuvuutta silmämääräisesti. Trikuspidaliläpän merkittävä vuoto viittaa oikean kammion toiminnan häiriöön. Oikean kammion funktiota voidaan lisäksi arvioida mittaamalla trikuspidaliläpän anteriorisen annulustason liikelaajuutta systolessa (TAPSE, normaaliarvo $>1.5 \text{ cm/sec}^2$) M-moodikuvauksella (kuva 4) sekä mittaamalla oikean kammion etuseinämän sydänlihaksen liikenopeutta kudosis-Dopplerilla trikuspidaliläpän annuluksen distaalipuolelta (normaali yli 12 cm/sec). Oikean kammion funktion selvittelyyn tarvitaan usein erilaisia ultraäänimittauksia kliinisiin löydöksiin yhdistettynä.

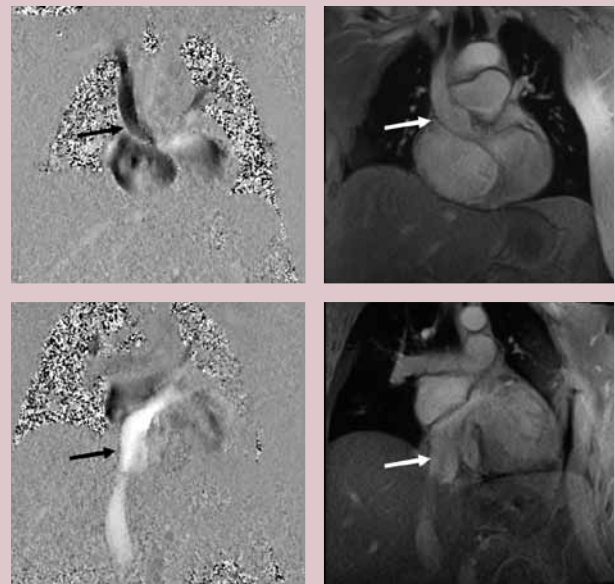
Oikean kammion supistuvuutta voidaan arvioida epäsuorasti mittaamalla oikean kammion pinta-alan kutistuvuutta syklin aikana [(RV pinta-ala diastolesa – RV pinta-ala systolessa) / RV pinta-ala diastolesa]. Normaalisti pinta-alan kutistuvuusarvo on $>0,32$. Kammion supistuvuutta voidaan arvioida mittaamalla kammion tilavuuden muutosta syklin aikana sekä 4D-ultraäänellä että MK:lla. Käytännössä MK on paras tapa mitata RV:n kokoa ja supistuvuutta. Kine-magneettikuvauksella määritetään oikean systeemikammion loppu-diastolinen tilavuus ja funktio.

Tahdistinpotilaalla oikean kammion funktio voidaan määrittää sykkeeseen tahdistetulla TT:llä.

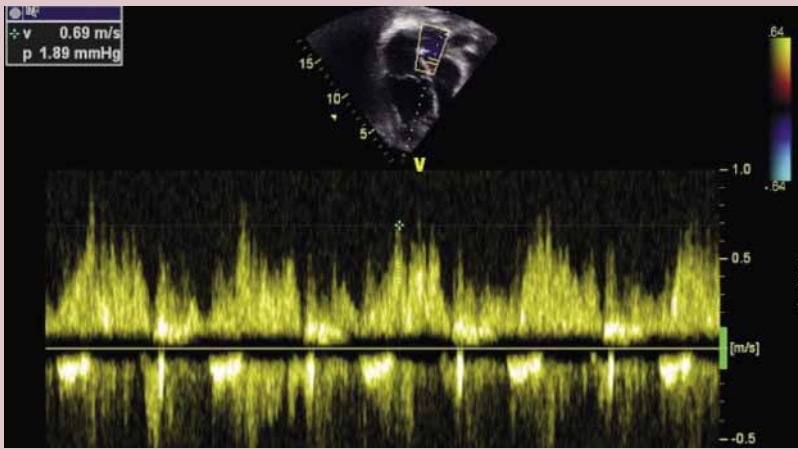
Jos eteistunneloinnilla korjatun valtasuonten transpositio -potilaan yleiskunto huononee tai hänelle tulee rytmihäiriöitä, eikä taustalla ole systeemikammion toimintahäiriö, pitää taustalta etsiä erityisesti laskimotunnelin ahtaumaa. Laskimotunneliahtauman riski on erityisen suuri (25 %) Mustardin-tekniikassa, jossa tunneleiden muovaukseen on käytetty keinomateriaalia. Eteistunnelien virtausten tutkiminen kaikuku-



Kuva 4. TAPSE:a (Trikuspidaliläpän anteriorisen annulustason systolinen liike) voidaan käyttää yhtenä menetelmänä oikean kammion supistuvuuden arviointiin. Kuvassa TAPSE on $1,9 \text{ m/sec}$.



Kuva 5. Vasemmalla virtausmittauskuvat ja oikealla anatomiset kine-magneettikuvat Mustard-tekniikalla korjatulla transpositiopotilaalla. MK osoittaa laskimotunnelin ylä- ja alaosan olevan aivoimet (nuolet).



KUVA 6. Vapaasti virtaavassa laskimotunnelissa on vaiheinen virtaus pulssiDopplerilla mitattuna.

vauksella on tärkeä osa potilaiden seuranta. Väljässä tunnelissa virtaus näkyy väri-Dopplerkuvauksella laminaarisena ja vaiheisena (kuva 6). Ahtaassa tunnelissa virtaus on kiihtynyttä (> 1 m/s) ja muuttuu pyörteiseksi ja jatkuvaksi. Alaonttolaskimon tunneloinnin ahtausta voi heijastua alaonttolaskimon laajentumisena ja hengitysvaihtelun vähäisyytenä. Vastaavasti yläonttolaskimon tunneloinnin ahtausta voi heijastua kaulalaskimopaineen nousuna kliinisessä tutkimuksessa.

Eteistunnelien rakennetta ja virtauksia selvittäessä on ongelmatapauksissa hyötyä ruokatorven kautta tehdystä kaikukuvauksesta ja MK:sta. Kine-magneettikuvauksella määritetään oikean systeemikammion loppudistalinen tilavuus ja funktio. Eteistunnelien avoimuus ja ahtaumat määritetään virtausmittauksin.

Ennen uusintaleikkausta on kuitenkin aina tehtävä sydämen katetrointi ja tunnelien varjoainekuvaukset.

Nykyisin valtasuonten transpositio korjataan anatomisella valtimovaihto (arterial switch) –leikkauksella. Leikkauksessa aortta ja keuhkovaltimo katkaistaan ja vaihdetaan keskenään. Myös sepelvaltimot siirretään neo-aortan tyveen. Ensimmäiset potilaat, joiden transpositio on korjattu valtimovaihtoleikkauksella ovat saavuttaneet aikuisiän. Tällä tavalla korjattujen potilaiden myöhäisseurannassa kiinnitetään huomiota vasemman kammion funktioon. Toiminnanhäiriö voi olla viite sepelvaltimo-ongelmasta, koska leikkauksessa on sepelvaltimot siirretty. Osalle potilaista voi kehittyä aorttaläpän vuoto, mikä on helposti arvioitavissa ultraäänitutkimuksella. Noin 15% potilaista tulee keuhkovaltimosauman tai keuhkovaltimon haarojen ahtaumia myöhemmin. Ne kuvantuvat parhaiten MK:lla.

Toimenpideindikaatiot suurten valtasuonten seurannassa on kuvattu ESC:n suosituksessa (European Heart Journal 2010).

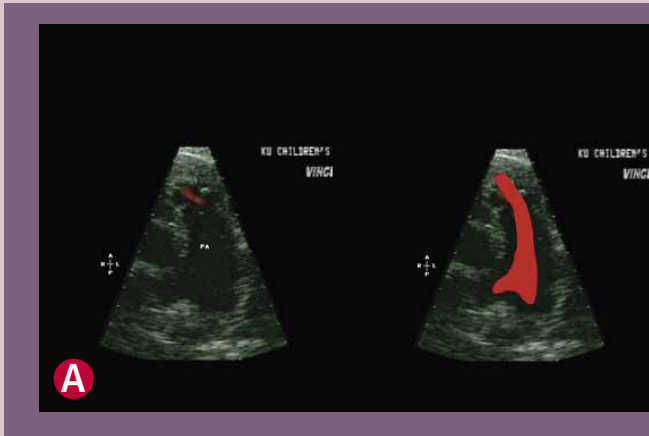
3. Fallot'n tetralogia (TOF)

Suomessa on noin 400 aikuisikäistä potilasta, joille on lapsuudessa tehty korjausleikkaus Fallot'n tetralogian vuoksi.

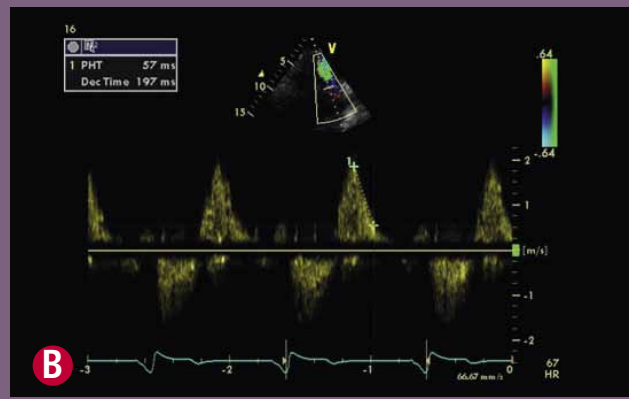
Noin 2/3:lla potilaista ennuste alkaa merkittävästi huonontua kun leikkauksesta on kulunut yli 25 vuotta. On ilmeistä, että myöhäiskuolleisuuden taustalla on oikean kammion dysfunktio, jonka keskeisin hemodynaaminen syy on keuhkovaltimoläpän vuoto. Vaikea keuhkovaltimoläpän vuoto liittyy useimmiten transanulaariseen laajennuspaikkaan (kuva 7 A ja B).

Kaikukuvauksella voidaan arvioida oikean kammion tilavuuskuormitusta (ks. edellä). Oikean kammion koon kasvusta ja supistusvireydestä saadaan viitteitä jo silmämääräisellä arviolla. Kammioseptumin paradoksaalinen liike viittaa merkittävän tilavuuskuormituksen. Oikean kammion täytön ylittäessä vasemman kammion täytön kammioväliseinä liikkuu M-moodikuvassa anteriorisesti systoleissa ja posteriorisesti diastoleissa (kuva 8A). 2D-kuvassa tilavuuskuormituksessa septum oikenee keski-loppudistalossa (kuva 8B)

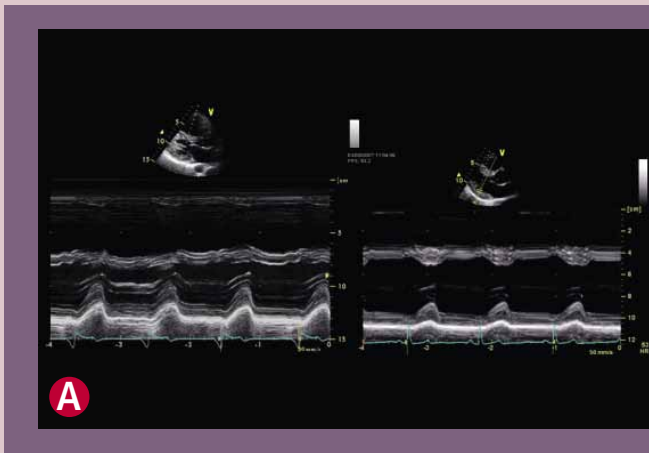
Sydämen magneettikuvaus on tärkein TOF-potilaan kuvantamismenetelmä ja sen pitäisikin kuulua TOF-potilaan säännölliseen seurantaan. (kuva 9). Kine-magneettikuvauksella saadaan selville RV:n absoluuttiset ja pinta-alaan suhteutetut tilavuudet diastoleissa ja systoleissa. Keuhkovaltimoläpän vuotofraktio lasketaan yhden sykäyksen aikana tapahtuvan eteen- ja taaksevirtauksen määrästä. Oikean kammion ulosvirtauskanavan ahtausta arvioidaan anatomisista kuvista ja virtauksen huippunopeudesta. Jos keuhkovaltimot näyttävät ahtailta, keuhkojen perfuusiosuhde määritetään virtausmittauksella oikeasta ja vasemmasta keuhkovaltimosta.



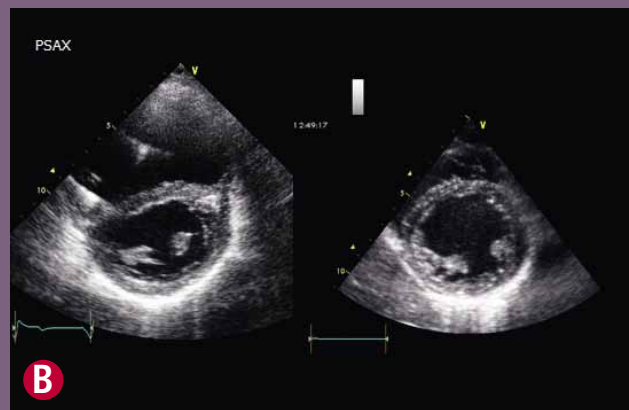
Kuva 7A. Kaikukuvauksella voidaan Dopplerkuvauksella arvioida keuhkovaltimolämpän vuodon astetta. Merkittävä keuhkovaltimolämpän vuoto alkaa päärunгон lopusta tai jopa päähaaroista.



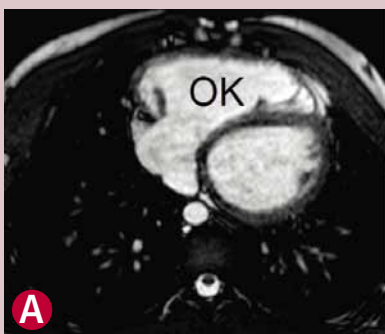
Kuva 7B. Merkittävä vuoto on lyhytkestoinen; PHT on alle 100 ms ja/ tai vuodon kesto on alle 80% koko diastolen kesto. Vastaavasti auskultaatiossa merkittävän keuhkovaltimolämpän vuodon sivuääni EI ole holodiastolinen.



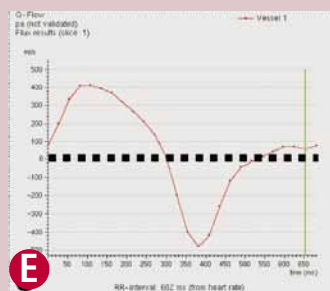
Kuva 8A. Oikean kammion tilavuuskuormitus M-moodikuvauksella arvioituna. Oikealla normaali sydän. Vasemmalla nähdään oikean kammion tilavuuskuormitukseen liittyvä septumin paradoksaalinen liike.



Kuva 8B. Oikean kammion tilavuuskuormitus 2-D -kuvauksella arvioituna. Oikealla normaali sydän. Vasemmalla nähdään oikean kammion tilavuuskuormitukseen liittyvä septumin oikeeneminen loppudiastolissa.



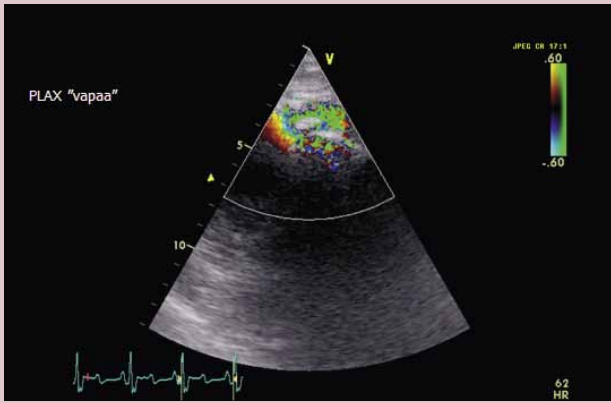
Kuva 9. Fallotin tetralogiapotilaan



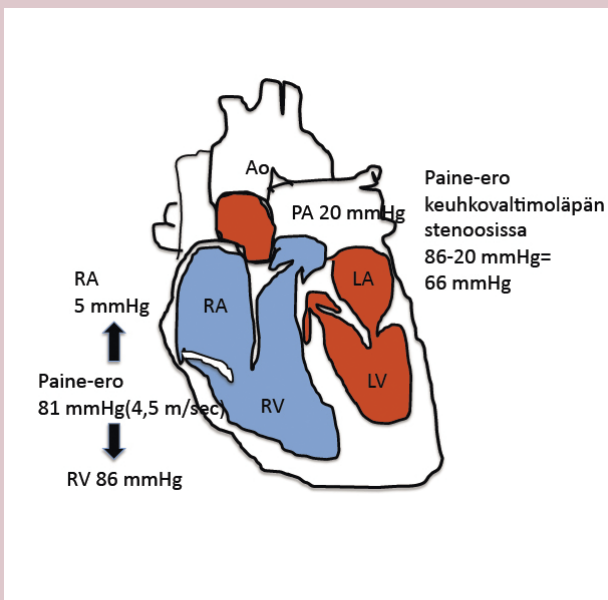
A) Transaksiaalinen kinemagneettikuva, jota käytetään oikean kammion (OK) tilavuuden mittaamiseen. Oikea kammio kuvataan leike leikkeeltä ja kuvista mitatuista pinta-aloista saadaan kammion tilavuus (ml) diastolissa ja systolissa.

B) 3D-magneettiangiografiakuva keuhkoverisuonista.
C) ja D) Inplane-virtausmittauskuvat keuhkovaltimosta systolissa (C) ja diastolissa (D). Sydäimestä pois päin kulkeva veri kuvantuu valkoisena ja sinne palaava mustana, harmaaskaala kertoo virtauksen nopeuden. Potilaan pulmonaalivuoto näkyy diastolisessa kuvassa (D) virtausmittaustason (valkoinen viiva) kohdalla.

E) Virtausmittauksesta saatu käyrä. X-akselilla R-R-väli (ms) ja Y-akselilla virtauksen nopeus (ml/s) kullakin ajanhetkellä. Katkoviiva osoittaa virtausnopeutta 0 ml/s ja sen alapuolelle tuleva pinta-ala kertoo pulmonaalivuodon määrän. Pulmonaalivuotofraktio on 38 %.



Kuva 10. Homografitin ahtauman arviointi kaikukuvauksella. Muokattuessa parasternaalisessa pitkittäisakselinäkyvässä nähdään Doppler-kuvauksella kiihtunut virtaus ahtaautuneen homografitin läpi, mutta luotettavaa huippugradinetta ei voida määrittää



Kuva 11. Homografitiahtauman asteen epäsuora mittaustapa jatkuvalla Doppler-kuvauksella trikuspidaaliläpän vuodosta. Vaikeassa ahtaumassa oikean kammion systolinen paine on yli 80 mmHg. Esimerkissä trikuspidaaliläpästä arvioitu oikean kammion ja eteisen välinen paine-ero on 81 mmHg $[(4 \times (4,5 \text{ m/sec})^2)]$. Tähän lisätään arvioitu oikean eteisen paine 5 mmHg, jolloin saadaan arvio oikean kammion paineesta (81+5 mmHg=86 mmHg). Arvioitu keuhkovaltimon systolinen paine on 20 mmHg, joten homografitin paine-eroksi jää 86-20 mmHg=66 mmHg.

Normaali RVEDV on alle 110 mL/m². Vastaavasti RVEF on normaalisti $\geq 50\%$. RV:n supistusvireys on merkittävästi alentunut jos RVEF on alle 35%. Merkittävässä keuhkovaltimoläpän vuodossa vuotofraktio on yli 30%. Lapsilla kammio-tilavuus ilmoitetaan myös Z-arvona, joka on kokoon ja sukupuoleen suhteutettu standardideviaatio. Tehosteaineen (gadolinium) annon jälkeen arvioidaan oikean kammioseinämän fibroosia. Oikean puolen funktiota on hyvä verrata vasemman puolen funktioon.

Varjoainemagneettiangiografioista voidaan tehdä kolmiulotteisia rekonstruktioita, joiden avulla keuhkoverisuonisto ja systeemiarteriat ovat hahmotettavissa yhdellä silmäyksellä (kuva 9b).

Jos sydämen MK-tutkimusta ei voida jostakin syystä tehdä, voidaan sydän tutkia tietokonetomografialla. TT-tutkimuksesta saadaan kammio-tilavuudet ja tahdistetusta TT:stä myös ejektiofraktiot. TT:llä ei voi tehdä virtausmittauksia, mutta jos oikovirtauksia ei ole, pulmonaalivuotofraktio on laskettavissa kammio-tilavuuksien muutoksista. TT-angiografia tuottaa hienot kolmiulotteiset kuvat suurista suonista.

Uusimpien katsausten perusteella leikkausta tulee harkita jos läppävuoto on merkittävä ja seurannassa oikea kammio dilatoituu niin, että RVEDV ylittää 150 mL/m² MK:lla mitattuna. Leikkauksen lisäaiheita ovat merkittävä trikuspidaaliläpän vuoto ja QRS-kompleksin leviäminen (QRS ≥ 180 ms). Lisäksi muut samanaikaiset jäännösviat (VSD, aortan dilataatio, aorttaläpän vuoto) puoltavat korjausleikkausta. On huomattavaa, että potilaalla ei tarvitse olla vajaatoiminnan oireita tai dokumentoitua arytmiää.

4. Putkiproteesin toiminnan häiriö

Homografitin vääjäämätön rapautuminen aiheuttaa proteesiläpän ahtauman ja/tai vuodon ajan mittaan. 20 vuoden seurannassa 60-70% potilaista tarvitsee uusintatoimenpiteen. Viimeaikoina perkutaanisesti katetroinnissa viedyllä stenttiin asetetulla bioproteesilla, Melody®-läpällä, on voitu korvata osa homografitin uusintaleikkauksista.

Homografitiläpän vuodon arvio kaikukuvauksella ja MK:lla noudattaa edellisessä kappaleessa mainittuja periaatteita. Proteesin ahtautumisen suora arvio kaikukuvauksella on usein mahdotonta, koska läpän sijainti yleensä poikkeaa natiiviläpän sijainnista (kuva 10). Proteesin ahtautumisen astetta voidaan sen sijaan arvioida määrittämällä oikean kammion paine trikuspidaaliläpän vuodon perusteella (kuva 11).

Homografitiläpän vuodon arvio kaikukuvauksella ja MK:lla noudattaa edellisessä kappaleessa mainittuja

periaatteita. Katetrointia tarvitaan, jos tarkoituksena on tehdä katetritoimenpide samalla.

ESC suosittelee toimenpidettä, jos potilas on oireinen ja oikean kammion paine on kohonnut (>60 mmHg) ja samanaikaisesti keuhkovaltimoläpässä on kohtalainen tai voimakas vuoto.

Oireettomalle potilaalle, jolla on joko vaikea oikean kammion ulosvirtauksen ahtauma tai vuoto, suositellaan toimenpidettä mikäli on vähintään yksi seuraavista löydöksistä: alentunut suorituskyky, etenevä oikean kammion laajeneminen, etenevä oikean kammion dysfunktio, merkittävä trikuspidaaliläpän vuoto tai merkittäviä rytmihäiriöitä.

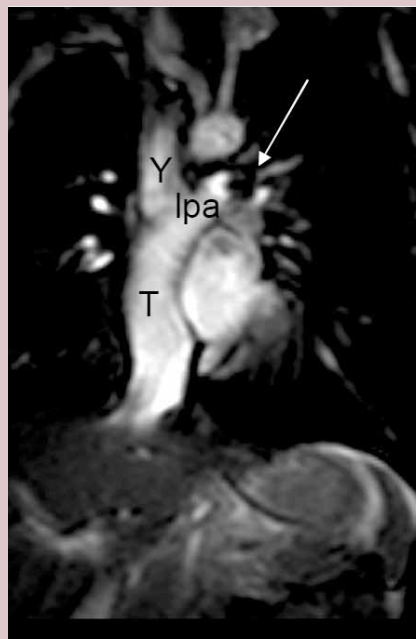
5. Yksikammioinen sydän (UVH)

Yksikammioisessa sydämessä voi jäljelle jäävä kammiolla olla joko vasentyyppinen (esimerkiksi trikuspidaalitresiasissa) tai oikea kammiolla (esimerkiksi vasen hypoplasia). Aikuisia, joilla on yksikammioinen sydänvika, pallioitu yksikammioiseksi verenkierroksi (ns. Fontan-verenkierto) on tällä hetkellä seurannassa noin 50–60. Vuosittain uusia yksikammioisia sydänlapsia syntyy 10–15. Yksikammioisessa verenkierrossa ohjataan laskimoveri suoraan sydämen ohi keuhkovaltimoon. Ainoa kammiolla jää systeemikammioiksi. Aiemmin tämä verenkierto luotiin yhdistämällä oikean eteisen korvake suoraan keuhkovaltimoon (ns. klassinen Fontan-leikkaus). Jo noin 20 vuoden ajan laskimoveri on ohjattu keuhkoverenkiertoon yhdistämällä yläonttolaskimo suoraan ja alaonttolaskimo proteesiputken kautta keuhkovaltimoon (ns. TCPC leikkaus). Usein proteesiputken ja eteisen välille jätetään fenestraatioyhteys.

Yksikammioinen verenkierto on täysin esikuorimasta riippuvainen. Tärkein esikuorimaa säätelevä tekijä on keuhkoverenkierron kautta kulkevan veren määrä. Niinpä potilaan yleiskunnon tai happisaturatation laskiessa on ensin tarkastettava, onko keuhkoverenkierrossa ahtaumia tai onko keuhkoverenkierron paine tai vastus kohonnut. Keuhkoverenkierron esteestä tai kohonneesta vastuksesta voi saada viitteitä, jos fenestraation kautta mitatun oikea-vasen -oikovirtauksen keskipaine-ero on koholla (normaalisti se on 5–7 mmHg). Samaan viittaavat laajentuneet alaonttolaskimo ja maksalaskimot ja vähäinen alaonttolaskimon läpimitan supistuminen voimakkaan nopean sisäänhengityksen aikana. Keuhkoverenkierron määrää voivat vähentää myös kilpaileva kollateraali Verenkierto tai suora yhteys systeemilaskimosta keuhkolaskimoon. Nämä sekä keuhkovastus ovat parhaiten selvi-

tettävissä sydänkatetroinnilla ja varjoainekuvauksella. MK:lla voidaan myös kuvata mahdolliset keuhkoverenkierron ahtaumat. Kammiofunktio on melko harvoin yksikammioista verenkiertoa rajoittava tekijä. Kammiofunktio mitataan vasentyyppisestä systeemikammioista tavanomaiseen tapaan ja sitä arvioidaan oikeatyyppisestä kammioista aiemmin edellä kuvatuin tavoin.

Kine-magneettikuvausta käytetään systeemikammion tilavuuden ja toiminnan mittaamiseen. Virtausmittauksilla selvitetään sekä aorttaläpän pitävyys että keuhkoverenkierron jakauma, kun laskimopaluu ohittaa sydämen tunnelia pitkin (kuva 12).



Kuva 12. Viistokoronaali kineuvat yksikammioisesta sydäimestä, jossa keuhkoverenkierto on ohjattu ylä- ja alaonttolaskimosta (Y ja A) tunnelin (T) kautta oikeaan (RPA) ja vasempaan (LPA) keuhkovaltimoon. Nuoli osoittaa vasemman keuhkovaltimon (LPA) klipsin aiheuttamaa signaalikatoaluetta.

Yhteenveto

Rakenteellisten sydänvikojen tutkimuksessa potilaan kliininen tutkiminen on ensiarvoisen tärkeää. Ultraäänitutkimuksella saadaan usein kattava kuva sydämen funktiosta. Varsin usein tarvitaan kuitenkin myös muita kuvantamismenetelmiä kuten sydämen magneetti- tai tietokonekuvausta, varsinkin oikean kammion, keuhkoverisuoniston ja aortan kuvantamiseksi. Sydänkatetrointi on edelleen ainoa tapa mitata keuhkoverenkierros paine ja vastus luotettavasti.

Lähteet ovat saatavissa kirjoittajilta. ■

Eero Jokinen
Dosentti, ylilääkäri
HYKS
Lastenlinikka

Jorma Kokkonen
Dosentti, kardiologian erikoislääkäri
Keski-Suomen keskussairaala

Kirsi Lauerma
Dosentti, radiologian erikoislääkäri, ylilääkäri
HYKS
HUS-Röntgen