

# Vain säädetty tahdistin auttaa

MIKA LEHTO

SAMI PAKARINEN

## Tiivistelmä

Hidaslyöntisyyden tahdistinhoidon peruseriaatteet ovat: 1) sinussolmukkeen viassa tahdistetaan eteisiä, 2) eteis-kammiokatkokuksessa tahdistetaan kammioita eteisten ohjaamana, eteisvärinässä sensorin ohjaamana, 3) jos LBBB:stä on merkittävää haittaa tahdistetaan biventrikulaarisesti ja 4) vältetään aiheutonta kammiotahdistusta. Tahdistimeen ohjelmoitavat arvot tulee tahdistustarpeen huomioimisen lisäksi luonnollisesti säätää kunkin potilaan todettujen signaaliampitudien ja luontaisen johtumisen mukaisesti tilanteeseen sopiviksi. Sydämen vajaatoiminnan tahdistinhoidossa pyritään jatkuvaan vasemman kammion resynkronisaatioon. Rytmihäiriötahdistinhoidossa noudatetaan hidasleyöntisyyden hoidon suhteen samoja periaatteita.

## Johdanto

Tahdistinhoidon perusajatuksena on korjata sydämen sähköisessä toiminnassa se mikä siitä puuttuu. Hyvä tahdistinhoito lähtee hyvästä sydänsairauksien osaisesta ja potilaan sydämen sähkövian selvittämisestä. Nämä seikat mahdollistavat oikean potilasvalinnan sekä suositusten mukaisen laitevalinnan. Laiteasennus tehdään myös hoitosuositusten mukaisesti mielellään kokeneen laiteasentajan toimesta. Asennuksen jälkeen tahdistin säädetään lähtökohtaisesti vastaamaan potilaan tarpeita. Vuosia jatkuvassa seurannassa tahdistinta ohjelmoidaan tarvittaessa uudelleen potilaan muuttuvaa tahdistustarvetta vastaavaksi.

## Sinussolmukkeen sairaus

Sinussolmukkeen viassa pyritään tahdistamaan vain eteisiä. Kuitenkin yleensä kannattaa jo ensiasennuksessa laittaa myös oikean kammion johto, jolla turvataan kammioiden tahdistus myös vuosien kuluessa mahdollisesti heikentyneen eteis-kammiojohtumisen ilmentyessä. Tällöin tarve uusintatoimenpiteisiin on vähäisempää.

Käytettäessä eteis-kammiotahdistinta valitaan luontaista eteis-kammio (AV)-johtumista suosiva tahdistustapa, joka käytännössä tarkoittaa tahdistetun AV-välin säätämistä pidemmäksi kuin luontainen AV-johtuminen. Voidaan käyttää joko tahdistuksen kiinteää pitkää AV-väliä tai tahdistimen luontaista AV-johtumista hakevaa toimintoa (esim. ”VIP”, ”Search AV”, ”MVP”). Näihin molempiin kammiotahdistusta välttäviin tahdistustapoihin näyttäisi liittyvän pienempi eteisvärinän sekä sydämen vajaatoiminnan ilmaantuvuus verrattuna jatkuvaan kammiotahdistukseen.

Sinussolmukkeen viassa AV-johtuminen voi olla myös jonkin verran heikentyntä (PR >220 ms). Tuol-

loin eteiskammio-synkronian toimivuutta myös rasi-  
tustilanteessa voidaan arvioida tahdistamalla eteisiä  
esimerkiksi taajuudella 120/min ja seuraamalla luon-  
taisen AV-johtumisen riittävyyttä. Jos tuolloin luontai-  
nen AV-johtuminen häviää tai AV-väli pitenee liiallisesti  
( $>350$  ms) ei luontaista AV-johtumista rasi-  
tustilanteessa kannata suosia. Tällöin tahdistimen luontaista AV-  
johtumista hakeva toiminto on parempi vaihtoehto kuin  
kiinteän pitkän AV-välin käyttö. Edellinen toiminto  
ohjelmoidaan suosimaan pääsääntöisesti omaa AV-  
johtumista, mutta sen pettäessä tai pidentyessä liiallisesti  
tahdistin automaattisesti rupeaa käyttämään fysiologi-  
sia AV-välejä (esim. AV 200 ms ja PV 150 ms).

Jos eteiskammio-johtuminen on lähtökohtaisesti  
normaalia (PR  $<220$  ms) eikä ole esiintynyt eteisvä-  
rinää, voidaan käyttää myös pelkkää eteistahdistusta  
(AAI/AAIR), johon liittyy pelkkään kammiotahdistuk-  
seen (VVI/VVIR) verrattuna pienempi kuolleisuus sekä  
eteisvärinän, aivohalvausten ja sydämen vajaatoimin-  
nan ilmaantuvuus. Tällöin joudutaan kuitenkin 17 %:lle  
potilaista 5 vuoden kuluessa laittamaan kammiotahdistus-  
heikentyneen AV-johtumisen vuoksi.

Sinustoiminnan häiriöön liittyy usein sykkeen  
nousun vajavuus rasi-  
tustilanteessa. Tällöin tahdistetun sykkeen nousun hoito vaatii tahdistimen sensorin  
aktivoiminnan (R-moodi). Sensorien toiminta perustuu  
tavallisimmin tahdistinlaitteen aistimaan kehon liike-  
keeseen (akselometri) tai hengityksen taajuuteen sekä  
hengitystilavuuteen (hengityssensori). Sensorin avulla  
tahdistin pyrkii nostamaan sykettä rasi-  
tustilanteesta asteen mukaan ja tätä varten sensorissa säädetään ns. kyn-  
nystä (threshold), joka määrittää tilan, jossa tahdistet-  
tu syke lähtee nousemaan ja jyrkkyyttä (slope), jolla  
syke nousee. Tahdistimeen säädetyt ylä- ja alataajuudet  
ohjaavat luonnollisesti myös tavoiteltavaa ja tavoitet-  
tavaa sykettä. Noin puolella tahdistinpotilaista tavatta-  
va ongelma on riittämätön sykkeen nousu rasi-  
tustilanteessa, jonka hoitaminen vaatii R-moodia, sopivia sensorin  
säätöjä ja joskus esim. rasi-  
tustilanteeseen tai Holter-tutki-  
muksen tekemistä sykkeen nousun arvioimiseksi. Si-  
nussolmukkeen sairaudessa sopiva alataajuus on 60–  
70/min ja ylätaajuus 220/min vähennettynä potilaan  
iällä. Iäkkäälle ja huonosti liikkuvalla potilaalla voidaan  
ylätaajuus ohjelmoida hitaammaksi, tasolle 110–120/  
min. Ylätaajuutta säädettyä tulee lisäksi ottaa huo-  
mioon potilaan sydänsairauden, esimerkiksi sepelval-  
timotaudin asettamat rajoitukset.

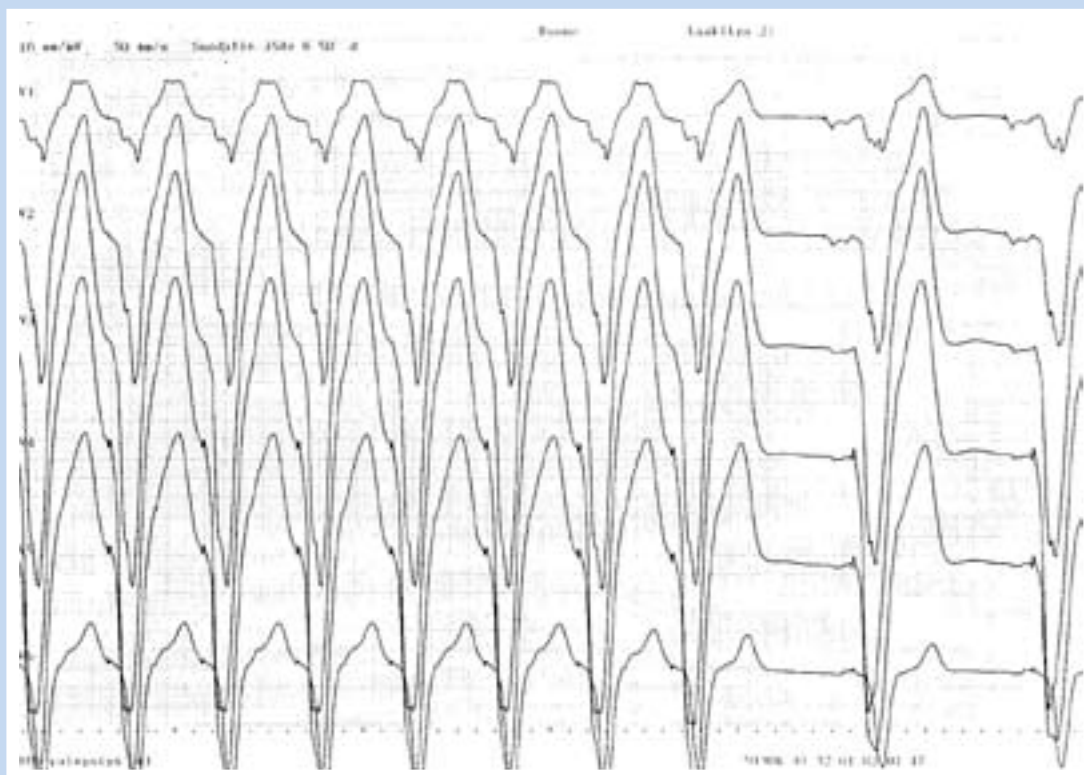
Jopa puolella sinussolmukkeen toimintahäiriöis-  
tä kärsivistä potilaista tavataan myös eteisvärinää, joi-  
ten eteisvärinän ilmaantumisen mahdollisuus tulee  
myös ottaa huomioon tahdistinsäädöissä ja tahdistin-  
potilaan lääkityksissä. Valittaessa DDDR-tahdistusta-

pa tulee eteisvärinän varalle ohjelmoida tahdistusta-  
van vaihdon ominaisuus päälle ("Auto Mode Switch,  
AMS"). DDIR-tahdistustavassa tämä ei luonnollisesti-  
kaan ole tarpeen. Eteistahdistuksen alataajuus kannat-  
taa nostaa hieman totunnaista korkeammaksi, taval-  
lisesti taajuuteen 70/min, eteisvärinän ilmaantumisen  
vähentämiseksi. Kun tähän lisätään sopiva lääkitys,  
jonka kivijalkana on riittävä beetasalpaus (edellyttä-  
en asianmukaista AV-johtumista) saadaan eteisvärinän  
kohtaukset ja etenkin oireisuus niistä useimmiten koh-  
tuulliseksi. Tahdistimen muistissa havaittua eteisväri-  
nän taipumusta tulee edelleen hyödyntää verenohen-  
nustarpeen arvioinnissa.

### Eteis-kammiokatkos

Eteis-kammiokatkokuksessa tahdistetaan kammiotahdistusta  
eteissykkeen ja eteisvärinässä sensorin ohjaamana.  
Eteis-kammiokatkokuksessa tarvitaan tavallisesti jatku-  
va kammiotahdistus. Mikäli potilaalla on lievasteinen  
ja vain hetkittäinen I- tai II-asteen AV-katkos, voidaan  
käyttää luontaista AV-johtumista hakevaa toimintoa  
tarpeettoman kammiotahdistuksen välttämiseksi. Suu-  
rimmalla osalla I- tai II-asteen eteis-kammiokatkokspo-  
tilaista AV-johtuminen on kuitenkin siinä määrin hi-  
dastunutta, että luontaisella, mutta heikentyneellä  
AV-johtumisella ei saavuteta hyvää hemodynaamis-  
ta eteis-kammiosynkroniaa. Tällöin AV/PV-interval-  
lit säädetään fysiologisiksi (AV 200 ms ja PV 150 ms)  
ja syketasoon mukautuviksi siten, että nähdään sekä  
luontaisen että tahdistetun P-aallon "valmistuvan" so-  
pivasti ennen tahdistettua kammiokompleksia. Ns.  
AAI-DDD-tahdistusmoodia käytettäessä tulee olla eh-  
dottoman varma mielekkään AV-johtumisen ja siten  
eteis-kammiosynkronian olemassaolosta. Solmuketa-  
soa distaalisemman AV-johtumisen normaali toiminta  
on tuolloin varmistettava (ei haara- tai haarakekatkosta  
tai Mobitz 2 johtumishäiriötä). Tarvittaessa eteis-kam-  
miosynkronian toimivuutta voidaan myös arvioida sy-  
dämen ultraäänitutkimuksella, jossa kiinnitetään huo-  
mio mitraalisäänvirtauksen E- ja A-aaltojen kokoon ja  
paikkaan, sekä mahdolliseen mitraalivuotoon.

Eteissignaalin ja sen tunnistuksen tulee olla eteis-  
kammiokatkokspotilaalla hyvä, jotta taataan moitteeton  
ja fysiologinen syke oman sinussolmukkeen ohjaama-  
na. Sopiva alataajuus on yleensä 50–60/min ja yläta-  
ajuus 220/min vähennettynä potilaan iällä sydänsairau-  
den sykkeen nousulle asettamat rajoitukset kuitenkin  
huomioiden. Eteistunnistuksen tulee olla säädetty riit-  
tävän herkäksi (0,3–0,5mV), jotta varmistetaan eteis-  
signaalin tunnistus myös mahdollisen eteisvärinäkoh-



**Kuva 1.** Tahdistintakykardiassa (PMT) kammio tahdistus seuraa taaksepäin johtunutta eteissignaalia. Liian lyhytkestoiseksi ohjelmoitu PVARP sääto mahdollistaa PMT:n. Kuvassa PMT pysähtyy tahdistimen tunnistettua rytmihäiriön ja ohjelmoidun PMT:n pysäytysalgoritmin hetkellinen PVARP:n pidennys pysäyttää kiertoaktivaation.

tauksen yhteydessä. Bipolaarisia johtoja käytettäessä ei ylitunnistus tällöinkään yleensä muodostu ongelmaksi. Käytettäessä DDD-tyyppistä tahdistustapaa eteisvärinälle alttiilla eteis-kammiokatkospotilaalla tulee ohjelmoida tahdistustavan vaihdon ominaisuus päälle. AV-katkospotilas tarvitsee AMS:n ajaksi R-moodin aktivoimisen ja kohtuullisen AMS-alataajuuden (70/min) riittävän tahdistetun sykkeen turvaamiseksi eteisvärinän aikana. Joissakin laitemalleissa tämä vaatii sensorin aktivoimista jo perustahdistustapaan.

Sydänkatkospotilaalla riittävän tahdistuskynnyksen ja tahdistusimpulssin voimakkuuden eron marginaalin on oltava riittävä, koska nämä potilaat ovat tahdistuksen varassa. Automaattisesti tahdistimen tekemän kynnyksmittauksen perusteella säätyvän tahdistusimpulssin käyttö on suotavaa näillä potilailla päinvastoin kuin pelkässä sinussolmukkeen toiminnan häiriössä.

### DDDR vai DDIR tahdistustavaksi?

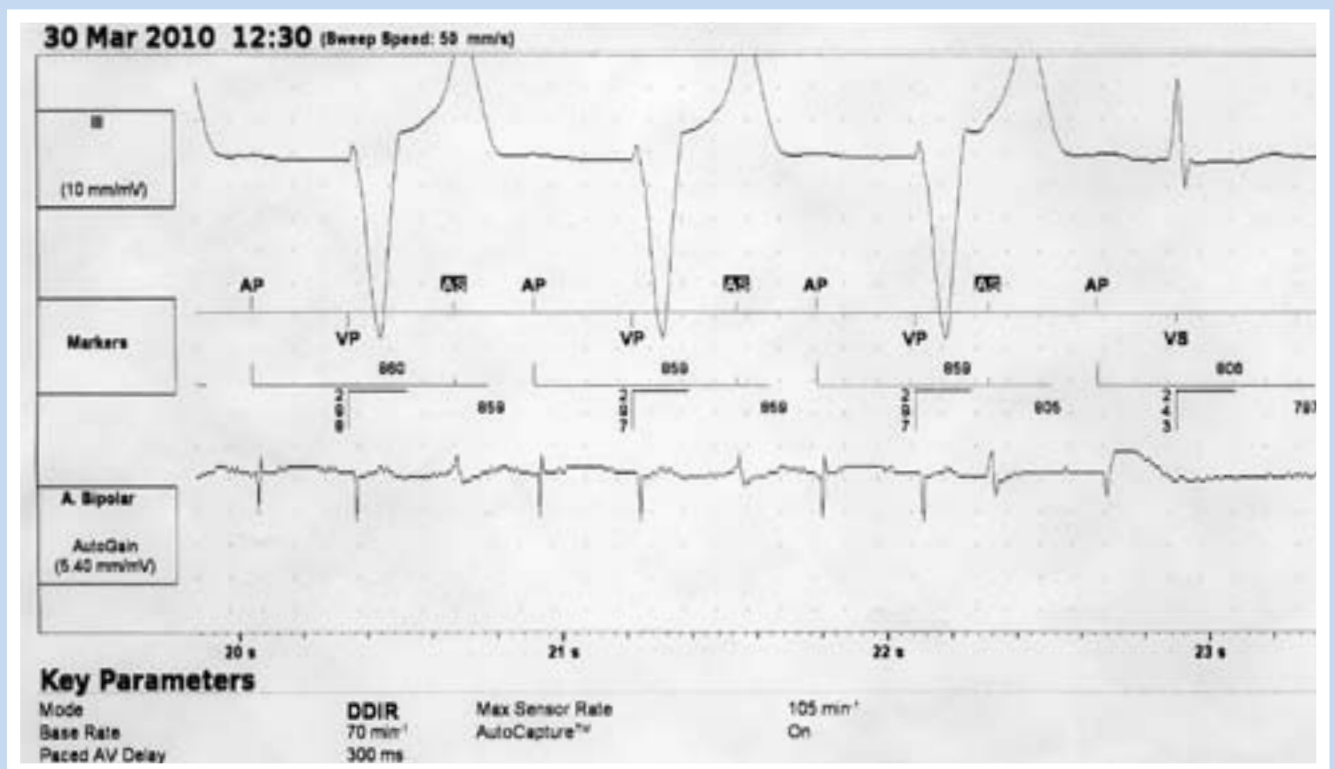
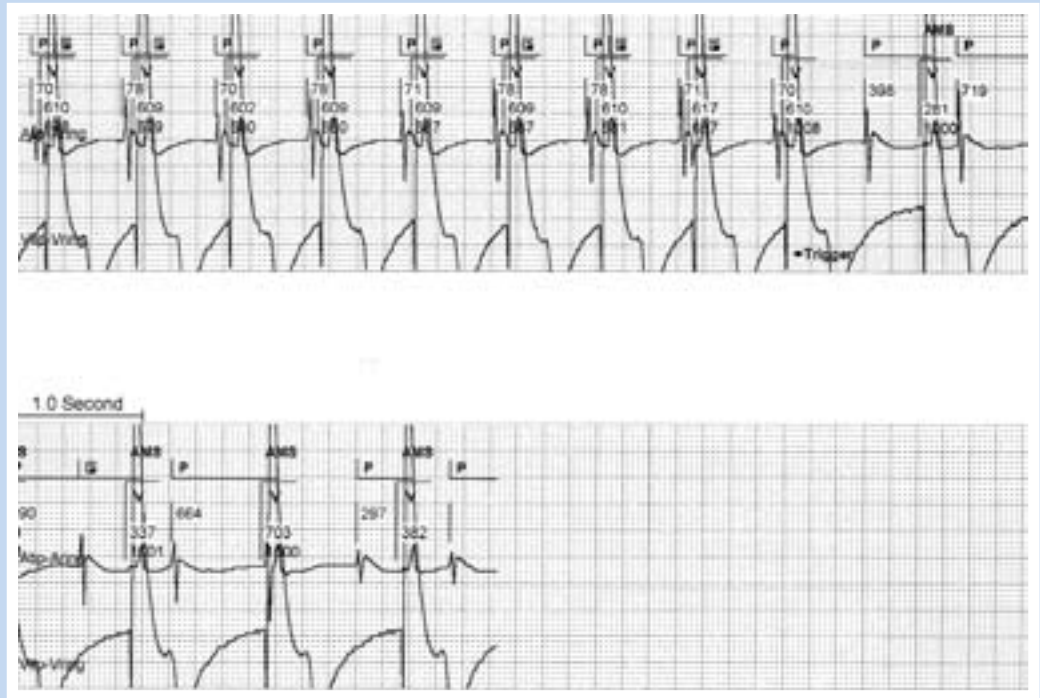
DDIR-säädöllä tahdistin ei ohjaa kammioiden tahdistusta havaitun eteissignaalin mukaan, joka on selkeä etu esim. eteisvärinään taipuvaisella potilaalla. DDIR-säätöä onkin sen helppouden vuoksi käytetty sinustoitumisen häiriössä potilaalla, jolla on hyvä eteis-kammiojohtuminen ja eteisvärinän alttius. DDIR-moodissa tahdistintakykardia (PMT; kuva 1) ei ole mahdollinen,

koska tahdistintakykardian taustalla olevan VA-johtumisen seurauksena tulevaa retrogradista eteissignaalia ei tahdistin lähde seuraamaan. Suuressa osassa laitemalleista DDIR-moodi kuitenkin poissulkee useiden hyödyllisten algoritmien käytön, jotka saataisiin käyttöön DDDR-moodissa. Mikäli käytetään nykyaikaista laitetta, jossa on esimerkiksi luontaista AV-johtumista ja/tai eteisten automaattisesti säätyvää tahdistusimpulssia hakevat algoritmit, ei ole mielekasta jättää noita ominaisuuksia käyttämättä vain helppouden vuoksi.

Tahdistinta ohjelmoivan tulee varmistaa, että käyttöön otettavat toiminnot toimivat ainakin ohjelmointitilanteessa moitteetta. DDD(R)-moodia käyttöön otettaessa tulee aina tutkia johtuminen kammioista eteisiin (VA-johtuminen), ja jos VA-johtumista nähdään, niin säätaa eteisten katveaika (PVARP; post ventricular atrial refractory period) sellaiseksi (n. 50 ms pidemmäksi kuin VA-johtumisen aika) ettei tahdistin lähde seuraamaan taaksepäin johtunutta eteissignaalia. Aina ei PVARP säädöllä saada varmuudella tahdistintakykardian mahdollisuutta poistettua, jolloin voidaan käyttää automaattisia PMT-algoritmeja tunnistamaan ja pysäyttämään tahdistintakykardia. Nuorehkolla ja hyvän sinustoitumisen omaavilla potilailla tulee huolehtia, että AV/PV-intervallin ja PVARP:n summan (TARP, total atrial refractory period) määräämä ns. 2:1-blokin kynnyksaajuus on riittävän korkea (vähintään 120/min) rasitustilanteen sykkeen varmistamiseksi.



**Kuva 2.** Far field -tunnistuksessa (FFRW) eteiskanava aistii joko spontaanin tai tahdistetun kammiokompleksin (V) eteis-kammiotahdistuksessa (DDDR). Ajoittain tämä far-field tunnistus jää katveajan (PVAB) ulkopuolelle (P laati-kossa) ja aikaansaa eteistakykardian virheellisen tunnistuksen. Virheellinen tunnistus yhdessä luontaisen eteisaktivaation (P) kanssa aikaansaa taas eteisvärinän varalle ohjelmoidun tahdistustavan (VVIR) vaihdon (AMS). Kuvassa kolme kanavaa: tahdistinannotaatiot, eteis-EGM ja kammio-EGM.



**Kuva 3.** RNRVAS (repetitive non-reentrant ventriculo-atrial synchrony) rytmihäiriössä retrogradinen eteissignaali (AS) osuu PVARP-intervallin sisälle eikä siksi aiheuta tahdistukseen muutosta. Laitteen antaessa seuraavan eteistahdistusimpulssin (AP) eteiset ovat vielä refraktaariset jääden ilman asianmukaista depolarisaatiota. Seuraavan tahdistetun kammioaktivaation (VP) tuottaessa uuden retrogradisen eteisimpulssin käynnistyy RNRVAS. Tällä potilaalla RNRVAS:n pitkittymisen pysäyttää eteislisälyönti (kolmas AS vasemmalta katsoen), joka on varhaisempi kuin retrogradisesti aktivoituvaa eteistä. Siitä johtuen eteiset eivät enää ole refraktaarisia ja tahdistus (AP) saa aikaan eteisdepolarisaation, jota seuraa luontainen kammioheilahdus (VS). Potilaan tahdistustapa oli DDIR 70-120/min ja säädetty AV-väli 300 ms. Kuvassa kolme kanavaa: pinta-EKG, tahdistinannotaatiot ja eteis-EGM.



## FFRW:n ylitunnistus

Niin sanotussa far field-tunnistuksessa (FFRW) eteiskammiokompleksin. FFRW voi aiheuttaa tahdistuksen ohjelmoitua alataajuutta matalammalla taajuudella, virheellisen AMS toiminnon ja aiheettoman eteisvärinädiagnoosin. Far field-aistinnan ongelma poistetaan ensisijaisesti pidentämällä PVAB-aika (Post ventricular atrial blanking) 30–50 ms FFRW tunnistusaikaa pidemmäksi. Lisäksi voidaan säätää eteisten herkkyyttä (sense) epäherkemmäksi. Vinkkinä far field-ilmioista voidaan tahdistimen muistissa nähdä runsas määrä erittäin lyhyitä eteistakykardian episodeja. Eteisvärinän virheellinen diagnoosi ja sen seurauksena mahdollisesti tuleva epätarkoituksenmukainen AMS toiminto onkin FFRW:n merkittävin kliininen ongelma (kuva 2).

## RNRVAS

Kammioista eteisiin johtuva impulssi, eli VA-johtuminen voi PMT:n lisäksi tuottaa eteis-kammio-tahdistuksessa toisentyyppisen tahdistinrytmihäiriön, RNRVAS:n (repetitive non-reentrant ventriculo-atrial synchrony). Tällä tarkoitetaan tilannetta, jossa retrogradinen eteis-signaali osuu PVARP-intervallin sisälle, eli laite ei triggeroidu eikä lähde seuraamaan kammiotahdistuksella aistittua impulssia, mutta laitteen antaessa seuraavan eteistahdistusimpulssin eteiset ovatkin vielä refraktaariset jääden ilman asianmukaista depolarisaatiota. Seuraavan kammioaktivaation tuottaessa uuden retrogradisen eteisimpulssin käynnistyy tuo mainittu retrogradisesta johtumisesta aiheutuva itseään toistava tahdistinrytmihäiriö (kuva 3). Kuten tahdistintakykardia eli PMT, niin myös RNRVAS käynnistyy tavallisimmin kammio-lisälyönnistä ja sitä seuranneesta retrogradisesta eteisaktivaatiosta. Tavallisesti RNRVAS:n mahdollistaa pitkä AV/PV-intervalli, joten ensisijainen keino välttää RNRVAS:ia on säätää AV/PV-intervalleja lyhyemmiksi, eli viedä seuraavaa eteistahdistusimpulssia lähemmäksi kammiokompleksia ja tuottaa eteistahdistus kun eteiset eivät enää ole refraktaarisia. Spontaania AV-johtumista hakeva algoritmi (esim. ”VIP”, ”Search AV”, ”MVP”) tekee tämän aina kammiotahdistuksen yhteydessä ja siten estää RNRVAS:n pitkittymisen. Toinen, ja samaan mekanismiin perustuva keino on pudottaa tahdistustaajuutta, eli pidentää sitä kautta intervallia seuraavaan eteistahdistusimpulssiin. On huomattava, että RNRVAS on mahdollinen myös DDIR-moodia käytettäessä. Nykyisin pitkiä AV-välejä suosittaessa RNRVAS on yleistynyt, mutta puutteellisesti tunnistettu ilmiö.

## Ylitahdistus estämään eteisvärinää

Osassa uusia tahdistimia on hoitoalgoritmeja, jotka pyrkivät pysäyttämään alkavan eteisvärinäepisodin. Kyseiset algoritmit perustuvat eteisten ylitahdistukseen tilanteessa, jossa laite havaitsee ylimääräistä eteisaktiiviteettia esimerkiksi eteislisälyönnin muodossa. On tutkimusnäyttöä siitä, että toimivilla algoritmeilla saadaan rekisteröidyn eteisvärinän määrää vähennettyä, joskin mitään näyttöä ei ole näiden algoritmien suhteen tarkasteltaessa potilaan oireisuutta saati sitten näyttöä ns. kovissa päätetapahtumissa. Eteisvärinäalgoritmeja voidaan käyttää ainoastaan kohtauksellisessa eteisvärinässä samalla varmistaen, että tunnistusherkkyyks ja siten AMS-moodi toimivat myös eteisvärinän aikana. Mikäli potilaalla on erittäin runsaasti eteiskstrasystoliaa, saattavat eteisten ylitahdistusmoodit ylläpitää haitallisen nopeaa tahdistustaajuutta.

## Intrakardiaali EGM:n tallenteet

Tahdistinten intrakardiaalisten signaalien (IEGM) keräystoimintoja kannattaa käyttää hyväksi mm. rytmihäiriöiden ja mahdollisten ongelmatilanteiden dokumentoimiseksi. Laitteen asennuksen jälkeen tarkastetaan IEGM-signaalin hyvä laatu ja ohjelmoidaan harkinnan mukaan ko. keräykset päälle. Mikäli kyseisiä tapahtumia ei seurannassa ilmaannu, kannattaa nämä tapahtumakeräykset yleensä ohjelmoida pois päältä virrankulutuksen säästämiseksi. Intrakardiaalisia keräyksiä voidaan luonnollisesti hyödyntää myöhemmässäkin vaiheessa, mikäli epäillään esim. tahdistintakykardiaa, RNRVAS:ia tai far field-aistintaa tahdistimen ilmoittamien eteisarytmioiden taustalla. Tuolloin kannattaa potilas ottaa luonnollisesti kontrolliin jo esim. 3 kk:n kuluttua, jotta päästään korjaamaan mahdollisesti epä-tarkoituksenmukainen tahdistimen ohjelmointi.

## Biventrikulaaritahdistus

Biventrikulaaritahdistuksen, eli sydäntä synkronoivan tahdistuksen (CRT) ensisijaisena tavoitteena on sydämen vajaatoimintapotilaan oireiden ja sairaalahoidon tarpeen vähentäminen. Hyvin toimivalla biventrikulaaritahdistuksella pystytään myös parantamaan vajaatoimintapotilaan ennustetta. Perusajatukseksi on se, että jos LBBB:stä on merkittävää haittaa vasemman kammion toiminnalle, korjataan LBBB:n aiheuttama haitta tahdistamalla biventrikulaarisesti. CRT-hoidossa pyritään jatkuvaan biventrikulaaritahdistukseen, ja hyvä-



nä biventrikulaaritahdistuksen rajana pidetään vähintään 95 %:n tahdistusta. Tämän varmistamiseksi AV/PV-intervallit pitää ohjelmoida riittävän lyhyiksi huomioiden kuitenkin, että sekä luontaisen että tahdistetun P-aallon nähdään ”valmistuvan” ennen tahdistettua kammiokompleksia. Optimaalinen PV-intervalli lienee tällöin P-aallon kestoon lisätynä 30–60 ms ja optimaalinen AV-intervalli lienee tätä 50 ms pidempi. Eteisvärinäpotilaalla kammiotaajuus tulee hoitaa sopivan rauhalliseksi, johon saatetaan toisinaan tarvita eteis-kammiosolmukkeen ablaatiotoimenpidettä. Helpoimmin synkronian paraneminen on todettavissa kun CRT-potilaan spontaani tai oikean kammion tahdistettu LBBB-muotoinen leveä kammiokompleksi saadaan kaventumaan. Tahdistettu kammiokompleksi kaventuu tavallisesti RV- ja LV-kanavia samanaikaisesti tahdistettaessa, mutta optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi LV-kanavan impulssi säädetään yleensä hieman aikaisemmaksi; esim. 40 ms ennen RV-kanavaa.

Käyttöön on tullut nelinapainen vasemman kammion johto, joka mahdollistaa vasemman kammion lateraaliseinän tahdistuskohdan valinnan laitetta säättämällä. Nelinapaisen johdon etuna on helppo asennettavuus ja tahdistinimpulssin paikan vaihdettavuus, jolloin tahdistuskynnys ja saavutettu tahdistetun kammiokompleksin leveys saadaan optimoitua sekä vältetään lähes aina palleahermon stimulaatio.

CRT-laitteen asennuksen jälkeen tulee varmistaa moitteettomat signaalit ja tahdistuskynnykset kaikissa käytössä olevissa kanavissa. Sopivilla säädöillä haetaan jatkuva biventrikulaaritahdistus ja kapein mahdollinen tahdistettu kammiokompleksi. Mikäli potilas seurannassa osoittautuu ns. responderiksi, eli vajaatoimintaoireisto kevenee seurannassa, riittää tämä toisinaan CRT-hoidon toimivuuden arvioimiseksi. Sydämen ultraäänitutkimuksella voidaan arvioida synkronian astetta ja selvittää sopivat AV/PV-intervallit mitraalisiväänvirtauksesta tai mahdollisesta mitraalivuodosta. Mikäli potilas ei respondoi suotuisasti CRT-hoidolle, tulee seurannassa aina hyödyntää UÄ-tutkimusta biventrikulaaritahdistinta ohjelmoitaessa. Suboptimaalinen AV/PV-intervallien säätö on tavallinen syy CRT-hoidon huonoon tulokseen.

Toisin kuin tavallisessa bradykardia-tahdistuksessa biventrikulaaritahdistuksessa pyritään jatkuvaan kammioiden tahdistukseen. Kammiokynnysten ja tahdistusimpulssin voimakkuuden erona riittää vähäisempi marginaali kuin sydänkatkoksesta, koska nämä poti-

laat harvoin ovat tahdistuksen varassa. Mikäli tarvitaan lisäksi eteisten tahdistusta, niin tahdistettavana on kolme lokeroa, mikä saattaa kuluttaa laitteen virtalähdettä hyvinkin nopeasti. Tämän vuoksi todellisten tahdistuskynnysten mittaaminen ja impulssien säätö sopiviksi on CRT-hoidossa korostetussa asemassa. Automaattisesti säätävän tahdistusimpulssin ominaisuutta kannattaa käyttää kaikkien tähän ominaisuuteen soveltuvien lokeroiden tahdistuksessa.

## Rytmihäiriötahdistinhoito

Rytmihäiriötahdistinohoidossa noudatetaan hidasleyöntisyyden hoidon suhteen edellä mainittuja hidasleyöntisyyden tahdistuksen periaatteita. On muistettava, että rytmihäiriötahdistinpotilailla on pääasiassa huono sydämen pumppauskyky ja tarpeettomalla tahdistuksella voidaan sähköisen desynkronisaation kautta tätä edelleen huonontaa. Siksi tarpeettoman eteis- sekä kammiotahdistuksen välttäminen onkin näillä potilailla erityisen tärkeää. Rytmihäiriötahdistimen ohjelmointia on tarkemmin käsitelty tämän teemanumeron artikkelissa ”Rytmihäiriötahdistimen tutkimusnäyttöön perustuva ohjelmointi”.

## Yhteenveto

Kaikessa tahdistinohoidossa tulee muistaa potilaskohtainen laiteohjelmointi, joka perustuu hyvään kliiniseen ja elektrofysiologiseen arvioon käytettyjä menetelmiä hyödyntäen. Potilaan seurannassa kannattaa käyttää hyväksi tahdistinlaitteiden tiedonkeruuta ja etenkin rytmihäiriötilanteissa intrakardiaalinen rekisteröinti on kullannarvoinen. Tehtyjä ohjelmointeja tulee seurannassa arvioida kriittisesti ja tarvittaessa korjata potilaan muuttuneita tarpeita vastaaviksi. ■

*LKT Mika Lehto  
kardiologi, vs. osastonlääkäri  
HYKS, Kardiologian klinikka*

*LL Sami Pakarinen  
kardiologi, osastonlääkäri  
HYKS, Kardiologian klinikka*