

# Rytmihäiriötahdistinhoidon ongelmatilanteita

VESA VIRTANEN

HEIKKI MÄKYNEN

## Tiivistelmä

Rytmihäiriötahdistinhoidon yleistymisen myötä laitehoitoon liittyvät ongelmatilanteet ovat yleistyneet. Kirjoitus keskittyy asennuksen jälkeisiin ongelmatilanteisiin jättäen pois infektio-ongelmat. Rytmihäiriötahdistimen epätarkoituksenmukainen toiminta johtuu useimmiten supraventrikulaarisen rytmin luokittelemisesta kammioperäiseksi. Toinen yleinen epätarkoituksenmukaiseen toimintaan johtava syy on muiden intrakardiaalisten signaalien kuten Taallon aistiminen. Ongelmana voivat olla myös toistuvat asianmukaiset rytmihäiriötahdistimen antamat hoidot eli ns. rytmihäiriömyrsky. Johto- tai generaattoriviat ovat harvinaisia. Useimmiten ongelma voidaan hoitaa ilman kajoavaa toimenpidettä käyttäen hyväksi laitteiden ohjelmointi mahdollisuuksia sekä niihin suunniteltuja erilaisia tunnistusalgoritmeja.

## Johdanto

Rytmihäiriötahdistinhoidon on osoitettu vähentävän merkittävästi kuolleisuutta oikein valitussa potilasjoukossa. Laitteiden nopeasta teknisestä kehitymisestä huolimatta ongelmatilanteita liittyy sekä itse asennukseen että hoidon myöhempään vaiheeseen. Keskitymmme seuraavassa ongelmiin, joita saattaa esiintyä laiteasennuksen jälkeen. Hankalimmillaan nämä tilanteet usein liittyvät laitteen kykyyn tunnistaa ja hoitaa henkeä uhkaava rytmihäiriö ilman epätarkoituksenmukaisia toimintoja. Varsinaiset tekniset laiteviat ovat harvinaisia, joskin mahdollisia. Useimmat ongelmat ovat ratkaistavissa ilman kajoavia toimenpiteitä, kunhan vain ongelman syy on oikein tulkittu.

## ”Rytmihäiriömyrsky”

**Potilastapaus:** 62-vuotias mies sairasti pienen sydäninfarktin 15 vuotta aikaisemmin. Sittemmin kehittyi hankala angina pectoris -oireisto ja alkuun tehtiin 2:sti pallolaajennushoito ja lopulta ohitusleikkaus. 4 vuotta sitten hän joutui sairaalaan monomorfisen kammiotakykardian vuoksi. Rytmihäiriö hoidettiin defibrillaatiolla. Potilaalle asennettiin rytmihäiriötahdistin ja aloitettiin maksimaalinen beetasalpaajahoito. Kaksi viikkoa tämän jälkeen potilas joutui sairaalaan toistuvien iskujen (16 kpl) vuoksi. Syynä olivat toistuvat monomorfiset kammiotakykardiat. Ejektiofraktio todettiin sydämen ultraäänitutkimuksessa normaaliksi. Beetasalpaajahoidon rinnalle aloitettiin amiodaronihoito ja tilanne rauhoittui. Seurannassa ei esiintynyt rytmihäiriöitä, mutta vuosi sitten potilaalle kehittyi alle 6 kk:ssa amiodaronin aiheuttama tyreotoksikoosi. Tilanne ei rauhoittunut amiodaronin lopetuksesta, eikä spesifisin tyreostaattisin lääkkein vaan jouduttiin tekemään tyreoidektomia, minkä jälkeen potilas toipui. Ny-

kyisin lääkityksenä on pelkkä beetasalpaaja ja tällä hetkellä esiintyy yksittäistä kammiolisälyöntisyyttä.

Rytmihäiriömyrsky (engl. electrical storm) on perinteisesti tarkoittanut tilannetta, jossa potilaalla esiintyy 2 tai useampia verenkierron lamaavia rytmihäiriöitä 24 tunnin sisällä ja hän tarvitsee sähköistä rytminsiirtoa. Rytmihäiriötahdistin hoidon aikana tämä tapahtuma on tullut tunnetuksi ilmiönä, jossa laite antaa 3 tai useampia asianmukaisia iskuja/ylitahdistuksia 24 tunnin sisällä ennen kuin verenkierron häiriöitä seuraamuksia on välttämättä tapahtunut. Tästä määrittelystä ei olla täysin yksimielisiä kirjallisuudessa. Rytmihäiriömyrskyn esiintyvyys sekundaaripreventiossa vaihtelee 10–28 % välillä 1–3 vuoden seuranta-aikana. Primaaripreventiossa esiintyvyys on alle 4 %. Rytmihäiriömyrskyn syy on monitahoinen. Yleisesti ajatellaan, että sydämessä olevan arytmiastubstraatin laukaisee iskemia, elektrolyyttihäiriö tai vajaatoiminnan paheneminen. Lääkkeiden käytön lopettamista ja myös henkistä stressiä tai alkoholin käyttöä on pidetty laukaisevina tekijöinä. Noin 80%:ssa tapauksista ei kuitenkaan varsinaista laukaisevaa syytä voida todeta. Myrskyn syynä on ajateltu olevan etenevän sydänsairauden lisäksi myös munuaisten toimintahäiriön vaikeutuminen. Noin 90 %:ssa rytmimyrskyjä rytmihäiriönä on monomorfinen kammiotakykardia, mutta myös kammioväriä esiintyy. Yleensä myrskyn aiheuttama rytmihäiriö on sama, joka on johtanut laitteen asennukseen. Myrsky lisää selvästi rytmihäiriöpotilaiden kuolleisuutta. Sekundaaripreventiossa kuoleman riski kasvaa 2,4-kertaiseksi ja myrskyn jälkeen seuraavan 3 kk:n aikana kuoleman riski on 5,4-kertainen verrattaessa muihin rytmihäiriötahdistinpotilaisiin. Primaaripreventiossa kuoleman riski nousee peräti 7,4-kertaiseksi. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että rytmihäiriötahdistinpotilaiden kuolleisuus lisääntyy iskujen myötä riippumatta siitä olivatko ne tarkoituksen- tai epätarkoituksenmukaisia.

Hoitona akuutissa vaiheessa on sympaattisen järjestelmän blokeeraaminen riittäväällä betasalpaajalla yhdistettynä rauhaoittaviin lääkkeisiin kuten bentso-diatsepiineihin. Joissakin hankalissa tapauksissa jopa yleisanestesia on tarpeen. Rytmihäiriölääkkeistä yhdessä betasalpaajan kanssa suositellaan akuutissa vaiheessa ainoastaan amiodaronia. Tätä akuutin vaiheen hoitoa tukevat useat tutkimukset ja tapauselostukset. Jos näillä lääkkeillä ei ole tehoa, suositellaan lidokaiinin käyttöä. Mikäli on osoitettavissa jokin selkeä laukaiseva tekijä, on tärkeää sen eliminoiminen. Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat katetriablaation olevan tehokas hoitomuoto, jos syynä on monomorfinen kammiotakykardia. Positiivisia tuloksia on myös kammioväriä ablaatiohoidosta. Rytmihäiriömyrskyn jälkeen

on tärkeää keskittyä selvittämään myrskyn johtanutta syytä ja hoitamaan arytmiastubstraattia kuten iskemiaa, sydämen vajaatoimintaa sekä pyrkiä maksimoimaan tarpeelliset lääkitykset. Nykyisin ensisijainen hoito useimmissa tapauksissa on ablaatiohoito, jossa pyritään varsinaisen substraatin tuhoamiseen.

## Korkea defibrillointikynnys

**Potilastapaus:** 38-vuotias mies, jolla oli todettu hypertrofinen kardiomyopatia, sai kahdesti rasituksessa sydänperäiseksi sopivan tajuttomuuskohtauksen. Potilaan sisko oli menehtynyt äkillisesti vuosia aikaisemmin samaan sairauteen. Elektrofysiologisessa tutkimuksessa ei saatu esiin merkittävää kammiorytmihäiriötä. Potilaalle asennettiin yhden johdon rytmihäiriötahdistin. Parin vuoden kuluttua laite toimi ja syyksi todettiin eteisvärinäkohtaus. Tämän jälkeen eteisvärinäkohtaukset tulivat ongelmaksi ja lopulta aloitettiin amiodaronilääkitys, joka esti eteisvärinäkohtaukset. Amiodaronin aikana tahdistuskynnys lähti nousuun aina tasolle 4V ja samalla myös QRS-kompleksi levisi lievästi. Amiodaronihoito päätettiin lopetettavaksi. Tahdistuskynnys laski mutta EKG ei muuttunut ja eteisvärinakohtaukset alkoivat uudelleen. Amiodaroni uudelleen aloitettuna nosti taas tahdistuskynnystä. Päädyttiin laitteen vaihtoon fysiologiseksi ja korkea-energiseksi. Uusittiin myös iskujohdo, jolle löydettiin parempi paikka arvojen suhteen. Defibrillaationkynnyksen marginaali oli uudessa laitteessa 15 J.

Defibrillaatiokynnyksen (engl. defibrillation threshold; lyhenne DFT) testaaminen on perinteisesti kuulunut rytmihäiriötahdistimen asennukseen. Korkeana kynnyksellä on pidetty jos vaadittava energia on yli 25 J tai turvallisuusmarginaali jää alle 10 J laitteen maksimi iskutehosta. Testauksessa on perinteisesti vaadittu 2 kpl onnistuneita iskuja. Viime aikoina on esitetty raportteja, joissa tämän testauksen ei ole voitu osoittaa ennustavan eloonjäämistä tai parantavan kliinistä tulosta. Testaukseen on osoitettu liittyvän myös merkittäviä riskejä. Tutkimuksissa korkean DFT:n prevalenssin on osoitettu olevan noin 6 %, mutta nykyisten laitteiden maksimi iskuteho on saatu nousemaan 40 J tasolle, eikä laajoja tutkimuksia näillä uudemmissa laitteilla ole tehty. Tällä hetkellä on menossa tai alkamassa tutkimuksia defibrillaatiokynnyksen testauksen tarpeellisuudesta nykyisillä korkeatehoisilla laitteilla. Useimmat keskuskeskukset, jotka asentavat laitteita, tekevät testauksen ainakin kerran. Asennusvaiheessa DFT:en vaikuttaa johdon istuminen sydänlihaksen pintaan. Asennusvaiheen mahdolliset komplikaatiot kuten ilmarinta tai perikardiumeffu-



sio voivat nostaa sitä. Johdon asennuksessa on tärkeää että perinteiset tahdistusarvot ovat hyvät eli  $R > 5$  mV ja kynnys alle 1V. Joissakin laitteissa on mahdollista muuttaa iskuvirran ominaisuuksia ja polariteettia korkean DFT:n hoitamiseksi. Korkean DFT:n hoitamiseksi voidaan myös implantoida ylimääräinen iskujohdot koronaarisinukseen, v. subclaviaan tai v. azygokseen. Nykyisin näihin toimenpiteisiin joudutaan harvoin, kun laitteiden iskuenergiaa on pystytty nostamaan. Potilaan käyttämällä lääkityksellä on merkitystä DFT:en. DFT:tä nostavia lääkkeitä ovat esim. anestesia aineet, verapamiili, lidokaiini, meksiletiini, amiodaroni ja sildenafili. DFT:tä alentavia lääkkeitä ovat sotaloli, dofetiliidi sekä betasalpaajat. Ristiriitaista tietoa on olemassa flekainidista ja amiodaronista sekä lidokaiinista. Lääkityksen lisäksi DFT:n vaikuttavat fibroosin muodostuminen johdon kärkeen, elektrolyyttihäiriöt ja itse sydänsairauden paheneminen. Myöhäisvaiheen seurannassa DFT:n suhteen toimivat seurattavina suureina normaalit laitteeseen liittyvät parametrit eli tahdistuskynnys ja johdonvastukset sekä potilaan kliininen kuva lääketieteeseen. Hypertrofisessa kardiomyopatiassa on todettu että QRS-kompleksin leviäminen saattaa olla yhteydessä DFT:n nousuun. Epäiltävää merkittävää DFT:n nousua on laitteen testausta harkittava.

## Epätarkoituksenmukainen toiminta

Tarkoituksenmukainen toiminta esiintyy vuoden seurannassa noin 5 %:ssa laitteita, jotka on asennettu primaaripreventioksi ja noin 20–60 %:ssa laitteita, jotka on asennettu sekundaaripreventioksi. Jos laite antaa hoidon muuhun kuin kammiotakykardiaan, puhutaan epätarkoituksenmukaisesta laitetoiminnosta. Epätarkoituksenmukaista toimintaa arvioidaan esiintyvän 10–20 %:ssa laitteita. Epätarkoituksenmukainen toiminta saattaa aiheuttaa pelkoa sekä ahdistusta potilaissa heikentäen elämänlaatua, olla proarytmien sekä lisätä potilashoidon kustannuksia. Yleisimmät epätarkoituksenmukaisen toiminnan syyt ovat nopean supraventrikulaarisen rytmin virheluokittelu kammiooperäiseksi sekä ylitunnistus. Voidaan myös ajatella, että jos laite jättää kammioarytmian hoitamatta väärän tunnistuksen vuoksi on kyseessä epätarkoituksenmukainen toiminta.

## Intrakardiaalisten signaalien aistiminen

Edelleen tänäkin päivänä tärkeä rytmihäiriön tunnistusluokitus perustuu rytmin taajuuteen. Tämän vuoksi oikean signaalin rekisteröinti on erityisen tärkeää. Laitteet suodattavat ja vahvistavat sydämen endokar-

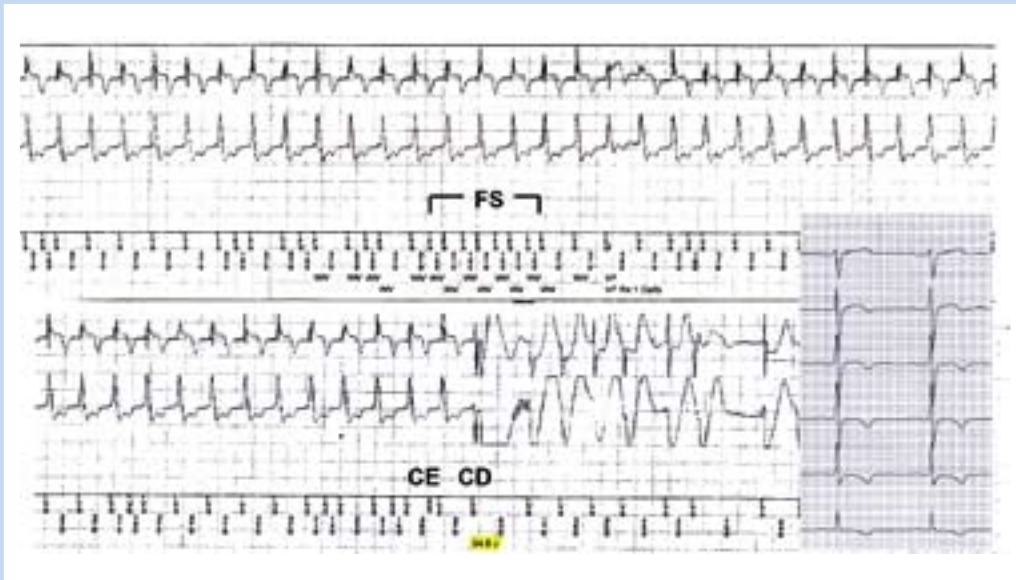
diumista mitattua bipolaarista signaalia. Kammioväri-  
nän aistimiseen tarvitaan riittävä herkkyys ilman, että aistitaan muuta kuin R-aaltoja ja tämän vuoksi on ollut tarve kehittää laitteisiin erityyppisiä tunnistusalgoritmeja.

Rytmihäiriötahdistin saattaa tunnistaa R-aallon lisäksi muita EKG:n osia, kuten P- tai T-aaltoa (tapaus 1). P- tai T-aallon ajoittainen tunnistus johtaa ns. double counting -tilanteeseen, jolloin laite arvioi rytmin taajuuden väärin ja siirrytään takykardia-alueelle jolloin hoidot ovat mahdollisia. Jos P-aalto yliaistitaan, tulee epäillä eteisjohdon dislokaatiota ja ottaa keuhkokuva sekä tehdä eteisjohdon mittaukset. T-aallon ylitunnistus on yleisempi ongelma. T-aalto käyttäytyy dynaamisesti mikä saattaa aiheuttaa ongelmia. Esimerkiksi sykkeen noustessa, iskemiassa, hypertrofisessa kardiomyopatiassa, Brugada-oireyhtymässä ja lyhyt QT-oireyhtymässä T-aalto saattaa tulla aistituksi ajoittain vaikka sitä ei aistittaisi lepotilassa. Toinen ongelma on matala R-aallon arvo ( $< 5$  mV), jolloin R- ja T-aallon toisiinsa sekoittamisen riski kasvaa (tapaus 2).

Tilanteesta useimmiten selviää laitteen uudelleen ohjelmoinnilla. Ongelman ratkaisuna voidaan kokeilla epäherkistää laitetta, mutta samalla saatetaan merkittävästi vähentää laitteen kykyä aistia henkeuhkaava rytmihäiriö. Jos laitteen tunnistusta muutetaan, tulee harkita laitteen testaamista uusilla asetuksilla. Laitteen takykardiaksi luokittelemaa rytmiaajuutta voidaan nostaa, takykardian hoitoon edellyttävien lyöntien määrää voidaan nostaa sekä tehostaa sykettä hidastavaa lääkitystä ja näin välttyä laitehoidoilta, vaikka T-aalto ajoittain aistittaisiinkin. Laitevalmistajat ovat kehittäneet erilaisia menetelmiä T-aallon yliaistimisen estämiseksi. Aistitun R-aallon jälkeen tapahtuvaa seuraavan tunnistuksen ajastusta ja tasoa voidaan säätää ja näin estää T-aallon yliaistimista. Hankalimmissa tapauksissa on harkittava jopa johdon uudelleen asettamista tai erillisen rytmiä aistivan tahdistinjohdon implantoimista, joskin tähän on nykyisin vain hyvin harvoin tarvetta.

## Ekstrakardiaalisten signaalien aistiminen

Laite saattaa aistia tiheitä myopotentiaaleja mikä saattaa johtaa tahdistuksen estymiseen tai epätarkoituksenmukaiseen rytmihäiriötahdistimen laitetoimintaan. Yleisimmin lihaspotentiaalit tulevat luurankolihasesta tai palleasta. Joskus lihaspotentiaalit ovat provosoitavissa tutkimustilanteessa erilaisin liikemanöoverein. Johdon muut mittauservot säilyvät muuttumattomina mikä erottaa tilanteen johtovauriosta. Ympäristöstä tuleva elektromagneettinen häiriö (EMI) saattaa laukaista epätarkoituksenmukaisen laitetoiminnan. Nykyaikaiset



**Tapaus 1.** Rytmihäiriötahdistin asennettu iskeemisen kardiomyopatian vuoksi. Rasitus-tilanteessa laite alkaa aistia kehittyvän iskemian seurauksena muuttuvaa T-aaltoa (ns. double counting). Laite antaa epätarkoituksenmukaisen hoidon. Oikeassa laidassa on potilaan 12-kytkentäisen lepo EKG:n rintakytkennät. CE = cardioversion enabled, CD = cardioversion delivered, FS = fibrillation sense, TS = tachy sense, VS = ventricular sense.



**Tapaus 2.** Rytmihäiriötahdistin ei aisti potilaan omaa rytmiä riittävästi (R-aallon tunnistusongelma). Tahdistusta tapahtuu T-aaltoon. Tämä laukaisee lopulta kammiovärinän (T-aaltoon annettua sähköimpulsseja käytetään yleisesti aikaansaamaan kammiovärinä rytmihäiriötahdistimia testattaessa). Idiopattisen kammiovärinän laite sitten tunnisti ja hoiti defibrillaatiolla sinusrytmiin. N = normal, P = paced, S = supraventricular, V = ventricular.

laitteet ovat hyvin häiriösuojattuja ja em. kaltaiset tilanteet ovat harvinaisia.

### Hoitoalgoritmin väärä toiminta

Kammiotakykardian ja supraventrikulaarisen takykardian erottaminen toisistaan pelkästään rytmin taajuuden perusteella saattaa olla mahdotonta. Tämän vuoksi tarvitaan erityisiä algoritmeja sekä diskriminaattoreita erottelemaan rytmit toisistaan. Ohjelmoinnilla pyritään estämään epätarkoituksenmukaista laitetoimintaa ilman, että kammiotakykardian tunnistus heikentyy.

Rytmin morfologia, RR-intervallien stabiilius sekä arytmin äkillinen alku ovat yleisesti käytössä olevia algoritmeja. Yleensä useampia algoritmeja käytetään yhtä aikaa, jotta voidaan tehostaa laitteen arytmin erottelukykä. Arytmian kestoa voidaan käyttää eräänä diskriminaattorina. Tällöin laite antaa hoidon tietyn ajan jälkeen huolimatta siitä mitä muut algoritmit osoittavat. Laittevalmistajat suosittelevat usein perusasetuksia kehittämillään algoritmeille. Näitä voidaan hyvin käyttää ensi asetuksina, jos ei ole käytettävissä erityistietoa ventrikulaarisen tai supraventrikulaarisen arytmin







käyttäytymisestä. Jos laitteisto on eteisjohdon sisältävä, voidaan eteisjohdosta saatavaa informaatiota käyttää hyväksi arytmiän tunnistamisessa. Eteisäallon aistimisen täytyy luonnollisesti olla riittävä oikeiden päätelmien tekemiseksi.

Eri valmistajien laitteissa esiintyy erilaisia rytmien erottelualgoritmeja. Näistä algoritmeista johtuvien ongelmien ratkaisun perusta on eri laitemallien algoritmien riittävä tunteminen. Algoritmeja muutettaessa on säilytettävä korkea kammioarytmian tunnistuksen sensitiviteetti ja kyettävä maksimoimaan spesifiteetti. Usein aluksi pitää pyrkiä vastaamaan kahteen kysymykseen: mitä laite ajatteli ja miksi? Riittävä dokumenttien tulostaminen laitteen muistista tulee myös tehdä. Tämän jälkeen ongelman ratkaisu on mahdollista. On myös muistettava, että hankalissa tapauksissa kannattaa konsultoida kokeneempaa kollegaa tai laitevalmistajaa. Ongelmallisia tilanteita laitteille saattavat olla tiheästi toistuvat supraventrikulaariset takykardiat sekä useasti toistuvat kammiolisälyönnit (tapaus 3).

### Johto- ja laitevaurio

Kuten tavallisenkin tahdistinlaitteen johto, voi myös rytmihäiriötahdistimen johto vaurioitua. Tällöin laitteen epätarkoituksenmukainen toiminta on mahdollista (tapaus 4). Myös generaattorin vika on mahdollista, joskin harvinaista. Laitteen korjaaminen vaatii invasiivisen toimenpiteen. Osaan ajan myötä tulevista laitevaurioista voidaan vaikuttaa huolehtimalla oikeaoppisesta laiteasennuksesta pirimaaritoimenpiteessä. Laitteissa on tänä päivänä useita toimintoja, jotka seuraavat laitetta ja tarvittaessa hälyttävät äänimerkillä, värinäällä tai lähettämällä etälähetyksen hoitoa seuraavaan yksikköön. Etäseuranta todennäköisesti tulee paljastamaan laitevikoja entistä selvästi aikaisemmin.

### Laitteen kytkeminen pois päältä

Rytmihäiriötahdistinta asennettaessa tulee indikaation olla selkeä ja potilaan tulee hyväksyä hänelle aloitettava hoito. Ajoittain tulee eteen tilanteita, joissa joudutaan harkitsemaan laitteen kytkemistä pois päältä. Joskus on kyseessä potilaan oma toive. Hän ei halua enää sairautensa vuoksi hengenvaarallisten rytmihäiriöiden hoitoa. Tällöin asiasta tulee keskustella perusteellisesti

potilaan ja tarvittaessa hänen omaistensa kanssa. Potilaan toive ja tehdyt toimenpiteet tulee kirjata selkeästi potilasasiakirjoihin. Tieto tulee myös välittää muihin potilasta mahdollisesti hoitaviin terveydenhuollon yksiköihin. Viimeisin laitteen pois kytkeminen on tapahtunut TAYS:n Sydänkeskuksessa laajalle levinnyttä amyloidoosia sairastavalle potilaalle.

Epätarkoituksenmukaiset laitetoiminnot saattavat aiheuttaa potilaassa siinä määrin pelkoa ja ahdistusta, että hän saattaa vaatia laitteen kytkemistä pois päältä. Näissä tilanteissa on syytä perusteellisesti selittää potilaalle mistä väärät laitetoiminnot ovat johtuneet sekä kertoa, että niistä on päästävässä eroon. Laiteohjelmointi sekä lääkitys tulee optimoida. Lisäksi tulee arvioida tarvitaanko defibrillaatiohoitoja tilanteessa, jossa potilaan tajunta vielä säilyy ja hän kykenee aistimaan kivuliaat hoidot. Tapaukset, joissa tarvitaan laitteen pois kytkemistä, ovat yksittäisiä ja kokemuksemme mukaan harvinaisia.

### Yhteenveto

Rytmihäiriötahdistinhoidon ongelmatilanteet ovat nykyisin laitehoidon yleistymisen myötä yhä useamman lääkärin arkipäivää. Useimmat ongelmat ovat ratkaitavissa ilman kajoavia toimenpiteitä, kunhan ongelman syy on ensin saatu selville. Laitteiden ohjelmien ja toimintatapojen tunteminen on erityisen tärkeää. Myös ensivaiheen asennuksella ja ohjelmoinnilla voidaan vaikuttaa ongelmatilanteiden ilmaantumisen määrään jatkossa. Kaikki potilaat eivät ole samanlaisia ja yksilöllinen ohjelmointi on sekä potilaan että hoitavan yksikön etu. Laitevalmistajia sekä laitehoitoa antavia yksiköitä, joissa on rytmihäiriökardiologian erityisosaamista saatavilla, kannattaa hankalissa tapauksissa konsultoida. ■

*Dosentti Vesa Virtanen  
kardiologi, ylilääkäri  
TAYS, Sydänkeskus*

*Dosentti Heikki Mäkynen  
kardiologi, apulaisylilääkäri  
TAYS, Sydänkeskus*