

Petri Korhonen, Pekka Raatikainen ja Matti Viitasalo

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnillä tarkoitetaan menetelmiä, joiden avulla sydämen sähköistä toimintaa seurataan mukana kuljetettavan rekisteröintilaitteen avulla. Alkuperäisen, Sir Norman Holterin kehittämän, EKG:tä jatkuvasti rekisteröivän laitteiston rinnalle on sittemmin kehitetty menetelmiä, joissa talteen kerätään ainoastaan tietyt kriteerit täyttävät löydökset sekä löydökset tutkittavan potilaan oireiden ajalta. Tavallisimmat EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin aiheet ovat olleet rytmihäiriötuntemusten selvittely ja etiologialtaan epäselvä synkopee. Rekisteröintilaitteiden sekä muun kardiologisen diagnostiikan ja hoidon kehitys on merkittävästi laajentanut ja muovannut tutkimusaiheita.

Holterrekisteröinnissä sydämen sähköistä aktiivisuutta seurataan ja tallennetaan kannettavan rekisteröintilaitteen avulla jatkuvasti lyönti lyönniltä. Tämän rinnalle on kehitetty menetelmiä, joissa talteen kerätään ainoastaan tietyt kriteerit täyttävät ja oireiden-
aikaiset löydökset. EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin tavallisimmat aiheet ovat epäselvien rytmihäiriötuntemusten tai tajunnanhäiriöiden selvittely. Viime vuosina pitkäaikaisrekisteröinnin käyttö salasyntyisen aivoinfarktin etiologian selvittelyssä on lisääntynyt nopeasti.

Käyttöaiheet

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin yleisin käyttöaihe on rytmihäiriötuntemusten selvittely. Muita käyttöaiheita ovat rintakipu, synkopeen ja aivoverenkiertohäiriöiden selvittely sekä erityisesti sydäntautipotilaiden vakavien kammio-
peräisten rytmihäiriöiden riskin arviointi. Laajemmin käyttöaiheita esitetään **TAULUKOSSA 1**.

Rytmihäiriötuntemusten (sydämen tykytys, muljahtelu, lyöntitauot) diagnostiikassa EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti on perusteltua, mikäli anamneesi, statuslöydökset tai lepo-EKG viittaavat rytmihäiriöön. Vähäistä lisälyöntisyyttä voidaan hoitaa oireenmukaisesti ilman täsmällistä diagnoosia, mutta esimerkiksi eteisvärinän yhteydessä on saatava varmuus diagnosoista hoitotoimenpiteiden kohdentamiseksi.

Tavanomainen holtertutkimus on helposti saatavilla, mikä puoltaa sen käyttöä ensivaiheen tutkimuksena. Harvemmin esiintyviä tykytyksiä tutkittaessa saavutetaan kahden viikon tapahtumarekisteröinnillä ehkä paras tasapaino diagnoosiin pääsyn ja kustannusten välillä (1).

Harvoin esiintyvän synkopeen selvittelyssä holterointi on hyvä ensivaiheen tutkimus. Rekisteröintiaikaa pidentämällä osuvuus paranee, ja joskus diagnoosi saadaan vasta rytmivalvurilla. Synkopeepotilaan oireetonkin vakavampi

TAULUKKO 1. EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin käyttöaiheet.

Tavallisia käyttöaiheita

Rytmihäiriöön viittaavat oireet (tykytys, muljahtelu, lyöntitauot, aivoverenkiertohäiriö)
Tiedossa olevan rytmihäiriön tai johtumishäiriön lisäselvittely
Rytmihäiriön hoidon vaikutuksen arviointi (lääkitys, katetriablaatio)
Pysyvän eteisvärinän sykkeenhallinnan optimointi
Etiologialtaan epäselvät tajuttomuus-, huimaus- ja kouristuskohdaukset

Harvinaisempia käyttöaiheita

Tahdistintyyppin ja tahdistinsäätöjen valinta
Tahdistinpotilaan oireiden selvittely
Pitkä QT-aika tai sen epäily
Iskeemisen sydänsairauden tutkiminen, kun potilas on liikuntarajoitteinen tai epäillään sepelvaltimospasmia
Eryyisesti sydänsairaiden potilaiden vakavien rytmihäiriöiden riskin arviointi
Eryyisryhmien (esimerkiksi lentäjät) terveystarkastukset



KUVA 1. Kahdeksankymmentäkolmevuotiaalle miehelle tehtiin holterrekisteröinti presynkopeeoireen vuoksi. Oireettoman tutkimusvuorokauden aikana todettiin valveillaoloaikana useita äkillisiä, jopa yli neljän sekunnin sinustaukoja, ja potilaalle asennettiin pysyvä tahdistin sinussolmukkeen vian hoidoksi.

eteis-kammiokatkos tai usean sekunnin sinus-tauko erityisesti valveillaoloaikana on merkittävä löydös (**KUVA 1**). Pelkkää sinusbradykardiaa ilman samanaikaista oiretta ei pidä liian herkästi katsoa synkopen syyksi.

Synkopen selvittelyssä anamneesi on keskeisessä asemassa. Tyypillinen heijasteperäinen pyörtyminen ei vaadi lisätutkimuksia. Toisaalta vakavasti sydänsairaana (esimerkiksi sydämen vajaatoiminta) potilaan synkopee herättää epäilyn vakavasta kammioperäisestä rytmihäiriöstä. Tällöin normaali holterointilöydös ei ole pois-sulkeva, vaan potilas tulee ohjata rytmikardiologiin jatkotutkimuksiin.

Holterointi on varsin herkkä häiriöille etenkin liikunnan aikana, ja siinä esiintyy epäspesifisiä ST-muutoksia rasisuskoetta enemmän, minkä vuoksi sen merkitys iskeemisen sydänsairauden selvittelyssä on kuvantamistutkimuksiin ja kliiniseen rasisuskokeeseen verrattuna vähäinen. Holterrekisteröintiä voidaan kuitenkin käyttää, jos rintatuntemusten syyksi epäillään rytmihäiriötä (2).

Iskemian osalta diagnostisena holterointilöydöksenä pidetään 1,0 mm:n ST-laskua, joka kestää vähintään minuutin ja etenkin, jos siihen liittyy tyypillinen rintakipu (3). Sattumalöydöksenä todetun oireettoman ST-laskun merkitys on epäselvä. Sepelvaltimospasmi voi aiheuttaa ST-nousun.

Tekniikat

Tavanomaisen EKG:n pitkäaikaisrekisteröintijärjestelmän muodostavat tutkittavan iholle kiinnitetyt elektrodit, kannettava rekisteröintilaitte sekä analysointiohjelmisto. Yleensä laitteet rekisteröivät kolmea EKG-kanavaa (4). Jopa 12-kanavaisia laitteita on olemassa, mutta ne eivät tarjoa oleellista etua kolmekanavaisen verrattuna.

Kanavavalinnat vaihtelevat laboratorioittain, eikä varsinaista standardia ole. EKG-kytkennät aVF, V1 ja V5 ovat osoittautuneet oivallisiksi QRS-heilahduksen muodon (esimerkiksi haarakatkos, delta-aalto) ja P-aallon tunnistamisen kannalta (**KUVA 2**). Kolmen kanavan käyttö on hyödyksi myös teknisiä häiriöitä ajatellen, sillä hetkellinen häiriö yhdellä kanavalla ei ole ongelma kahden muun ollessa analysoitavissa.

Rekisteröitävien kanavien määrästä riippumatta oleellista hyvälaatuiselle rekisteröinnille on potilaan ihon puhdistaminen ja laadukkaiden elektrodien huolellinen kiinnittäminen. Nykyään käytössä on järjestelmiä, joiden avulla rekisteröinti voidaan tehdä avoterveydenhuollossa, ja kardiologi voi tarkistaa sen ja antaa hoito-ohjeet internetin kautta. Tämä parantaa tutkimuksen saatavuutta.

Tavanomaisen holteroinnin merkittävin rajoitus on rekisteröinnin lyhytkestoisuus. Har-

voin esiintyvien oireiden selvittelyyn on siksi kehitetty pidemmän rekisteröinnin mahdollistavia laitteita. Niiden ei ole tarkoituksaan kerätä EKG:tä koko rekisteröintiajalta, vaan ainoastaan tietyt kriteerit täyttävät (merkittävä brady- tai takykardia, lyöntitauko) sekä oireiset jaksot. Tällaisessa tapahtuma-EKG:ssä rekisteröidään tyypillisesti vain yhtä kanavaa, minkä takia se on herkempi häiriöille ja rytmihäiriön tarkka diagnoosi on vaativampi kuin kolmekanavaisessa rekisteröinnissä.

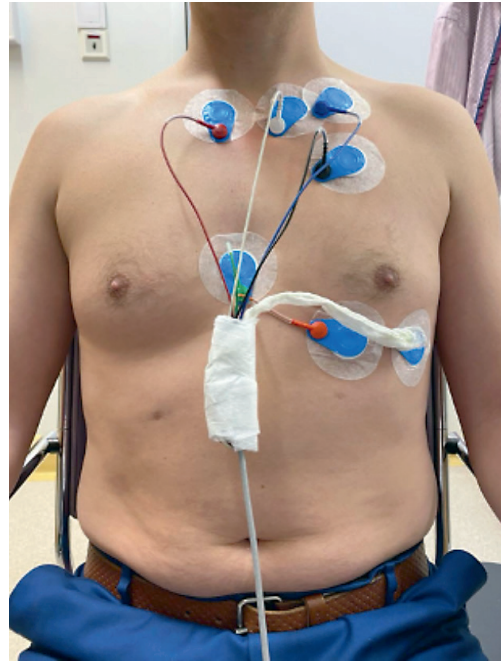
Osaa näistä laitteista käytetään jopa kuu-kauden ajan yhtäjaksoisesti, ja osassa potilas käynnistää rekisteröinnin esimerkiksi sormenpäistään vasta oireen ilmaantuessa. Pitkässä rekisteröinnissä ongelmana on elektrodien aiheuttama ihon ärtyminen. Mikäli tallennettavia jaksoja on runsaasti, saattaa laitteen muistitila täyttyä, jolloin uusimmat tapahtumat tallennetaan vanhimpien päälle. Merkittävimmät tapahtumat pyritään kuitenkin säilyttämään.

Kaikkein pisimpään tallentavia ovat ihon alle asennettavat rytmivalvurit, jotka keräävät tietoa sydämen rytmistä jopa kolmen vuoden ajan. Pitkäkestoinen tapahtuma-EKG-rekisteröinti soveltuu harvoin esiintyvän oireen diagnostiikkaan, mutta ei esimerkiksi kammiolisälyöntien määrän tai eteisvärinäkuorman arviointiin (**TAULUKKO 2**). Oireen esiintymistiheys määrittelee rekisteröintimenetelmän valinnan.

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnistä saatava tieto

Tavanomaisesta holteroinnista koko tutkimusajan tiedot ovat aina saatavissa, jokaista sydämen lyöntiä voidaan siis tarkastella erikseen. Tämä mahdollistaa analyysiohjelmien kannalta vaativien jaksoiden läpikäymisen manuaalisesti (esimerkiksi eteisvärinä vs muu eteisperäinen rytmihäiriö). Tapahtuma-EKG:ssä käytettävissä on vain otos rekisteröinninaikaisista tapahtumista, eikä siinä ole lyöntien muotoon perustuvaa luokittelua, vaan automaattiset tapahtumien tallennukset perustuvat syketaajuuteen ja lyöntiväliden vaihteluun.

Analyysiohjelmien tulosteesta näkyy rekisteröinnin aikainen keskisyke, minimi- ja maksimisykkeet sekä syketaajuuden muutokset ajan



KUVA 2. Elektrodien asettelu HUS:n kardiologian klinikassa käytettävässä kolmekanavaisessa holterrekisteröinnissä. Kytkennät vastaavat hieman muunneltuja 12-kytkentäisen EKG:n V1-, V5-, ja aVF-kytkentöjä.

funktiona, sykekäyränä. Sykekäyrästä on mahdollista nopeasti todeta äkilliset syketaajuuden muutokset (esimerkiksi supraventrikulaarinen takykardia- eli SVT-kohtaus) tai eteisvärinään liittyvä voimakas syketaajuuden vaihtelu. Lisäksi ohjelmat ilmoittavat erikseen eteis- ja kammioperäisten lisälyöntien ja takykardioiden määrät (ja taajuudet) tunneittain ja koko rekisteröinnin ajalta.

Analyysiohjelmat luokittelevat yleensä leveäkompleksiset lisälyönnit kammioperäisiksi eivätkä tunnista toiminnallisen haarakatkoksen eli aberraation takia leventyneitä varhaisia eteisperäisiä lyöntejä. Jotkin ohjelmat tarjoavat myös sykevaihtelua, PQ-aikaa, QT-aikaa ja ST-välän muutoksia kuvaavia parametreja. Niiden käyttö klinisessä potilastyössä on vähäistä.

Käytännössä kaikista rekisteröinneistä on suotavaa mitata manuaalisesti PQ-aika, QRS-heilahduksen kesto eri syketaajuuksilla ja QT-aika ainakin syketaajuudelta 60/min sekä tarkistaa analyysiohjelman ilmoittamat merkittävät rytmihäiriö- ja muut löydökset. Arvioitaessa holteroitua QT-aikaa on muistettava QT-

TAULUKKO 2. Tavallisimpien EKG:n pitkäaikaisrekisteröintimenetelmien ominaisuuksia.

Menetelmä	Rekisteröinti- menetelmän kuvaus	Rekiste- röinnin kesto	Rekisteröintimenetelmän edut	Rekisteröintimenetelmän rajoitukset
Holterointi	Jatkuva rekiste- röinti Yleensä kolme (1–12) kanavaa	1–3 vrk	Kaikki lyönnit analysoitavissa Tarkka rytmihäiriödiagnoosi usein mahdollinen Rytmihäiriön määrän arviointi Pysyvän eteisvärinän syketaajuus- den arviointi Lääkehoitovasteen arviointi Iskemian diagnosointi	Lyhyt kesto
Jatkuva tapahtuma- EKG	Jatkuva rekisteröinti, luokittelemattomat ja oireettomat jaksot pyyhkiytyvät pois Yksikanavainen	1–4 viikkoa	Pitkäkestoisuus Rytmihäiriön määrän summittainen arviointi Sopii synkopeen ja oireettoman eteisvärinän tutkimiseen	Yksikanavaisuus on altis häiriöille ja vaikeuttaa rytmihäiriön tarkkaa diagnostiikkaa Rekisteröi vain valikoidut jaksot Ihon ärtyminen pitkässä rekisteröinnissä
Oirejohtoi- nen tapahtu- ma-EKG	Potilas käynnistää rekisteröinnin oireen ilmaantuessa Yksikanavainen	Yleensä 2–4 viikkoa	Pitkäkestoinen seuranta mahdollinen Potilasystävällinen (ei ihoärsytystä)	Vaatii potilaan aktiivisuutta oirehetkellä Ei sovi synkopeen tutkimiseen Yksikanavaisuus – spesifinen rytmihäiriödiagnoosi vaikeampaa, häiriöaltis
Rytmivalvuri	Ihon alle asennettava rekisteröintilaitte Yksikanavainen	Jopa 3 vuotta	Pitkäkestoisuus Sekä oirejohteinen että automaattinen tiedonkeruu Etäseurannan mahdollisuus	Rekisteröi vain valikoidut jaksot Altis häiriöille Kajoava toimenpide Hinta

ajan adaptoitumisviive syketaajuuden muuttuessa sekä QT-ajan sykkeestä riippumaton vaihtelu muun muassa autonomisen aktiivisuuden myötä. Siksi emme suosittele holterlaitteen myötä. Yli 540 ms:n QT-aika mil-
lähän tahansa syketaajuudella on poikkeava löydös.

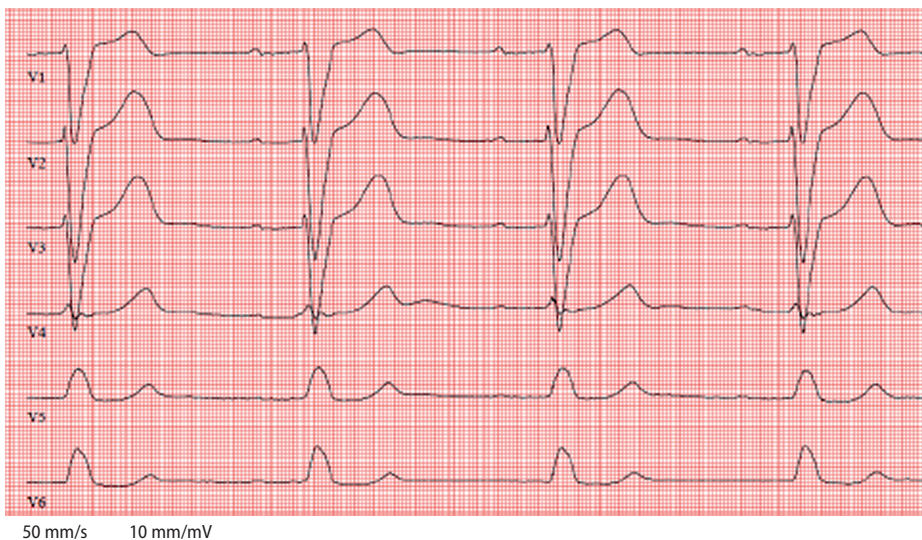
TAULUKKO 3. EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin lähetteeseen kuuluvat tiedot.

Esitiedot	Sydän- ja muut sairaudet sekä sydäntutkimusten tulokset lyhyesti
Lääkitys	Mahdollinen rytmihäiriölääkitys
Kuvaus oireista	Kohtausten esiintymistiheys Kohtausten kesto Rytmihäiriön alkamis- ja loppumistapa (äkillinen vs vähittäinen) Oireidenaikainen syketaajuus
Vakavat oireet	Synkopee Rintakipu
Liitteet	12-kytkentäinen EKG tai lyhyt kuvaus EKG-löydöksestä

Tulosten tulkinta

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin tulokinnasta vastaa kardiologi tai muu menetelmän käyttöön perehtynyt lääkäri. Analyysiohjelmien antamat diagnoosit tulee aina tarkistaa alkuperäisestä EKG-käyrästä. Tulkitsija suhteuttaa EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin löydökset esitietoihin ja 12-kytkentäisen EKG:n löydöksiin. Lähetteeseen pitääkin aina kirjata riittävän tarkat esitiedot ja liittää mukaan kopio 12-kytkentäisestä EKG:sta tai vähintäänkin kuvata lyhyesti oleelliset EKG-löydökset (**TAULUKKO 3**).

Esimerkiksi kammiolisälyönnit ovat terveysdämille yleensä vaarattomia, mutta sydäninfarktin sairastaneelle ne voivat olla merkki suurentuneesta äkkikuoleman riskistä. Holterointi ei voi korvata 12-kytkentäistä EKG:tä, sillä esimerkiksi poikkeavat Q-aallot tai haarakatkos eivät aina ole nähtävissä holterkytkennöissä. Toisaalta merkittävä muutos lepo-EKG:ssä voi olla



KUVA 3. Seitsemänkymmentäneljävuotiaalla miehellä esiintyi toistuvasti synkopeekohtauksia ja kaatumisia. EKG:ssä todettiin vasen haarakatkos ja pidentynyt PQ-aika eli niin sanottu trifaskikulaarikatkos. Tajuttomuuskohtausten todennäköinen syy oli hetkellinen täydellinen eteis-kammiokatkos. EKG:n pitkäaikaisrekisteröintiä ei katsottu aiheelliseksi, vaan potilaalle asennettiin sydämentahdistin.

riittävä löydös, jolloin pitkäaikaisrekisteröintiä ei tarvita (**KUVA 3**).

Toinen oleellinen tekijä EKG:n pitkäaikaisrekisteröintitulosten tulkinnessa on oirekorrelaatio. Oireettomilla henkilöillä monet lepo-EKG:ssä poikkeavaksi tulkittavat löydökset ovat pitkäaikaisrekisteröinnissä normaaleiksi katsottavia. Esimerkiksi 2–3 sekunnin sinustauot ovat holteroinnissa tavanomaisia ja hyvänlaatuisia unenaikaisia löydöksiä (**TAULUKKO 4**). Huolellisesti täytetyn oirepäiväkirjan perusteella saadaan luotettava käsitys oireiden suhteesta rytmin poikkeamiin.

Rekisteröintiin johtanut oire ilman poikkeavaa löydöstä riittää yleensä vakuuttamaan, että oireet eivät liity sydämen rytmiin. Toisaalta ilman oireita sujuneen rekisteröinnin perusteella ei voida sulkea pois eteisvärinää tai muita rytmihäiriöitä. Erityisen tärkeää oirekorrelaatio on sinussolmukkeen sairauden vaikeuden arvioinnissa. Oireeton sinusbradykardia tai alle kolmen sekunnin sinustauko levossa ei yleensä ole tahdistinhoidon aihe.

Vaimea sykkeen tiheneminen rasituksessa (kronotrooppinen inkompetenssi) saattaa kuitenkin edellyttää tahdistinhoitoa. Pitkä, alle 0,35 sekunnin PQ-aika on yleensä hyvänlaa-

tuinen löydös, mutta oireisen potilaan toisen tai kolmannen asteen eteis-kammiokatkos on aina merkittävä löydös. Oireettoman vuorokauden aikaisessa rekisteröinnissä pitkä sinustauko ja hetkellinenkin korkeamman asteen eteis-kammiokatkos erityisesti valvellaoloaikana on merkittävä löydös synkopeepotilaalla (**KUVA 1**). Nuoren tai iäkkäämmänkin kestävyysurheilijan pidentynyt PQ-aika ja jopa Wenkebach-tyyppinen toisen asteen eteis-kammiokatkos unen aikana katsotaan kuitenkin normaaleiksi löydöksiksi (5).

Kammiolisälyönneissä kiinnostaa niiden määrä sekä se, lähtevätkö ne yhdestä vai useammasta kohdasta. Takykardiomyopatian vaara on pieni, jos alle 15 % lyönneistä on kammiolisälyönnejä (6). Yhdenmuotoiset kammiolisälyönneet voivat soveltua ablaatiohoitoon, jos niitä on yli 5 000–10 000/vrk. Runsaisiin eteislisälyönneihin liittyy joillakin potilailla eteisvärinätaipumus (7).

Lyhyet eteistakykardiat ovat tavallisia iäkkäillä potilailla, eikä niitä pidä sekoittaa poikkeaviin johtoratoihin perustuviin SVT:ihin. Oirejohtoinen pitkäaikaisrekisteröinti on osoittautunut hyväksi tutkimusmenetelmäksi SVT:n diagnosoinnissa. Tyypillisistä oireista

TAULUKKO 4. EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin viitteellisiä normaaliarvoja terveillä työikäisillä henkilöillä.

Löydös	Normaaliksi katsottava	Poikkeavaksi katsottava
Sinusbradykardia (unessa)	> 35–40/min	< 35/min
Sinustauko	< 2 s valveilla, < 2,5 s unessa	> 2 s valveilla, > 3 s unessa
Sinustakykardia (normaaliaskareissa)	< 180/min (20–40 v) < 170/min (40–50 v) < 160/min (50–60 v)	> 120/min jatkuvana
Ensimmäisen asteen eteis-kammio- katkos	Pitkä PQ hetkellisesti sinusbradykar- dian aikana	> 200 ms, kun syke > 80/min > 180 ms, kun syke > 120/min
Toisen asteen eteis-kammiokatkos	Hetkellisesti sinusbradykardian aikana (Wenkebach-tyyppinen)	Usein toistuva Aina, kun syke > 100/min
Eteisäläyönnit	< 100/vrk	Huomattavan runsaat, monimuotoiset
Eteistakykardiat	Muutama lyhyt pyrähdys/vrk	Runsaat, monimuotoiset
Kammioäläyönnit	< 100/vrk	> 250/vrk Useita muotoja
Kammiotakykardiat	Yksi lyhyt kammiotakykardia/vrk (< 10 QRS ja syke < 180/min)	Toistuvat, pitkäkestoiset
Pisin QT-aika (tai QT-aika minimisyk- keellä ¹)	< 540 ms	> 540 ms

¹Jos pisintä QT-aikaa ei voida määrittää

eli yhtäkkiä alkavasta ja loppuvasta tasaisesta työtyksestä kärsivä potilas voidaan lähettää rytmikardiologille, vaikka rytmihäiriötä ei olisi saatu dokumentoitua.

Eteisvärinän diagnosointi ja hoidon seuranta

Eteisvärinää joudutaan joskus hakemaan toistetuilla rekisteröinneillä, sillä oikea diagnoosi on välttämätön hoitotoimenpiteitä suunniteltaessa. Harvoin esiintyvien kohtausten selvittelyssä oire-EKG on keskeisessä asemassa. Holterointi sopii myös eteisvärinän estohoidon tehon arviointiin. Pysyvässä eteisvärinässä sen avulla saadaan tietoa sykkeen käyttäytymisestä normaalien kotiaskareiden aikana. Hyvä tavoite on, että keskisyyke olisi alle 100/min ja tihein syketaajuus alle 80 % ikää vastaavasta maksimisykkeestä (220 – ikä).

Eteisvärinä on yksi tavallisimmista aivohalvauksen syistä. Suuren ja keskisuuren tukosriskin potilaiden pitkäkestoinen eteisvärinä on oireettomanakin aina pysyvän antikoagulaatiohoidon aihe. Arviolta 25 % aivoinfarkteista jää salasyntyisiksi. On arvioitu, että jopa kolmas-

osa näistä selittyisi oireettomalla eteisvärinällä (8). Euroopan kardiologinen seura (ESC) suosittelee aivoinfarktin jälkeen vähintään kolmen vuorokauden EKG-rekisteröintiä.

Holteroinnissa todettua vähintään 30 sekunnin eteisvärinää pidetään merkittävänä löydöksenä. Lyhyempien jaksojen merkitys on epäselvä, ja sitä tutkitaan vilkkaasti. Todennäköisesti eteisvärinän kesto tulisi suhteuttaa potilaan CHA₂DS₂-VASc-riskipisteisiin – mitä enemmän tukosriskipisteitä, sitä lyhyempi eteisvärinä on merkittävä (9). Yksittäisellä holteroinnilla ei voida sulkea pois eteisvärinää. HUS:n neurologian klinikassa asennetaan valikoiduille potilaille rytmivalvuri, jos holterointi jää tuloksettomaksi.

Mitä pidempään rekisteröidään, sitä enemmän eteisvärinää löydetään. Nykyisten rytmivalvureiden ongelmana on väärien positiivisten hälytysten suuri määrä, minkä vuoksi antikoagulaatiohoidon aloitusta ei pitäisi perustaa pelkästään laitteen ilmoittamaan eteisvärinäkuorma-
maan, vaan laitteen tallentama EKG tulisi aina tarkistaa. Tilannetta mutkistaa myös tieto siitä, että jatkuvassa seurannassa todennettu eteisvärinä ja aivoinfarkti eivät ole osuneet ajallisesti

kovin hyvin yhteen (10). Onkin mahdollista, että ainakin osassa tapauksista sydänperäinen embolia liittyy ensisijaisesti eteisten myopatiaan eikä rytmihäiriöön.

Erityistilanteita

Sydäninfarktin jälkeisessä riskinarvioinnissa ei rutiinimaisesta EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnistä ole hyötyä. Mikäli vasemman kamion ejektiofraktio on alle 35–40 % ja EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnissä todetaan runsaasti kammiolisälyöntejä (> 1 000/vrk) tai lyhyt kammiotakykardia (> 5 lyöntiä, > 120/min), on aiheellista ohjata potilas rytmikardiologiin jatkotutkimuksiin.

Hypertrofisen kardiomyopatian yhteydessä holterointi kuuluu säännöllisiin seurantatutkimuksiin. Lyhytkestoinenkin kammiotakykardia lisää äkkikuoleman riskiä ja kuuluu yhtenä parametrina ESC:n riskilaskuriin.

Oireettomassa kammioiden varhaisaktivaatiossa oikoradan kykyä johtaa eteisestä kammioon voidaan jossain määrin arvioida holteroinnilla. Delta-aallon äkillinen häviäminen viittaa hyvään ennusteeseen. Vähitellen syketaajuuden tihentyessä tapahtuva delta-aallon häviäminen on etenkin nuorilla tavallista, eikä siitä voida tehdä päätelmiä oikoradan vaarallisuudesta. Oireiset potilaat (Wolff–Parkinson–Whiten oireyhtymä) on lähetettävä rytmikardiologille.

Pitkä QT -oireyhtymässä holteroinnista saadaan joskus arvokasta lisätietoa mittaamalla QT-aika eri syketaajuuksilla. Huomattavan korkea U-aalto tai T-aallon vuorottelu positiivisesta negatiiviseksi lyönnistä toiseen viittaavat suurentuneeseen rytmihäiriöriskiin.

Tahdistinpotilaat

EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti on keskeinen, kun päätetään harvan sykkeen tahdistinhoidosta. Holterointia voidaan käyttää myös tahdistimen ohjelmoinnin apuna (esimerkiksi sykettä säättävän R-toiminnon optimointi). Nykyisissä harvan sykkeen ja erityisesti rytmihäiriötahdistimissa on monipuolisia monitorointimahdollisuuksia.

Ydinasiat

- ▶ EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin tavallisimmat aiheet ovat rytmihäiriötuntemukset ja synkopee.
- ▶ Rekisteröintimenetelmän valintaan vaikuttaa ensisijaisesti tutkittavan oireen esiintymistiheys.
- ▶ Hyvät lähetetiedot ja hyvin täytetty oirepäiväkirja auttavat merkittävästi rekisteröintilöydöksen merkityksen arvioinnissa.
- ▶ Eteisvärinän etsiminen EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnillä kuuluu salasyntyisen aivoinfarktin perustutkimuksiin.
- ▶ Erityisesti eteisvärinän seulontaan on tullut suoraan kuluttajille myytäviä rekisteröintilaitteita, joiden käytännön merkityksen arviointi vaatii vielä runsaasti lisää tutkimustietoa.

On kuitenkin huomattava, että tahdistinlaitteet keräävät tietoa vain ennalta asetettujen kriteerien perusteella ja vain holterlaitteella saadaan tietoa kaikista rekisteröinnin aikaisista lyönneistä. Holteroinnilla voidaan arvioida vajaatoimintatahdistinpotilaiden biventrikulaarisen tahdistuksen määrää, kun fuusiolyönnit johtavat todellista suurempaan tahdistuksen määrän arvioon tahdistimen laskurissa. Potilaan tahdistinriippuvuutta voidaan arvioida holteroinnilla ennen johtojen poistoa esimerkiksi infektio-tilanteessa tai generaattorin vaihtoa suunniteltaessa.

Tulevaisuudennäkymiä

Digitaalisten laitteiden nopea kehitys näkyy myös EKG:n pitkäaikaisrekisteröintitekniikoissa. Oirejohtoiset pitkäaikaisrekisteröintilaitteet ovat tyypillisesti olleet yksikanavaisia. Jatkossa niihinkin on mahdollista saada useamman kanavan tallennus ja mahdollisuus tallentaa kaikki lyönnit koko rekisteröintiajalta. Elektrodit ja johdot ovat hankalia erityisesti useamman vuorokauden rekisteröinneissä, ja jatkossa elektrodivoiden ja -paitojen, joista data siirtyy langat-

tomasti rekisteröintilaitteeseen, käyttö yleistyy. Tekoäly parantane analyysiohjelmien käytettävyyttä ja automaattista EKG:n tulkintaa.

Viime aikoina on markkinoille tullut suoraan kuluttajille suunnattuja älylaitteita, jotka rekisteröivät sykettä ja parhaimmillaan tulostavat EKG-käyrän. Niiden tärkein tavoite on oireetoman eteisvärinän tunnistaminen (11). Pelkkään sykekäyrrään tai pulssiaaltoon perustuvia sovelluksia ei voida pitää riittävinä eteisvärinän tunnistuksessa, mutta hyvälaatuisesta yksikanavaisesta EKG:stä eteisvärinä on ammattilaisen tunnistettavissa. Onkin todennäköistä, että vastaanotoille tulee jatkossa entistä enemmän potilaita, joiden älylaite on antanut hälytyksen eteisvärinästä, ja on päätettävä, kuinka laajalti tutkimuksia jatketaan.

Eteisvärinä on yleisenä, lisääntyvänä ja merkittävänä terveysongelmana houkutteleva seulonnan kohde. Toistaiseksi seulonnan hyödyistä ei kuitenkaan ole vakuuttavaa näyttöä eikä jär-

jestelmällistä väestöseulontaa – ehkä sykkeen tunnustelua lukuun ottamatta – suositella (12). Tulevaisuuden laitteet rekisteröivät sydänsähkökäyrän lisäksi tietoa muun muassa hengitystiheydestä, valtimoveren happikylläisyydestä sekä verenpaineesta (ambulatoirinen polygrafia).

Lopuksi

Tavanomainen holterointi on edelleen tärkeä osa rytmihäiriöpotilaan tutkimusta. Lähettävän lääkärin rooli on tärkeä, sillä ilman riittäviä esitietoja lausuva lääkäri ei voi antaa selkeitä ohjeita jatkotutkimuksista tai hoidosta. Holterointi ei ole poissulkeva tutkimus, ja monien löydösten merkitys riippuu niiden aikana ilmenevistä oireista sekä potilaan taustasairauksista. Uudet menetelmät mahdollistavat jatkossa entistä pitempiketoisten rekisteröintien tekemisen ja automaattisen analysoinnin. ■

PETRI KORHONEN, dosentti, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri

PEKKA RAATIKAINEN, dosentti, kardiologian ja sisätautien erikoislääkäri, ylilääkäri

HUS, Sydän- ja keuhkokeskus

MATTI VIITASALO, professori h.c., LKT, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri

VASTUUTOIMITTAJA

Jussi Naukkarinen

SIDONNAISUUDET

Petri Korhonen: Korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Biotronik, Abbott)

Pekka Raatikainen: Apuraha (Abbott, Biosense Webster), luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Abbott, Bayer, Biotronik, Biosense Webster, BMS/Pfizer, Coronaria Stereotaxis), luottamustoimet (Valviran pysyvä asiantuntija, UEMS Cardiology Section Treasurer, ESC FESC Task Force member), hankkeet (Eteisvärinän Käypä hoito -työryhmän puheenjohtaja), muut sidonnaisuudet (Orion, osakeomistus)

Matti Viitasalo: Ei sidonnaisuuksia

KIRJALLISUUTTA

1. Zimetbaum P, Kim K, Josephson M, ym. Diagnostic yield and optimal duration of continuous-loop event monitoring for the diagnosis of palpitations. A cost-effectiveness analysis. *Ann Int Med* 1998;128:890–5.
2. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, ym. 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart Journal* 2020;41:407–77.
3. Steinberg J, Varma N, Cygankiewicz ym. 2017 ISHNE-HRS expert consensus statement on ambulatory ECG and external cardiac monitoring/telemetry. *Heart Rhythm*, julkaistu verkossa 8.5.2017. DOI:10.1016/j.hrthm.2017.03.038
4. Hombach V. Ambulatory electrocardiogram monitoring. Kirjassa: Macfarlane P, van Oosterom A, Pahlm O, ym toim. *Comprehensive electrocardiology*. Lonto: Springer-Verlag London 2011, s. 1420–78.
5. Brodsky M, Wu D, Denes P, ym. Arrhythmias documented by 24-hour continuous electrocardiographic monitoring in 50 male medical students without apparent heart disease. *Am J Cardiol* 1977;39:390–6.
6. Baman T, Lange D, Ilg K, ym. Relationship between burden of premature ventricular complexes and left ventricular function. *Heart Rhythm* 2010;7:865–9.
7. Arnar D O, Mairesse G H, Boriani G, ym. Management of asymptomatic arrhythmias: a European Heart Rhythm Association (EHRA) consensus document. *Europace*, julkaistu verkossa 18.3.2019. DOI: 10.1093/europace/euz046.
8. Glotzer T, Ziegler P. Cryptogenic stroke: Is silent atrial fibrillation the culprit? *Heart Rhythm* 2015;12:234–41.
9. Botto G, Padeletti L, Santini M, ym. Presence and duration of atrial fibrillation detected by continuous monitoring: crucial implications for the risk of thromboembolic events. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009;20:241–8.
10. Brambatti M, Connolly S, Gold M, ym. Temporal relationship between subclinical atrial fibrillation and embolic events. *Circulation* 2014;21:2094–99.
11. Perez M, Mahaffey K, Hedlin H, ym. Large-scale assessment of a smartwatch to identify atrial fibrillation. *N Engl J Med* 2019;381:1909–17.
12. Curry SJ, Krist AH, Owens Dk, ym. Screening for atrial fibrillation with electrocardiography: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA* 2018;320:478–84.