

# SYDÄNINFARKTIN JÄLKEISEN KAMMIOTAKYKARDIAN ABLAATIOHOITO

Paavo Uusimaa ja MJ Pekka Raatikainen

Sydäninfarktin jälkitila on tavallisin yhdenmuotoisen kammiotakykardian syy. Kammiotakykardian tyypillinen anatominen substraatti on parantunut sydäninfarktiarpi, jonka reunoilla on hitaasti sähköä johtavaa poikkeavaa lihaskudosta, mikä luo edellytykset yhdenmuotoisen kammiotakykardian syntyyn kiertoaktivaatiomekanismilla. Monimuotoisen kammiotakykardian mekanismit tunnetaan huonommin. Ablatiohoito on aiheellinen potilailla, joilla on toistuvia rytmihäiriötahdistimen iskuihin johtavia kammiotakykardioita asianmukaisesta lääkityksestä huolimatta. Rytmihäiriön kartoituksessa käytetään tahdistukseen perustuvien menetelmien lisäksi rytmihäiriösubstraatin kartoitusta uusilla elektroanatomisilla menetelmillä, jolloin myös hemodynaamisesti huonosti siedettyjä rytmihäiriöitä voidaan hoitaa. Suurimmalla osalla potilaista on useampia takykardioita, jotka kaikki pyritään hoitamaan. Ablatiohoito tehdään radiotaajuusenergiaa käyttäen nykyään varsin usein huuhdeltavilla katetreilla (irrigated tip), jolloin suurempia energiamääriä saadaan tunkeutumaan kudokseen ilman lämpötilan kohoamista. Kammiotakykardian ablaatiohoidon välittömät tulokset ovat hyviä onnistumisen vaihdellessa 67 %:n ja 96 %:n välillä, mutta uusien takykardioiden kehittymisriski on jopa 30–46 %. Toimenpidekomplikaatioita on noin 8 %:lla potilaista, niistä vakavimpina aivoverenkiertohäiriöt (2.7 %) ja kuolemat (2.7 %). Sydänsairauden eteneminen ja siihen liittyvä kuolleisuus on myös huomattavaa (noin 50 % viidessä vuodessa). Tekniikoiden kehittyminen saattaa tulevaisuudessa nopeuttaa ja helpottaa toimenpidettä sekä parantaa pitkäaikaistuloksia.

*Sydänääni 2006;(17)5A:72–79.*

Sydäninfarktin jälkitila on tavallisin yhdenmuotoisen kammiotakykardian syy. Monimuotoista kammiotakykardiaa ja kammiövärinää esiintyy vaikeassa iske-miassa, komplisoituneessa sydäninfarktissa ja sydämen vajaatoiminnan loppuvaiheessa. Suuri infarktivaurio, vasemman kammion pumppauskyvyn huomattava aleneminen, kammioaneurysman syntyminen ja vaurion ulottuminen kammioiden väliseinään lisäävät infarktin jälkeistä rytmihäiriöriskiä. Vaikka parantunut revaskularisaatio ja vasemman kammion uudelleen muovautumista estävä lääkehoito ovat vähentäneet infarktin jälkeisen kammiotakykardian esiintyvyyden noin 1 %:iin, parantunut infarktin jälkeinen ennuste toisaalta lisää näiden potilaiden määrää (Callans 2006).

## Patofysiologia

Kammiotakykardian tyypillinen anatominen substraatti on laaja parantunut sydäninfarktiarpi, joka kehittyy ensimmäisten infarktin jälkeisten viikkojen aikana kuolleen sydänlihaksen korvautuessa sidekudoksella.

Tiiviin infarktiarven reunalla ja juosteina myös arven sisällä on elektrofysiologisesti poikkeavia lihassoluja. Näiden solujen välisten liitosten määrä on normaalia vähäisempi ja niiden rakenne ja toiminta on muuttunut siten, että johtuminen hidastuu ja estyy infarktin reuna-alueilla. Tähän sopivia matala-amplitudisia, pitkäkestoisia ja fragmentoituneita signaaleja voidaan rekisteröidä sinusrytmin aikana näiltä alueilta kammiotakykardiapotilailta (Callans 2006).

Yhdenmuotoinen kammiotakykardia syntyy useimmiten kiertoaktivaatiomekanismilla. Oikea-aikainen lisälyönti tai lisälyöntien sarja aiheuttaa yksisuuntaisen katkoksen hitaan johtumisen alueella ja laukaisee takykardian. Anatomisen substraatin lisäksi takykardian jatkumiseen voidaan tarvita toiminnallinen muutos kuten iskemia, elektrolyyttimuutos, happo-emäs-tasapainon muutos tai johtumiseen vaikuttava lääkehoito, jotka entisestään hidastavat johtumista tällä alueella. Joskus hitaan johtumisen alue sijaitsee arven ja anatomisen rakenteen, kuten mitraaliannuluksen, välissä. Kiertoaktivaatiomekanismilla syntyvään kammiotakykardiaan

viittaavat rytmihäiriön käynnistyminen ja loppuminen kammiotahdistuksella, rytmihäiriön käynnistymisen riippuminen tahdistuspaikasta, lisälyönnin kytkentävälän ja ensimmäisen kammiotakykardialyönnin käänteinen suhde, sekä vaste tahdistukseen kammiotakykardian aikana (resetointi ja entrainment) (Callans 2006).

Yhdenmuotoinen kammiotakykardia saattaa syntyä muullakin mekanismilla kuin kiertoaktivaatiolla ja tällöin kammiotakykardia voi olla toistuva ja lyhytkestoinen. Monimuotoisen kammiotakykardian mekanismit tunnetaan huonommin, mutta viime vuosina on julkaistu pieniä potilassarjoja spesifisten käynnistäjien sijainnista His-Purkinje- systeemissä (Szumowski ym. 2004, Reddy 2006).

### **Katetriablaatiohoidon indikaatiot, kontraindikaatiot ja hoidon suunnittelu**

Infarktin jälkeisen kammiotakykardian ensisijainen hoitomenetelmä on rytmihäiriötahdistin yhdistettynä rytmihäiriölääkitykseen. Ablaatiohoitoa tarvitaan, jos rytmihäiriötahdistinpotilas saa asianmukaisesta lääkehoidosta huolimatta toistuvia iskuja nopean kammiotakykardian takia, ylitahdistusterapiat hitaampaan kammiotakykardiaan ovat tehottomia ja johtavat tahdistimen iskuun tai potilas oireilee voimakkaasti ylitahdistusterapian aikana. Samoin ablaatiohoitoa voidaan tarvita hitaan kammiotakykardian hoitoon, mikäli potilas altistuu aiheettomille rytmihäiriötahdistimen toiminnoille sinusrytmien noustessa tunnistusalueelle. Ablaatio soveltuu tuskin koskaan ainoaksi kammiotakykardian hoidoksi infarktin jälkeen, kun otetaan huomioon taudin etenevä luonne. Joskus ablaatiohoito on aiheellinen ennen rytmihäiriötahdistimen asennusta sellaisilla potilailla, joilla on jatkuva tai tiheästi toistuva kammiotakykardia (incessant ventricular tachycardia) (Callans 2006, Reddy 2006).

Ablaatiohoitoa suunniteltaessa on syytä tarkoin tutkia käytössä olevat rytmihäiriö-EKG-dokumentit ja rytmihäiriötahdistimen intrakardiaaliset EKG-rekisteröinnit. Ablaatiohoidon tulokset ovat yleensä sitä paremmat, mitä vähemmän muodoltaan erilaisia kammiotakykardioita potilaalla esiintyy. Potilaan yleistilan ja erityisesti verenkierron tarkka tutkiminen ennen ablaatiohoitoon päättymistä on hyvin tärkeää. Vain noin 10 %:lla potilaista jatkuva kammiotakykardia on hemodynaamisesti siedetty siten, että sen aktivaatiota voidaan riittävästi kartoittaa rytmihäiriön aikana. Takykardian hemodynaamiset vaikutukset vaikuttavat paitsi potilasvalintaan myös käytettäviin kartoitusmenetelmiin (Callans 2006).

### **Kartoitusmenetelmät**

#### *Sepelvaltimoiden ja vasemman kammion kuvantaminen*

Varsinaista kartoitusta edeltää sepelvaltimoiden varjoainokuvaus ja vasemman kammion kineangiografia, joiden avulla rytmihäiriön kannalta merkitykselliset rakenteet voidaan alustavasti paikantaa. Tarvittaessa voidaan tehdä myös positroni-emissio-tomografia, magneettitutkimus tai tietokonetomografia (Callans 2006, Reddy 2006).

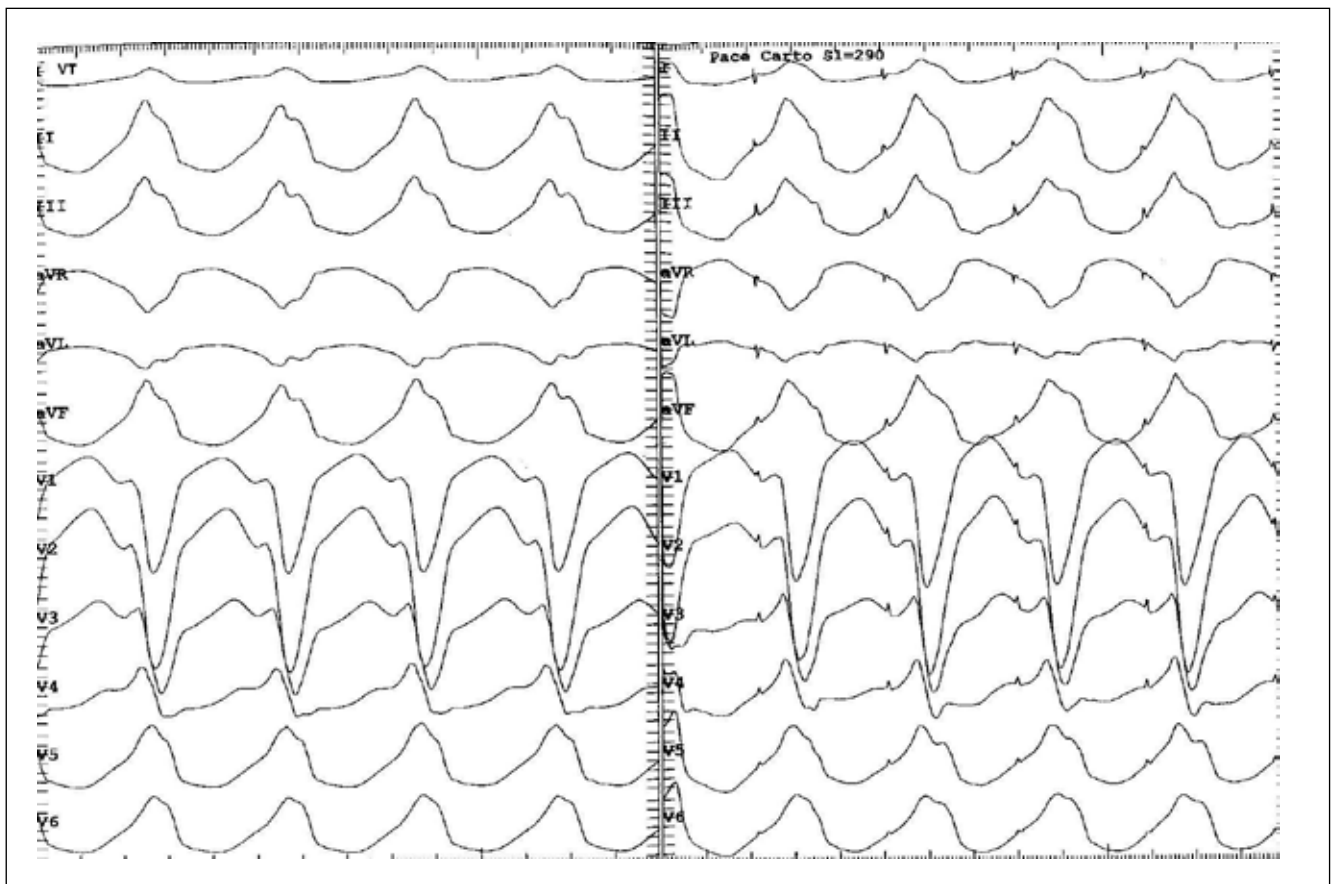
#### *Kammiotakykardian muodon tutkiminen*

Ohjelmoidun kammiotahdistuksen avulla pyritään käynnistämään kliininen takykardia ja selvittämään esiintykö potilaalla muodoltaan monenlaisia takykardioita. Ohjelmoitu kammiotahdistus tuo yleensä esiin muodoltaan useampia kammiotakykardioita kuin mitä potilaalla on siihen mennessä esiintynyt. Samalle potilaalle voidaan indusoida keskimäärin 3–4 erilaista kammiotakykardiaa, mutta usein nämä esiintyvät pareittain siten, että niillä on yhteinen istmus, mutta kiertosuunta on erilainen (Callans 2006, Reddy 2006).

Kammiotakykardian muodosta analysoidaan haarakatkos, akseli ja kompleksin muoto rintakytkennöissä. Vasemman haarakatkoksen kuvalla esiintyvä kammiotakykardia saa infarktipotilailla alkunsa yleensä kammiövälistä ja harvemmin oikeasta kammiosta, kun taas oikean haarakatkoksen kuvalla tulevat takykardiat lähtevät vasemman kammion seinämästä. Ylöspäin suuntautuva akseli viittaa lähtökohtaan vasemman kammion alaosaan ja alaspäin suuntautuva akseli vasemman kammion yläosaan. Positiiviset R-aallot rintakytkennöissä puolestaan viittaavat lähtökohtaan mitraalialueeseen ja negatiiviset QRS-kompleksit sydämen kärjen alueeseen (Callans 2006, Reddy 2006).

#### *Kartoitus tahdistuksen ja entrainment-ilmion avulla*

Kammiotakykardian QRS-kompleksin muoto syntyy aktivaatorintaman tullessa ulos istmusalueelta arven reunalta. Kartoitettaessa arpialuetta tahdistamalla (pace mapping) verrataan tahdistamalla saadun 12-kytkentäisen EKG:n muotoa kliinisen kammiotakykardian muotoon, jolloin voidaan tehdä päätelmiä tahdistuskohdan sijainnista suhteesta rytmihäiriön kannalta keskeisiin rakenteisiin (Kuva 1). Käytettävän tahdistussyklin on oltava lähellä rytmihäiriösyklin pituutta (Stevenson ym. 1993, Stevenson ym. 1997, Arora ja Kadish 2006).



Kuva 1. Tahdistuskartoitus (pace mapping). Potilaalla on vasemman haarakatkoksen kuvalla esiintyvä kammiotakykardia (vasemmalla). Arven reunalta tehty tahdistus (oikealla) vastaa täysin kliinistä takykardiaa. Ablatio tälle alueelle poisti kammiotakykardiataipumuksen.

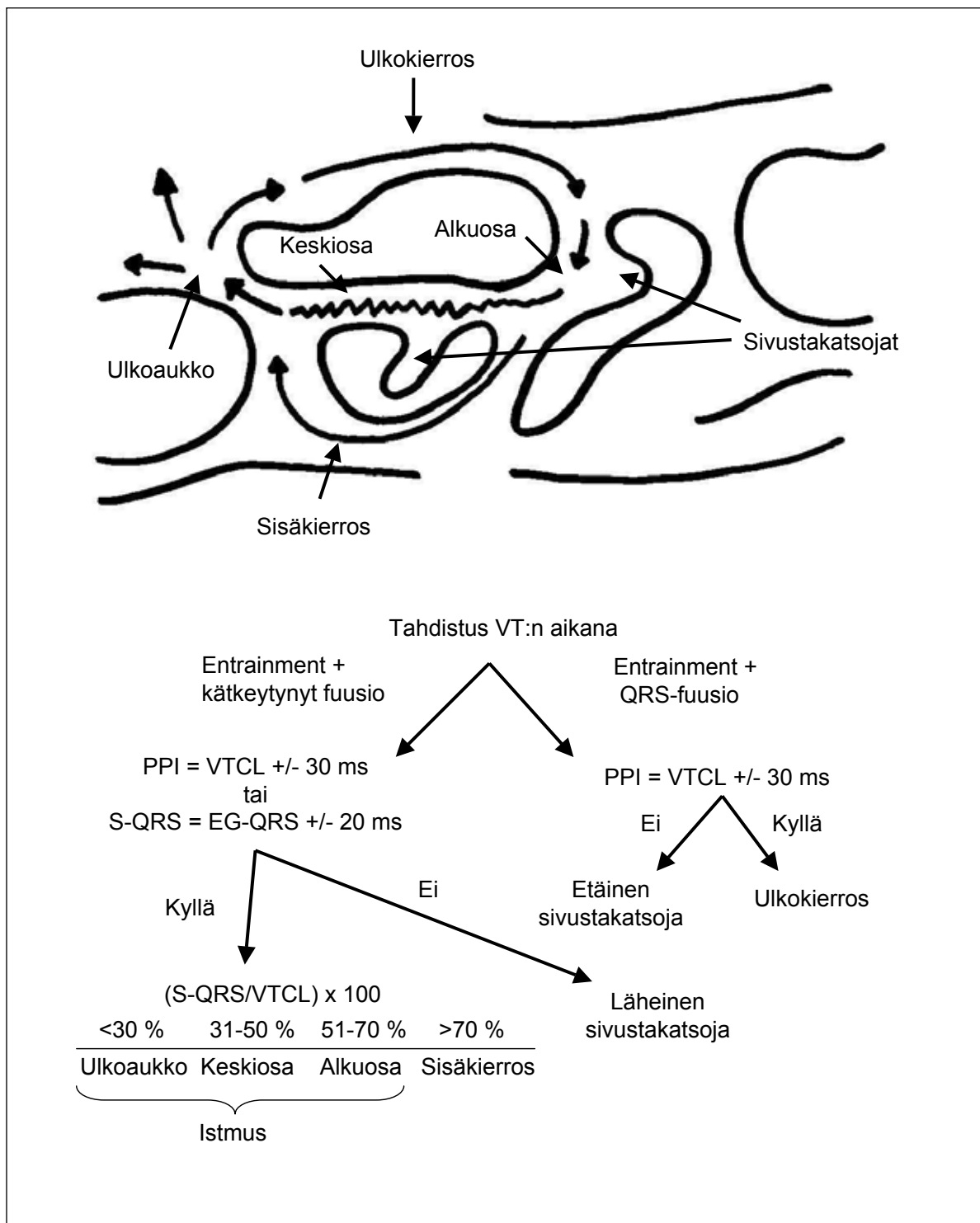
Entrainment-ilmiöllä tarkoitetaan tahdistuksen aiheuttamaa rytmihäiriön syklin ohimenevää lyhenevää takykardian aikana. Ilmiön havaitseminen vahvistaa kyseessä olevan kiertoaktivaatiolla syntyvän rytmihäiriön. Kun tutkitaan tahdistuksen aiheuttama takykardian QRS-heilahduksen muodon muutosta, tahdistuksen jälkeistä syklin pituutta ja stimuluksen ja sitä seuraavan QRS-heilahduksen viiveen suhdetta takykardiasyklin pituuteen, voidaan kartoittaa kiertoaktivaatiolle tärkeä istmusalue, ulostulokohta ja kierto lenkit (Kuva 2). Istmus-alueelta tahdistamalla QRS-heilahduksen muoto ja takykardian muoto vastaavat toisiaan ja tahdistuksen jälkeinen syklinpituus poikkeaa korkeintaan 30 ms takykardian syklin pituudesta (kätkeytynyt entrainment). Pidempi tahdistuksen jälkeinen syklinpituus viittaa tahdistuskohdan sijaintiin kiertosyklin ulkopuolella. Jos aikaviive stimulukselta QRS-heilahduksen alkuun poikkeaa korkeintaan 20 ms takykardian aikaisen elektrogrammin aikaviiveestä QRS-heilahduksen alkuun ja on pituudeltaan alle 70

% koko takykardian syklinpituudesta, kyseinen kohta sijaitsee istmuksessa (Stevenson ym. 1993, Stevenson ym. 1997, Arora ja Kadish 2006, Callans 2006).

Kammiotakykardian aikana voidaan infarktilueelta rekisteröidä keskidiastolisia korkeataajuisia potentiaaleja, jotka edeltävät kammiotakykardian QRS-heilahdusta. Näiden potentiaalien esiintyminen viittaa kohteen sijaintiin hitaan johtumisen alueella (Arora ja Kadish 2006).

### Substraattiin perustuva kartoitus

Entrainment-kartoitus yksinään käytettynä soveltuu vain hemodynaamisesti hyvin siedettyjen kammiotakykardioiden kartoitukseen ja edellyttää, että kammiotakykardia on toistetusti indusoitavissa muodoltaan ja syklinpituudeltaan samanlaisena ja stabiilina. Koska tällaisia potilaita on vain noin 10–25 % kaikista kammiotakykardiapotilaista, viime vuosina on kehitetty rytmihäiriösubstraatin kartoitukseen perustuvia



Kuva 2. Hemodynaamisesti siedetyn kammiotakykardian entrainment-kartoitus. Kaavakuva arvasta ja kiertoreiteistä (ylhäällä) ja päättelyalgoritmi (alhaalla). EG-QRS, elektrogrammin ja QRS-kompleksin välinen intervalli; PPI, tahdistuksen jälkeinen intervalli; S-QRS, stimuluksen ja QRS-kompleksin välinen intervalli; VTCL, takykardian syklinpituus.

menetelmiä epästabiilien ja huonosti käynnistettävien kammiotakykardioiden hoitoon. Niistä on hyötyä myös stabiileissa kammiotakykardiassa kiertoaktivaatio-syklin paikantamisessa (Callans 2006, Reddy 2006).

Eniten kokemusta kammiotakykardian kartoituksessa on magneettikenttään perustuvasta kartoitusmenetelmästä (Carto®), jonka avulla voidaan luoda elektroanatomien kartta normaalista ja infarktoituneesta sydänlihaksesta, sijoittaa karttaan ablaation kannalta lupaavat alueet ja tehdyt ablaatiot ja samalla vähentää katetrin paikannuksessa tarvittavaa läpivalaisua. Sinusrytmisissä bipolaarisen elektrogrammin amplitudi alle 0.5 mV vastaa tiivistä arpea ja yli 1.5 mV normaalia lihaskudosta (bipolar map, kuva 3). Näiden arvojen välissä olevat 0.5–1,5 mV:n amplitudit vastaavat anatomisesti infarktia ympäröivää raja-alueetta (Callans 2006).

Kun arpialue on saatu kartoitettua, pyritään kliinisen kammiotakykardian muotoa analysoimalla kohdistamaan jatkokartoitus oikealle reuna-alueelle. Kartoitus tehdään vertaamalla arven reunalta tahdistetun kompleksin muotoa kliiniseen takykardiaan. Mikäli takykardia on hemodynaamisesti siedetty, voidaan takykardia käynnistää ja tehdä kiinnostavimmille alueille entrainment-kartoitus. Samoin voidaan hemodynaamisesti siedetyn takykardian aikana tehdä lyhyt aktivaatorintamien kartoitus (activation map) (Callans 2006, Reddy 2006).

Arven sisältä voidaan myös etsiä alueita, joissa tahdistetun kompleksin muoto on sama kuin arven reunalla, mutta viive tahdistuksesta QRS-kompleksin alkuun on pitempi. Kyseessä saattavat tällöin olla arven sisällä olevat ohuet lihassäikeet, jotka voivat olla kriittisiä kohtia kiertomekanismeissa. Samoin voidaan takykardian tai tahdistuksen aikana etsiä arpialueen sisältä fragmentoituneita myöhäispotentialiaaleja (kuva 4), joiden tiedetään liittyvän takykardiasykliin (Reddy 2006).

### *Nopea yhden löynnin aktivaation kartoitus*

Substraatin kartoitukseen perustuvan tekniikan sijasta voidaan käyttää systeemiä, jossa koko kammion aktivaatio voidaan kuvantaa yhden sydämen syklin aikana 64 elektrodia sisältävällä pallokatetrilla ilman katetrin kontaktia kammion seinämään (EnSite®). Teoriassa kartoitus voidaan tehdä vain yhden takykardialöynnin perusteella, joten menetelmä soveltuu erityisesti epästabiilien kammiotakykardioiden tutkimiseen. Ongelmana tässä menetelmässä on elektroanatomista kartoitusta huonompi paikannuskyky, pallokatetrin

aiheuttamat ongelmat ablaatiokatetrin manipuloinnissa ja se, että vain indusoituvia takykardioita voidaan tutkia ja hoitaa (Reddy 2006).

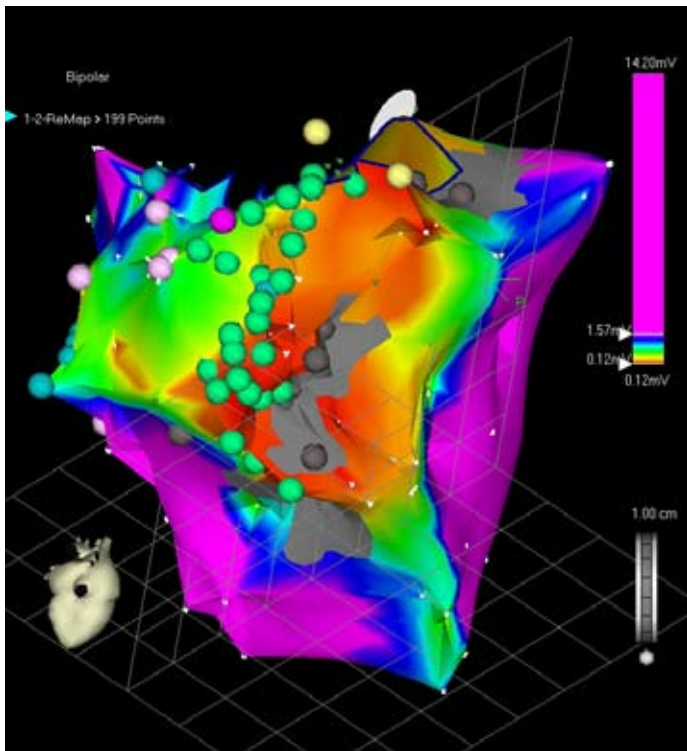
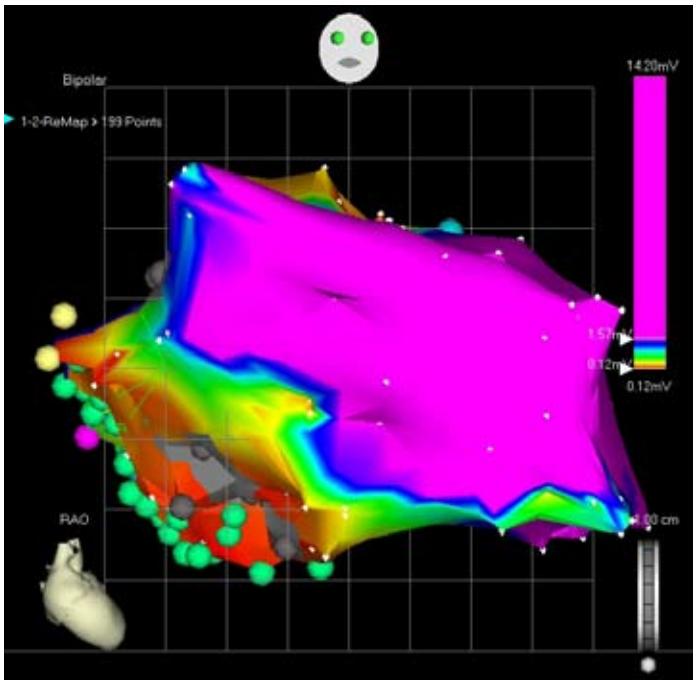
### *Laukaisijoiden kartoitus*

Kiertoaktivaatio-syklin kartoitukseen kehitetyt menetelmät eivät sovellu polymorfisen kammiotakykardian mekanismien tutkimiseen. Idiopaattisessa kammioväriinässä ja myös infarktin jälkeisessä polymorfisessa kammiotakykardiassa laukaisijoina näytävät toimivan ennenaikaiset lisälyönnit, jotka saavat alkunsa Purkinjen säikeistä infarktin reuna-alueilta. Näihin kohtiin suunnattu ablaatio poisti toistuvat arytmiat eikä uusitumista nähty keskimäärin 16 kuukauden seurannassa (Szumowski ym. 2004).

### **Ablaatiohoito (1. taso)**

Jos tahdistus- ja entrainment-kartoituksella on saatu istmus luotettavasti paikannettua, voidaan siihen suunnatulla ablaatiolla kammiotakykardia lopettaa 70–90 %:ssa tapauksista. Substraatin kartoitukseen perustuvissa menetelmissä tehdään yleensä yksittäisistä ablaatiopisteistä koostuva linja, jolla pyritään yhdistämään tiivis arpialue normaaliin kudokseen tai anatomiseen rakenteeseen kuten mitraalianulukseen ja samalla liittämään lupaavimmat tahdistuspisteet linjalla tiiviiseen arpialueeseen (kuva 3). Ablatiolinjan vetäminen koko arpialueen ympäri kirurgisen resektion tapaan on yleensä tarpeetonta, suurissa infarkteissa teknisesti vaikeaa ja saattaa kudostuhon kautta pahentaa vajaatoimintaa. Vaihtoehtoisesti voidaan ablaatio tällöinkin suunnata arpialueen sisältä löytyviin kanaviin, joiden kartoitus saattaa kuitenkin olla aikaa vievää eikä onnistu pienissä ja läiskittäisissä arvissa (Callans 2006, Reddy 2006).

Perinteisesti kammiotakykardian kartoitus ja ablaatio on tehty 4 mm:n kärjellä varustetulla katetrilla käyttäen lämpötilaohjattua radiotaajuusenergiaa (50 W, 52 °C, 60 s). Lämpötilan noustessa verihyytymien riski nousee, joten haluttaessa suurempia ja syvempiä leesi-  
oita, käytetään 8 mm:n katetria tai erityisesti huuhdeltavaa ablaatiokatetria (irrigated tip-  
katetri). Ablatiokatetrin huuhtelu sallii suurempien energiamäärien tunkeutumisen kudokseen ilman lämpötilan nousua. Käytettävät energiamäärät vaihtelevat välillä 35–70 W. (Lin ym. 2006, Reddy 2006). Itse käytämme iskeemisen VT:n hoidossa aina huuhdeltavaa katetria, koska silloin myös tromboembolisten komplikaatioiden vaara on pienempi.



*Kuva 3. Kammiotakykardiasubstraatin kartoitus. Carto®-laitteistolla tehty elektroanatominen kuva inferoposteriorisen infarktin sairastaneelta potilaalta. Potilaalla esiintyi oikean haarakatkoksen kuvalla tulevia hitaita kammiotakykardioita, jotka johtivat toistuviiin rytmihäiriötahdistimen toimintoihin. Bipolaarinen kartta RAO-suunnasta (A) ja inferoposteriorisesti kallistetusta suunnasta (B). Arpialue on merkitty harmaalla värillä ja sitä ympäröivä matalan jännitteen alue punaisella. Arven reunalta rekisteröidyt fragmentoituneet signaalit on merkitty violeteilla pisteillä ja mitraaliläpän anulus keltaisilla pisteillä. Kun yhdistettiin ablaatiolinjalla (vihreät pisteet) arpialue mitraalianulukseen, kammiotakykardia ei enää käynnistynyt. Yli kahden vuoden seurannan aikana rytmihäiriötahdistimen muistiin ei ole tallentunut yhtään kammiotakykardiaa.*

Mikäli takykardia on hemodynaamisesti siedetty, ablaatio tehdään yleensä sen aikana. Takykardian loppuminen ablaation aikana on suosiollinen merkki, vaikka katetrin stabiilius takykardian aikana ja sen loppuessa voi olla ongelma. Riittävän ablaatioleesion muodostumiseen viittaa myös impedanssin putoaminen ablaation aikana. Onnistuneen ablaation merkkienä voidaan pitää sitä, että kaikki käynnistettävissä olevat kammiotakykardiat pystytyään eliminoimaan eikä uusia kammiotakykardioita saada käynnistymään. Koska täydelliseen tulokseen pääseminen on usein vaikeaa, voidaan kliinisen takykardian onnistunutta ablaatiota pitää jo hyvänä tuloksena (Reddy 2006).

### *Ablaatiohoidon tulokset (2. taso)*

Kammiotakykardian ablaatiohoidon välittömät tulokset ovat hyviä onnistumisen vaihdella 67 %:n ja 96 %:n välillä. Uusien takykardioiden kehittymisriski on kuitenkin eri tutkimuksissa 30–46 % (Callans 2006, Reddy 2006). 146 potilaan monikeskustutkimuksessa huuhdeltavalla katerilla saatiin hoidettua 75 % kaikista kartoitetuista rytmihäiriöistä, mutta uusiutumisen riski oli 46 % keskimäärin 8 kk:n seuranta-aikana (Calkins ym. 2000). Uusiutumisen lisäksi toinen merkittävä tekijä on hoidettujen potilaiden kokonaiskuolleisuus, joka eri tutkimuksissa on jopa 30 % kolmessa vuodessa ja 50 % viidessä vuodessa. Suurin osa kuolemista johtuu etenevästä sydämen vajaatoiminnasta, mutta myös äkkikuolemia on havaittu. Tehdyt tutkimukset ovat yleensä pieniä yhden keskuksen potilassarjoja, joissa on keskitytty enemmän kartoituksen ja ablaation tekniisiin yksityiskohtiin. Ablation pitkäaikaistulosten arvioinnin kannalta niiden ongelmana on yleensä paitsi seurannan lyhyys ja kontrolliryhmien puute myös aineiston vahva valikoituminen (Callans 2006, Reddy 2006).

### *Komplikaatiot (2. taso)*

Kaikki vajaatoimintapotilaat eivät siedä hoitoa ja siihen liittyviä rytmien ja verenpaineen vaihteluita. Vajaatoiminnan paheneminen hoidon yhteydessä tai sen jälkeen johtuu joko indusoidusta kammiotakykardiasta tai harvemmin ablaatiohoidon aiheuttamasta sydänlihaksen herpaantumisesta. Vaikeassa vajaatoiminnassa stimulaatiota tehdessä on pidettävä tarpeeksi pitkiä taukoja stimulussar-

jojen välillä ja takykardia on pyrittävä pitämään käynnissä vain kartoituksen kannalta välttämättömän ajan. Ablatio tulisi mahdollisuuksien mukaan suunnata vaurioituneeseen kudokseen ja välttää pitkien ablaatiolinjojen tekemistä terveeseen kudokseen. Tarvittaessa voidaan käyttää aortan vasta-pulsaattoria vaikeassa vasemman kammion vajaatoiminnassa (Callans 2006, Reddy 2006).

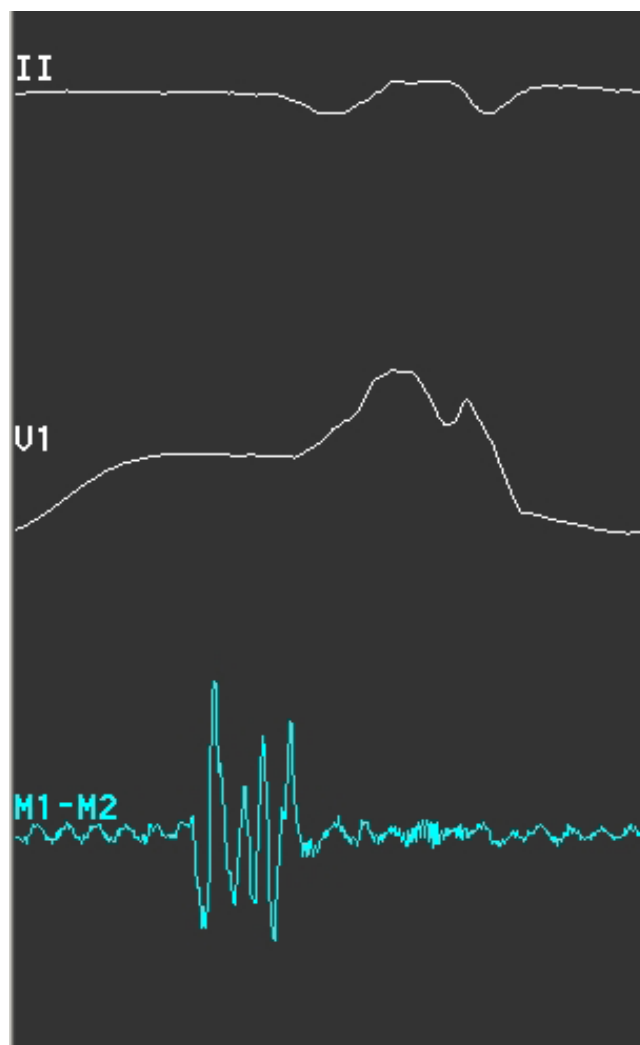
Toimenpiteeseen liittyvä aivoverenkiertohäiriöriski johtuu ateroomamateriaalin tai ablaation yhteydessä syntyvän trombin kulkeutumisesta aivoverenkiertoon. Potilaan aiemmat aivoverenkierron ongelmat saattavat lisätä aivoverenkiertohäiriöiden riskiä, jota pyritään ehkäisemään asianmukaisella antikoagulaatiolla (ASA ja hepariini). Lisäksi vasemman kammion trombi on suljettava pois ennen toimenpidettä (Callans 2006, Reddy 2006).

Muita mahdollisia riskejä ovat verisuonten, läppärakenteiden ja sepelvaltimoiden vauriot, sydäninfarkti, johtoratojen vaurioitumisesta johtuva eteis-kammiokatkos, sydämen perforaatio ja tamponaatio. Heart Rhythm Society'n katetriablaatioreksisterin mukaan vuonna 1998 merkittäviä toimenpidekomplikaatioita havaittiin 3.8 %:lla ablaatiolla hoidetuista kammiotakykardiapotilaista, mutta luku käsittää kaikki eri kammiotakykardian etiologiat (Scheinman ja Huang 2000). Viimeisimmässä monikeskustutkimuksessa infarktipotilailla merkittävien komplikaatioiden insidenssi oli 8 % ja kuolleisuus 2.7 % (Calkins ym. 2000).

## Erityiskysymyksiä ja tulevaisuudennäkymiä

Osalla potilaista endokardiumin kautta tehty ablaatio ei poista kammiotakykardiaa, jolloin kiertoaktivaatiokykli saattaa sijaita epikardiaalisesti. Epikardiaaliseen alkuperään viittaavat kammiotakykardian aikaisen EKG:n poikkeuksellisen leveä kompleksi ja ns. pseudo-delta-aalto. Epikardiaalinen sijainti näyttää jostain syystä liittyvän alaseinäinfarkteihin. Kartoitus ja ablaatio voidaan näissä tapauksissa tehdä perkutaanisesti subxiphoidaalisen punktion kautta (Sosa ja Scanavacca 2006).

Joskus aortan kautta retrogradisesti tehty kartoitus ja ablaatio ovat teknisesti mahdottomia tai vaikeita suorittaa tai niihin liittyy huomattavia riskejä. Tällaisia tilanteita ovat aortastenoosin ja aortaläppäproteesin lisäksi huomattava aortan mutkaisuus ja aortan kaaren vaikea ateromatoosi. Lisäksi kammion muodon muuttuminen infarktin takia saattaa vaikeuttaa kartoitusta ja ablaatiota. Näissä tapauksissa voidaan harkita vasemman kammion kartoitusta transseptaalisesti. Septaali-



Kuva 4. Fragmentoitunut signaali. Kuvan 3 potilaalta kammiotakykardian aikana rekisteröity signaali infarkti-alueen reunalta (violetit pisteet kuvassa 3).

ssa infarktissa kiertoaktivaation kartoittaminen ja myös ablaatio saattavat onnistua paremmin oikean kammion puolelta (Reddy 2006).

Substraatin kartoitus saattaa tulevaisuudessa helpottaa, jos elektroanatomiseen kartoitukseen pystytään yhdistämään etukäteen magneettikuvauksella tai tietokonetomografialla tehty kuva, jossa arpialue pystytään erottamaan terveestä kudoksesta. Toisaalta stereotaktisten menetelmien kehittyminen saattaa helpottaa katetrimanipulaatiota ja sitä kautta parantaa hoitotuloksia (Reddy 2006).

## Yhteenveto

Sydäninfarktin jälkeisen kammiotakykardian ablaatiohoito on aiheellinen potilailla, joilla on toistuvia

rytmihäiriötahdistimen iskuihin johtavia kammiota-kykardioita asianmukaisesta lääkityksestä huolimatta. Suurimmalla osalla potilaista kyseessä on kiertoaktiivaatiomekanismilla syntyvä rytmihäiriö. Kartoituksessa käytetään nykyään tahdistukseen perustuvien menetelmien lisäksi rytmihäiriösubstraatin kartoitusta, jolloin myös hemodynaamisesti huonosti siedettyjä rytmihäiriöitä voidaan hoitaa. Kammiotakykardian ablaatio on palliatiivinen hoitomenetelmä, jonka välittömät tulokset ovat hyviä, mutta ongelmana on uusien takykardioiden kehittyminen sydänsairauden edetessä sekä itse sydänsairauteen liittyvä kuolleisuus. Tekniikoiden kehittyminen saattaa tulevaisuudessa nopeuttaa ja helpottaa toimenpidettä ja parantaa myös hoidon pitkäaikaistuloksia.

Paavo Uusimaa  
sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri, dosentti  
Oulun yliopistollinen sairaala  
Sisätautien klinikka, kardiologian osasto  
PL 20, 90029 OYS  
paavo.uusimaa@ppshp.fi

Pekka Raatikainen  
apulaisylilääkäri, dosentti

## Kirjallisuutta

Arora R, Kadish A. Fundamentals of intracardiac mapping. Kirjassa: toim. Huang SKS, Wood MA. Catheter ablation of cardiac arrhythmias. Philadelphia, USA, Saunders Elsevier 2006:107-134.

Calkins H, Epstein A, Pakcer D, ym. Catheter ablation of ventricular tachycardia in patients with structural heart disease using cooled radiofrequency energy. Results of a prospective multicenter study. J Am Coll Cardiol 2000;35:1905-1914.

Callans DJ. Ablation of ventricular tachycardia in coronary artery disease. Kirjassa: toim. Huang SKS, Wood MA. Catheter ablation of cardiac arrhythmias. Philadelphia, USA, Saunders Elsevier 2006:511-534.

Lin K-H, Chen J-Y, Lin Y-C, ym. Irrigated and cooled-tip radiofrequency catheter ablation. Kirjassa: toim. Huang SKS, Wood MA. Catheter ablation of cardiac arrhythmias. Philadelphia, USA, Saunders Elsevier 2006:35-48.

Reddy V. Ablation of unstable ventricular tachycardias and idiopathic ventricular fibrillation. Kirjassa: toim. Huang SKS, Wood MA. Catheter ablation of

cardiac arrhythmias. Philadelphia, USA, Saunders Elsevier 2006:563-594.

- Scheinman MM, Huang S. The 1998 NASPE prospective catheter ablation registry. PACE 2000;23:1020-1028.
- Sosa E, Scanavacca M. Epicardial approach to catheter ablation of ventricular tachycardia. Kirjassa: toim. Huang SKS, Wood MA. Catheter ablation of cardiac arrhythmias. Philadelphia, USA, Saunders Elsevier 2006:595-605.
- Stevenson WG, Friedman PL, Sager PT, ym. Exploring postinfarction reentrant ventricular tachycardia with entrainment mapping. J Am Coll Cardiol 1997;29:1180-1189.
- Stevenson WG, Khan H, Sager P, ym. Identification of reentry circuit sites during catheter mapping and radiofrequency ablation of ventricular tachycardia late after myocardial infarction. Circulation 1993;88:1647-1670.
- Szumowski L, Sander P, Walczal F, ym. Mapping and ablation of polymorphic ventricular tachycardia after myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 2004;44:1700-1706.