

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti eteisvärinän diagnostiikassa ja hoidossa

PAAVO UUSIMAA

Tiivistelmä

Eteisvärinä on tavallisin kliinisessä työssä esiintyvä rytmihäiriö. Moninaisten oireiden lisäksi eteisvärinään liittyy merkittävien neurologisten ja sydämeen kohdistuvien komplikaatioiden riski. Eteisvärinän EKG-diagnostiikka on toisinaan haastavaa taudin kohtauksittaisen luonteen ja vaihtelevan oirekuvan vuoksi. Tavanomaisen 12-kytkentäisen EKG-rekisteröinnin lisäksi taudin diagnostiikassa, hoidon suunnittelussa ja seurannassa voidaan tarvita EKG:n pitkäaikaisrekisteröintimenetelmiä. Näitä ovat kestoaltaan vaihteleva Holter-rekisteröinti ja telemetria, tapahtuma-EKG-rekisteröinti ja rytmivalvuri. Periaatteessa mitä jatkuvampi ja pitkäkestoisempi rekisteröinti on kyseessä, sitä parempi on menetelmän sensitiivisyys. Pitkäkestoisuus vaikuttaa kuitenkin potilaan komplianssiin ja nostaa kustannuksia. Käytettävä menetelmä tulee valita potilaskohtaisesti kysymyksenasettelusta riippuen. Jatkuvien EKG-seurantamenetelmien hyödyistä kliinisessä käytössä tarvitaan lisätutkimuksia.

Johdanto

Eteisvärinä on tavallisin kliinisessä työssä esiintyvä rytmihäiriö. Sen insidenssi ja prevalenssi nousevat ikäänymisen myötä siten, että joka seitsemäs ihminen kokee elämänsä aikana eteisvärinän. Rakenteellista sydänsairautta sairastavilla sen esiintyvyys on vielä huomattavasti suurempi. Eteisvärinä on merkittävä aivohalvauksen ja sydämen vajaatoiminnan kehittymisen riskitekijä (1). Vaikka epäsäännöllinen pulssi usein herättää epäilyn eteisvärinän esiintymisestä, rytmihäiriön saaminen EKG-nauhalle on välttämätöntä diagnoosiin pääsemiseksi. Näissä tilanteissa tarvitaan varsin usein EKG:n pitkäaikaisrekisteröintiä, jota kutsutaan yleensä Holter-rekisteröinniksi keksijänsä Sir Norman J Holterin mukaan. Primaaridiagnostiikan lisäksi pitkäaikaisrekisteröinnistä on usein apua myös eteisvärinän hoidon suunnittelussa ja potilaan seurannassa (2, 3).

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin menetelmät

Tavanomaisessa Holter-rekisteröinnissä kerätään yleensä 2–3-kanavainen EKG-signaali potilaan mukana kulkevaan laitteeseen yhden tai kahden vuorokauden aikana. Tallennettu EKG-signaali analysoidaan myöhemmin nopeutettuna tietokoneohjelman avulla. Tavanomaisesta Holter-nauhoituksesta on olemassa erilaisia sovellutuksia, joilla seuranta voidaan jatkaa aina pariin viikkoon asti. Lisäksi telemetrialaitteistosta on olemassa sovellutuksia, joissa seuranta voi kestää jopa kuukauden ajan. Osassa näistä EKG-signaali lähetetään reaaliaikaisesti keskukseseen, jossa sen analysointi tapahtuu (2, 3).

Tapahtuma- eli oire-EKG:lla haetaan selvitystä harvemmin esiintyviin oireisiin. Potilas pitää mukanaan pientä rekisteröintilaitetta ja kiinnittää joko elektrodit tai painaa laitteen rintakehäänsä vasten ja painaa sen rekisteröintiosaa peukaloillaan, jolloin laite tallentaa ly-

hyen EKG-jakson oireen aikana. Sen jälkeen tallenne lähetetään joko puhelimen tai langattomien yhteyksien välityksellä keskukseseen, jossa signaali analysoidaan (2, 3).

Ns. loop-tyyppisillä tallentimilla tarkoitetaan rekisteröintilaitteita, joissa edellinen EKG-signaali pyyhkiytyy tuoreemman tieltä muistista jatkuvasti. Tällainen tekniikka on käytössä ns. rytmivalvureissa, jotka asennetaan vasemmalle rintakehälle sydämen päälle ihonalaiseen kudokseen. Potilaan aktivoitessa tallennuksen lähettimellä oiretilanteessa EKG-tallenne jää laitteen muistiin. Rytmivalvuri voidaan myös ohjelmoida tallentamaan EKG:ta tiettyjen tunnustuskriteerien mukaisesti. Rytmivalvurin tallentama EKG voidaan lukea telemetrian avulla. Seuranta-aika on riippuvainen laitteen patterin kestoajasta, joka on yleensä parin vuoden luokkaa. Valvuri voidaan myös liittää automaattiseen etäseurantaan (3–5).

Eteisvärinän diagnostiikka

12-kytkentäinen EKG on eteisvärinän diagnosoinnin kultainen standardi eikä sen saaminen ole luonnollisesti ongelma pysyvässä eteisvärinässä. Eteisvärinä alkaa kuitenkin yleensä kohtausmaisena rytmihäiriönä ja on usein vaikeasti erotettavissa mm. hyvänlaatuisista lisälyönneistä. Muutoinkin taudin alkuvaiheessa eteisvärinäpyrähdykset ovat lyhytkestoisia, joskus hyvin vähäoireisia ja lisäksi tuntemukset voivat vaihdella nopeista ja epäsäännöllisistä tykytyksistä heikotukseen, väsymykseen ja hengenahdistukseen. Eteisvärinän vähäoireisuus tunnetaan varsin hyvin sekä tavallisen kliinisen työn ja esim. leikkausta varten rutiininomaisesti otettujen EKG-nauhoitusten perusteella, mutta myös useista kliinistä ja populaatiotutkimuksista. SOPAT-tutkimuksessa eteisvärinäepisodeista 54 % oli oireettomia, ja PAFAC-tutkimuksessa kardioversion jälkeen jopa 70 %:lla eteisvärinän uusiutuminen tapahtui ilman oireita. Lisäksi niilläkin potilailla, joiden tiedetään kärsivän eteisvärinästä, esiintyy runsaasti oireettomia episodeja, joten oirekorrelaatio eteisvärinässä on varsin huono. Noin kolmasosalla eteisvärinäpotilaista rytmihäiriö on oireeton ja joskus sen ensimmäinen ilmenemismuoto on aivoverenkierron häiriö, mikä asettaa omat haasteensa diagnostiikalle (6, 7).

Eteisvärinäksi epäillyn rytmihäiriön diagnosoinnin intensiteetti ja kesto ovat riippuvaisia siitä, miten tärkeäksi diagnoosiin pääseminen katsotaan. Tieteellisessä tutkimuksessa vaatimukset ovat vielä suuremmat kuin käytännön työssä. Eri rekisteröintimenetelmien käytöstä eteisvärinän diagnostiikassa on olemassa varsin vä-

hän vertailevia tutkimuksia. Tehokkaampaa ja pitkäaikaisempaa rekisteröintiä tarvitaan silloin, kun kyseessä ovat hyvin oireiset potilaat, syncope-potilaat ja mikäli kyseessä on aivohalvausriskin ja siten antikoagulanttihoitoon tarpeen arviointi. Joskus voidaan katsoa jopa rytmivalvurin asentaminen aiheelliseksi eteisvärinän diagnosoimiseksi. Monitoroinnin intensiteetti vaikuttaa selvästi eteisvärinän havaitsemisen herkkyyteen. Tieto oireiden ja epäjatkovien monitorointimenetelmien herkkyydestä havaita eteisvärinää on saatu tutkimuksista, joissa näitä menetelmiä on verrattu fysiologisen tahdistimen ja rytmihäiriötahdistimen muistiin sekä rytmivalvuriin. Epäjatkovat rekisteröintimenetelmät antavat menetelmästä ja potilasryhmästä riippuen 20–80 %:n sensitiivisyyslukuja ja niiden negatiivinen ennustearvo on suhteellisen alhainen (6,8,9).

Eteisvärinän varhaisella diagnosoinnilla on suuri merkitys sen tärkeimpien komplikaatioiden eli aivohalvauksen ja sydämen vajaatoiminnan estämisen kannalta. Kohtausten pidentymisen myötä eteisessä tapahtuu elektrofysiologisia ja rakenteellisia muutoksia ja ennen pitkää potilas jää pysyvään eteisvärinään. Taudinkulkuun voidaan vaikuttaa parhaiten sen alkuvaiheessa, ja ainakin eteisvärinän ablaatiohoito onkin teknisesti helpompaa ja myös tuloksiltaan parempaa, kun tautiprosessiin puututaan ennen sen kroonistumista. Tällä hetkellä eteisvärinän ablaatiohoito kohdentuu hoitosuosituksen mukaan oireisten potilaiden hoitoon, joten vielä suurempi merkitys varhaisella diagnostiikalla on eteisvärinän komplikaatioiden estämisen kannalta. Ymmärrettävästi oireettomaan ja vähäoireiseen rytmihäiriöön liittyvä aivohalvausriski on yhtä suuri kuin oireisen rytmihäiriön (6, 7).

Eteisvärinäkuorman arviointi

Monitoroinnin intensiteetti vaikuttaa paitsi eteisvärinän havaitsemisen herkkyyteen myös arvioon yksittäisen potilaan eteisvärinän määrästä vuorokaudessa eli ns. eteisvärinäkuormasta. Epäjatkovat EKG:n rekisteröintimenetelmät aliarvioivat eteisvärinäkuormaa jatkuviin menetelmiin verrattuna samoin kuin ylipäättään eteisvärinän esiintymistä (8). On olemassa tietoa siitä, että eteisvärinäkuormalla on merkitystä komplikaatioiden syntymiselle siten, että aivohalvausriskin suhteen eteisvärinän pituuden raja-arvot ovat 5–6 minuutin ja päivittäisen eteisvärinäkuorman raja-arvot 3.8–5.5 tunnin luokkaa (6).

Ihon alle asennettavan rytmivalvurin kyky havaita eteisvärinää perustuu EKG:n RR-välien epäsäännöllisyyden toteamiseen (ns. Lorenz plot). Tässä me-



netelmässä jokainen RR-väli suhteutetaan edelliseen RR-väliin ja tulosta käytetään erottelemaan eteisvärinää ja sinusrytmiä. XPECT-tutkimuksen mukaan rytmivalvurin herkkyys eteisvärinän havaitsemisessa on jopa 96 %. Laitte tallentaa automaattisesti 2 minuutin pituisen EKG-jakson 3 viimeisimmästä episodista mahdollistamisen siten diagnoosin varmistamisen (10). Rytmivalvurin ongelmana on osalla potilasta myopotentialien rekisteröinnistä ja eteis- ja kammiolisälyöntisyydestä johtuva spesifisyyden aleneminen. Lisäksi muistikapasiteetti asettaa rajoituksia sille, miten tallentuneet rytmihäiriöt pystytään tarkistamaan ja niiden luonne varmistamaan. Nämä seikat vaikuttavat myös rytmivalvurin kykyyn arvioida eteisvärinäkuormaa. Rytmivalvurin herkkyys havaita oireetonta eteisvärinää ja eteisvärinäkuormaa on kuitenkin merkittävästi parempi kuin erilaisten epäjatkuvien EKG-rekisteröintitekniikoiden. Valvurilla saavutetaan paras komplianssi, tarkkuus (sensitiivisyys 95 % ja spesifisyys 85 %) ja seurannan pitkäaikaisin kesto varsinkin jos valvuri liitetään langattomaan ja automaattiseen tiedonsiirtoon. Valvurin merkitys on todettu kliinisissä tutkimuksissa, mutta sen käytön merkitys kliinisessä päätöksenteossa on epäselvä (5, 6, 10).

Eteisvärinä ja kryptogeeninen aivohalvaus

Eteisvärinä on merkittävä aivohalvauksen riskitekijä ja aiheuttaa 15–25 % kaikista aivohalvauksista (1). Kryptogeenisella aivohalvauksella tarkoitetaan aivotapahtumaa ilman spesifistä etiologiaa. Tällä hetkellä 20–30 % aivohalvaus- ja TIA-potilaista kotiutetaan ilman etiologista selitystä tapahtumalle. Osassa näistä tapauksista saattaa olla kyseessä eteisvärinästä johtuva sydänperäinen embolisaatio, joten tarvetta EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnille on juuri tässä potilasryhmässä. Tuoreimmissa aivohalvauksen hoitosuosituksissa suositellaan vähintään 24 tunnin kestoista rytmin seuranta aivotapahtuman jälkeen ja Holter-nauhoitusta tai sairaalahoitoon jälkeistä muuta pitkäaikaisrekisteröintiä ainakin niillä potilailla, joilla paroksysmaalista eteisvärinää epäillään ja varsinkin jos monitorointi sairaalassa on jäänyt lyhyeksi (11).

Jatkuvaa eteisvärinän monitorointia käytetään jo meneillään olevissa kryptogeenisen aivohalvauksen etiologiaa ja hoitoa selvittelevissä tutkimuksissa ja on olemassa tietoa siitä, että tälläkin potilasryhmällä pitkäkestoisempi monitorointi johtaa useammin eteisvärinän havaitsemiseen (11). Uusimpien tutkimusten mukaan pitkäaikainen intermittoiva monitorointi kahdesti päivässä sekä lisäksi oireiden ohjaamana kuukauden ajan havaitsee eteisvärinän herkemmin kuin yksittäinen 24

tunnin Holter-nauhoitus (12). Lisäksi EKG-seuranta voidaan joutua tekemään jopa 3–4 viikon ajan, jotta saadaan eteisvärinä esille (13). Pitkäaikaisrekisteröinnin merkittävänä ongelmana saattaa kuitenkin olla potilaiden huononeva komplianssi rekisteröinnin keston pidentyessä. Yksi ratkaisu tähän ongelmaan saattaisi olla rytmivalvuri, jonka teho eteisvärinän havaitsemisessa kryptogeenisessa aivohalvauksessa on paljon parempi 7 päivän Holter-nauhoitukseen verrattuna (14).

Eteisvärinän hoidon suunnittelu

Pitkäaikaisrekisteröinti on tärkeä osa eteisvärinän katetriablaatioon tulevan potilaan alkututkimuksia. On tärkeää varmistaa, että potilaan oireisto johtuu nimenomaan eteisvärinästä, tutkia ablaatiota edeltävää eteisvärinäkuormaa ja määrittää, onko kyseessä paroksysmaalinen vai persistoiva eteisvärinä. Viimeksi mainitulla saattaa olla merkitystä, kun mietitään mahdollisen toimenpiteen hyötyjä ja valitaan ablaatiotekniikkaa. Joskus pitkäaikaisrekisteröinnillä voidaan löytää eteisvärinän käynnistävä muu supraventrikulaarinen rytmihäiriö, joka muuttuu jonkin aikaa kestettyään eteisvärinäksi, jolloin ablaatiohoito voidaan suunnata tähän ns. käynnistysarytmiaan. Samoin pitkäaikaisrekisteröinnillä voidaan havaita runsaat keuhkolaskimoista alkunsa saavat lisälyönnit, jolloin eteisvärinän ablaatiota voidaan suunnata löydöksen mukaan (15).

EKG:n pitkäaikaisrekisteröintiä tarvitaan myös pysyvän eteisvärinän sykekontrollin arvioinnissa lepo-EKG:n ja raskaus-EKG-tutkimuksen lisäksi. AF-FIRM-tutkimuksen perusteella on aiemmin suositeltu leposykkeeksi 60–80/min ja kohtalaisen raskauden aikaiseksi sykkeeksi 90–115/min, jolloin voidaan tarvita tahdistinhoitoa jopa 7 %:lla potilaista (16). RACE II-tutkimuksessa vähemmän tiukka leposyketavoite ei kuitenkaan lisännyt tapahtumia, sairaalahoitoja tai oireita eikä huonontanut elämänlaatua (17). Optimaaliseen potilaskohtaiseen sykkeenhallinnan toteuttamiseen ja bradykardian havaitsemiseen tarvitaan näillä potilailla lähinnä 24 tunnin Holter-rekisteröintiä.

Eteisvärinän hoidon tehon arviointi

Eteisvärinän katetriablaation jälkeen varhaisia uusimisia nähdään yhdestä kolmeen kuukautta katetriablaation jälkeen, joten hoidon tehon lopullinen arviointi EKG-rekisteröinnillä tapahtuu yleensä aikaisintaan kolmen kuukauden kuluttua toimenpiteestä ellei sitten oirekuva vaadi aiempaa rekisteröintiä. Toisaalta varhai-

nen uusiminen ennustaa myös myöhäistä uusimista, mikä puoltaa aikaista pitkäaikaisrekisteröintiä. Kliiniseltä kannalta katsottuna EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin merkitys on ablaation jälkeisen oirekuvan ja tykytystuntemusten syyn selvittely, koska ablaationkin jälkeen potilaan rytmihäiriöoireet voivat johtua paitsi eteisvärinästä varsin usein myös eteis- tai kammiooperaisista lisälyönneistä. Lisäksi löydöksenä saattaa olla ablaation jälkeinen eteislepatus, jonka hoidossa usein tarvitaan uutta ablaatiota. EKG-rekisteröintiä tarvitaan myös oireettomien potilaiden seurannassa, koska oireetonta eteisvärinää esiintyy oireiseen verrattuna ablaation jälkeen jopa useammin kuin ennen ablaatiohoitoa. Tällä on merkitystä hoidon todellisen tehon arvioinnissa ja aivan erityisesti kun arvioidaan hoidon tehoa tutkimustarkoituksessa. Näin ollen pelkkää oireettomuutta ei tulisi pitää eteisvärinätaipumuksen paranemisenä ablaation jälkeen (6, 15).

Pitkäaikaisrekisteröintimenetelmän valinta hoidon tehon arvioinnissa on riippuvainen kysymyksenasettelusta ja on huomioitava myös menetelmän kustannusten suhde saatavaan hyötyyn. Mitä intensiivisempi rekisteröinti on, sitä suurempi on todennäköisyys saada esille sekä oireinen että oireeton eteisvärinä (kuva 1), mutta monimutkainen ja pitkäkestoinen rekisteröinti huonontaa potilaan komplianssia. Erityisen tärkeää tehokas monitorointi on potilailla, joilla mietitään antikoagulanttihoitoa. Korkean tromboemboliariskin potilailla antikoagulanttihoitoa on jatkettava ablaatiohoidon tuloksesta huolimatta, mutta matalamman riskin potilailla antikoagulanttihoito lopettamista voidaan harkita, jos pitkäkestoisessa EKG-rekisteröinnissä eteisvärinää ei havaita ja potilas itse sitä

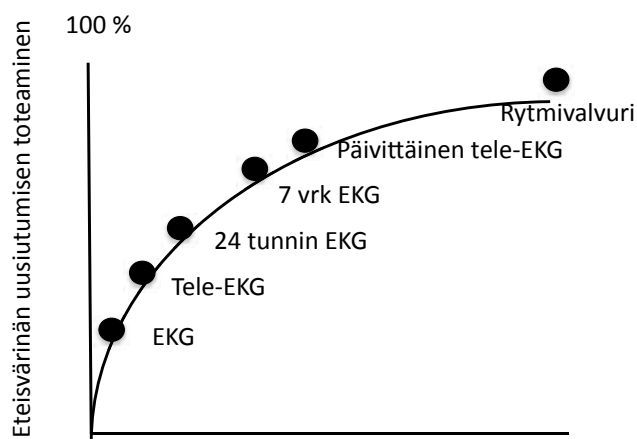
nimenomaan haluaa (15). Rytmivalvuripotilaalla tehtyjen tutkimusten perusteella epäjatkuvat EKG:n seurantamenetelmät ovat epäluotettavia johtuen eteisvärinän esiintyvyyden ajallisista eroista eri potilailla. Jatkuvaa monitorointia voidaan tässä vaiheessa kuitenkin suositella vain tieteellisiin tarkoituksiin, koska sen hyödyistä kliinisessä päätöksenteossa suhteessa kustannuksiin ei ole tutkimustietoa (18).

Yhteenveto

Eteisvärinän EKG-diagnostiikka saattaa olla vaikeaa taudin kohtausmaisuuuden ja oirekuvan vaihtelun vuoksi. Erilaisista EKG:n pitkäaikaisrekisteröintimenetelmistä on hyötyä sekä taudin diagnostiikassa että hoidon suunnittelussa ja seurannassa. Menetelmien herkkyyks ja spesifisyys ovat vaihtelevia ja käytettävä menetelmä tulee valita potilaskohtaisesti kysymyksenasettelusta riippuen. Jatkuvien EKG-seurantamenetelmien hyödyistä kliinisessä käytössä tarvitaan lisätutkimuksia.

Kirjallisuusviitteet

1. Kirchhof P, Auricchio A, Bax J ym. Outcome parameters for trials in atrial fibrillation: executive summary. *Eur Heart J* 2007;28:2803–2817.
2. Viitasalo M. EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti ja monitorointi. Kirjassa: Heikkilä J ja Mäkijärvi M. *EKG*. 1. painos, Kustannus Oy Duodecim, Helsinki, 2003:112–114.



Kuva 1. Eteisvärinän uusiutumisen toteaminen suhteessa seurantamenetelmään 3 kk seurannan aikana rytmivalvuriin verrattuna. Muokattu lähteestä Arya A ym. Clinical implications of various follow up strategies after catheter ablation of atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007;30:458–462.

3. Mittal S, Movsowitz C, Steinberg JS. Ambulatory external electrocardiographic monitoring: focus on atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:1741–1749.
4. Brignole M, Vardas P, Hoffman E ym. Indications for the use of diagnostic implantable and external ECG loop recorders. *Europace* 2009;11:671–687.
5. Dubner S, Auricchio A, Steinberg JS ym. ISHNE/EHRA expert consensus on remote monitoring of cardiovascular implantable electronic devices (CIEDs). *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2012;17:36–56.
6. Camm AJ, Corbucci G, Padeletti L. Usefulness of continuous electrocardiographic monitoring for atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2012;110:270–276.
7. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Eteisvärinä (online). Käypä hoito –suositus. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim; 2012. Saatavilla Internetistä: www.kaypahoito.fi
8. Ziegler PD, Koehler JL, Mehra R. Comparison of continuous versus intermittent monitoring of atrial arrhythmias. *Heart Rhythm* 2006;3:1445–1452.
9. Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY ym. Guidelines for the management of atrial fibrillation: the task force for the management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2010;31:2369–2429.
10. Hindricks G, Pokushalov E, Urban L ym. Performance of a new leadless implantable cardiac monitor in detecting and quantifying atrial fibrillation – results of the XPECT trial. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2010;3:141–147.
11. Jauch EC, Saver JL, Adams HP Jr ym. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2013;44:870–947.
12. Doliwa Sobocinski P, Anggårdh Rooth E, Frykman Kull V ym. Improved screening for silent atrial fibrillation after ischaemic stroke. *Europace* 2012;14:1112–1116.
13. Flint AC, Banki NM, Ren X ym. Detection of paroxysmal atrial fibrillation by 30-day event monitoring in cryptogenic ischemic stroke: the Stroke and Monitoring for PAF in Real Time (SMART) Registry. *Stroke* 2012;43:2788–2790.
14. Ritter MA, Kochhäuser S, Duning T ym. Occult atrial fibrillation in cryptogenic stroke: detection by 7-day electrocardiogram versus implantable cardiac monitors. *Stroke* 2013;44:1449–1452.
15. Calkins H, Kuck KH, Cappato R ym. 2012 HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace* 2012;14:528–606.
16. Wyse DG, Waldo AL, DiMarco JPy. A comparison of rate control and rhythm control in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2002;347:1825–1833.
17. Van Gelder IC, Groenveld HF, Crijns HJ ym. Lenient versus strict rate control in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2010;362:1363–1373.
18. Charitos EI, Stierle U, Ziegler PD ym. A comprehensive evaluation of rhythm monitoring strategies for the detection of atrial fibrillation recurrence: insights from 647 continuously monitored patients and implications for monitoring after therapeutic interventions. *Circulation* 2012;126:806–814. ■

Paavo Uusimaa
 Dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri
 Sisätautien ylilääkäri
 Länsi-Pohjan keskussairaala, Kemi
paavo.uusimaa@lpshp.fi

A New Standard in CRT

12%
**Absolute Higher
CRT Response Rate**

Achieved with AdaptivCRT compared to Historical CRT Trials¹

Introducing **Viva[®] XT CRT-D**
with AdaptivCRT[®] Algorithm

▶▶▶ Every Patient Optimised. **Every Minute.**



Medtronic

Reference

¹ Singh JP, Shen J, Chung ES. Clinical response with Adaptive CRT algorithm compared with echo guided AV optimization: a propensity score analysis of multi-center trials. Presentation at European Society of Cardiology Congress 4...q.s., 2012.