

Osaava potilas – uudet tekniset apuvälineet sydämen sähköisten tapahtumien tallentamiseen

KJELL NIKUS

TUOMO NIEMINEN

Telelääketiede mahdollistaa terveydenhuollossa tarvittavien tietojen siirron paikasta toiseen sähköisin tiedonsiirron menetelmin ja tietojen käytämisen sekä ajasta että paikasta riippumatta. Asiantuntijat voivat seurata ja vastata potilaan terveydentilan muutoksiin ilman, että potilaan tarvitsee esim. tulla vastaanotolle. Suhteellisen harvoin esiintyvien ja oireettomien rytmihäiriöiden diagnostiikkaan soveltuvia mobiiliteknologiaan perustuvia EKG-ratkaisuja on jo markkinoilla. Parhaassa tapauksessa voidaan niiden avulla vähentää sairaustuvuutta eteisvärinän aiheuttamiin aivoverenkiertohäiriöihin. Telelääketieteen logistinen kokonaisuus on kuitenkin haastavaa ja edellyttää viisaita ratkaisuja ja pelisäännöistä sopimista maamme terveydenhuollon toimijoilta (1).

Telelääketiede

”Sähköinen omahoito tulee Suomeen” – näin otsikoi Suomen Lääkärilehti tuoreta artikkelia (2). Siinä kerrotaan Suomeen suunnitteilla olevasta yhteisestä tietovarastosta, johon kansalaiset voivat tallettaa hyvinvointitietojaan, kuten mittauksia. Tieto- ja anturitekniikan vauhdikas eteneminen mahdollistaa uusien diagnostisten menetelmien kehittämisen lääketieteessä. Ihmisen perusuonteeseen kuuluu tietty uteliaisuus ja tarve seurata oman kehon toimintoja, mikä helposti johtaa lääketieteellisesti katsoen myös tarpeettomiin ”tutkimuksiin” ja poikkeavan tuloksen ilmaannuttua myös terveydenhuollon kontakteihin.

Telelääketiede on nopeasti kehittyvä lääketieteen ala, ja monet sen sovelluksista liittyvät sydän- ja verisuonisairauksiin. Telelääketieteen avulla pyritään parantamaan palvelujen saatavuutta sekä vähentämään kustannuksia. Ala kiinnostaa myös poliittisia päättäjiä, senkin takia, että sen sovelluksilla on potentiaalia parantaa terveydenhuollon saatavuutta ihmisille, jotka asuvat kaukana terveydenhuollon toimipisteistä (<https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/ehealth>).

On kolme eri tapaa soveltaa telelääketiedettä. Esimerkkejä *reaaliaikaisesta interaktiosta* ovat kahden terveydenhuollon asiantuntijan tai potilaan ja lääkärin välinen videokommunikaatio. Toisena esimerkkinä mainittakoon maassamme yleisesti käytössä olevat logistiset ratkaisut EKG:n lähettämisestä ensihoidosta kardiologille sydäninfarktia epäiltäessä. *Tallenna ja vastaa -menetelmässä* potilaan tiedot lähetetään asiantuntijalle sovelluksella verkon yli. Potilaan tiedot tallennetaan sovelluksen palvelimelle, josta asiantuntija voi katsoa ne läpi ehtiessään. Asiantuntija tutkii potilaan tiedot ja lähettää konsultaatiovastauksen pyynnön lähettäneelle. Menetelmä soveltuu hyvin esim. 12-kytkentäisen EKG:n ja EKG:n vuorokausirekisteröinnin tulkintaan. Kolmas ratkaisu, *etäseuranta*, on maassamme yleisesti käytössä implantoitujen laitteiden, lähinnä tahdistimien, seurannassa (3).

Digitaaliset tietojärjestelmät – eHealth eli e-terveyspalvelut tai sähköinen terveydenhuolto – ovat oleellinen osa telelääketiedettä. Tuorempi tulokas termistöön on mHealth eli m-terveyspalvelut tai terveysalan mobiilisovellukset, jotka osana e-terveyspalveluja kattavat mobiililaitteiden kuten matkapuhelimien, potilaan seurantaan

tarkoitettujen laitteiden ja muiden langattomien laitteiden käytön terveydenhuollossa ja kansanterveystyössä (1, 4).

EKG ja rytmihäiriöt

EKG on oleellinen työkalu rytmihäiriöiden diagnostiikassa, mutta edellytyksenä on yleensä, että häiriö on käynnissä EKG:tä otettaessa tai EKG:n pitkäaikaisrekisteröintiä suoritettaessa. Osalla potilaista rytmihäiriö esiintyy sen verran harvoin, että sen esille saaminen on epätodennäköistä perinteisin menetelmin. On selvä tarve löytää menetelmiä harvoin esiintyvien oireettomien ja oireisten rytmihäiriöiden diagnostiikkaan. Rytmivalvuri on varteen otettava vaihtoehto, mutta sen rinnalle kaivataan kevyempiä mobiiliteknologiaa käyttäviä ratkaisuja.

Eteisvärinä aiheuttaa yli kolmanneksen rytmihäiriöihin liittyvistä sairaalahoitajaksista ja kuormittaa suuresti myös avoterveydenhuoltoa. Eteisvärinä on merkittävin sydänperäiselle embolisaatiolle altistava tekijä. Jopa neljänneksellä aivoinfarktin sairastaneista kuvantamislöydös sopii emboliseksi, mutta embolialähde ei selviä perinteisin EKG-menetelmin (5). Monesti herää epäily diagnosoimattomasta (oireettomasta tai vähäoireisesta) eteisvärinästä, jonka löytäminen indisoisi ennustetta oleellisesti kohentavan anti-koagulaation. Tällä hetkellä mobiilisovellukset ovat suuren mielenkiinnon kohteena eteisvärinän diagnostiikassa (6–8).

Mobiiliratkaisuja diagnostiikkaan

Markkinoilla on jo monenlaisia ratkaisuja, joiden toimintaperiaatteet vaihtelevat. Kardiologin kannalta optimaalinen ratkaisu tarkoittaa hyvää signaalin laatua, helppokäyttöisyyttä sekä potilaalle että lääkärille, turvallista tietotekniikkaa sekä tilanteeseen hyvin soveltuvia diagnostisia apuvälineitä. Hyvä signaali on tarpeen, jotta voidaan vetää oikeat kliiniset johtopäätökset. Yksikanavainen EKG on yleensä riittävä tunnistamaan rytmihäiriö, mutta P-aallon tunnistamisen mahdollisuus on toivottavaa (kuva 1). Vain yhtä

kanavaa käytettäessä elektrodien kiinnitykseen ja muutoinkin signaalin laatuun on kiinnitettävä erityistä huomiota. Sydänlihaskemian tunnistaminen on haasteellista kolmenkin kanavan analyysillä (9). Laitteen keräämän diagnostisen tiedon välittäminen kardiologille voi tapahtua langattomasti, mutta tiedonsiirrossa on huolehdittava potilaan tietosuojasta (10). Mikäli mobiililaitteen kautta kerätty data on runsasta, tarvitaan erillinen analyysiohjelma tiedon purkuun, mikä ei välttämättä sovi yksiin tietojärjestelmien integraation kanssa.

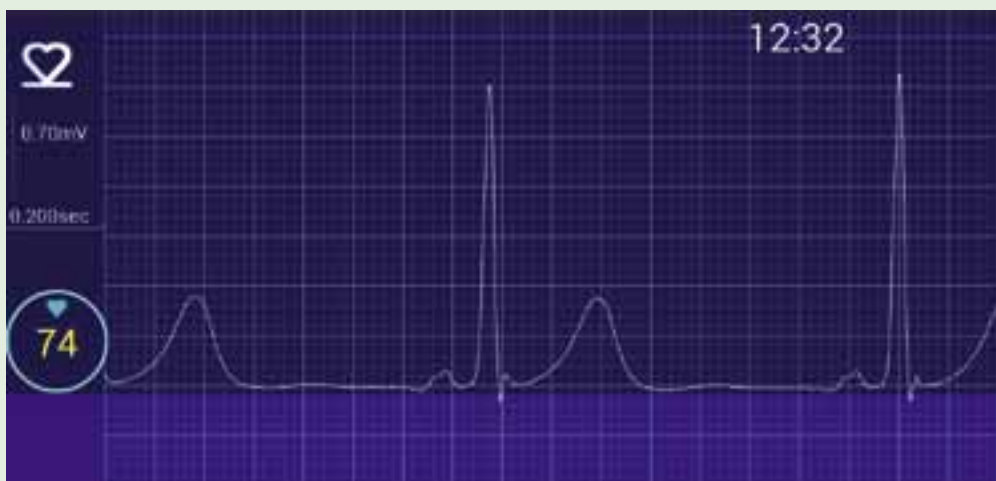
Signaalidatan kerääminen

Sydämen sähköisen järjestelmän toiminnasta syntyviä biosignaaleja voidaan kerätä monella tapaa ihmisen iholta. Signaalien keräämiseen ja jalostamiseen liittyy paljon teknisiä seikkoja, kuten suodatukseen liittyviä pulmia. Potilaan kannalta EKG:n rekisteröinti voi tarkoittaa peukaloiden asettamista mittauslaitteen elektrodien päälle, jolloin laite alkaa kerätä tietoa. Joissakin järjestelmissä mittauslaite kiinnitetään sykevyöhön tai teipataan rintakehälle. Tyypillisimmin kerättävä EKG on 1–3-kanavainen.

Kertyneen tiedon määrä vaihtelee paljon eri sovellusten välillä. Osa teknisistä ratkaisuista on kehitetty lähinnä oireiden aikaiseen tiedon keräykseen, jolloin kerätty tieto koostuu muutaman sekunnin tai kymmenien sekuntien aikaisesta EKG-datasta. Toisissa laitteissa toimintatapa muistuttaa EKG:n pitkäaikaisrekisteröintiä, jolloin datan määrä on suurempi. Tietoteknisessä mielessä datan määrään vaikuttaa tallennuksen keston lisäksi etenkin kanavien lukumäärä, resoluutio ja näytteenottotaajuus. Pitkäkestoiset EKG-keräykset tuottavat huomattavan määrän artefaktia, mikä hidastaa analyysiä.

Teknisiä ratkaisuja

Viime vuosina on markkinoille tullut erityyppisiä teknisiä ratkaisuja rytmihäiriöiden tunnistamiseen, jotka mah-



Kuva 1. P-aalto erottuu hyvin levossa tehdyssä rekisteröinnissä 1-kanavaisella laitteella (Beat2Phone).





Kuva 2. Ka-peakompleksisessa takykardiapyrähdyksessä eteisaktiiviteetin signaali eroaa sinuslyönnin P-aallost.

dollistavat pitkäaikaisen seurannan. Tutkimustulokset vaikuttavat lupaavilta mm. eteisvärinän ja kammioperäisten rytmihäiriöiden tunnistamisessa (11). Myös älyvaatteisiin ja jopa autoihin on kehitetty sydämen sähköisten tapahtumia rekisteröiviä laitteita. Toteutuksia on viljalti, ja seuraavassa esitellään lyhyesti muutamia Suomessa markkinoilla tai kehitteillä olevia ratkaisuja rytmihäiriöiden diagnostiikkaan.

CorusFit on Suomessa kehitetty langaton EKG-järjestelmä enintään kahdeksan henkilön samanaikaiseen monitorointiin ja Holter-tyyppiseen seurantaan. Tekstiilektrodit ovat urheilukäyttöön valmistetussa älypaidassa. Taskuun sijoitettava lähetin siirtää kaksikanavaisen EKG-signaalin tietokoneelle. Järjestelmässä on algoritmit useiden rytmihäiriöiden tunnistamiseksi.

Suomalainen Mega Electronics Oy on hiljattain tuonut markkinoille eMotion Faros -laitteen lähinnä rytmihäiriöiden tunnistamiseen. Laitteella voi myös tutkia sykevaihtelua ja henkilön aktiivisuutta. Pieni (13 g) kannettava laite kiinnitetään rintakehälle suoraan nepparielektrodiin, laastarielektrodiin tai adapterilla sykevyöhön. EKG rekisteröityy 1- tai 3-kanavaisena. Näytteenottotaajuudesta ja mallin tallennuskapasiteetista riippuen EKG-tallennusta voi tehdä muutamasta päivästä jopa kuukauteen ennen datan purkamista. Tyypillisesti tieto siirretään USB-kaapelilla tietokoneelle, mutta sen voi tehdä myös reaaliaikaisesti Bluetooth-yhteydellä; viime mainittu kuluttaa akkua joutuin. Laite ladataan USB-kaapelilla muutaman päivän välein. Avoimet tiedostoformaatit mahdollistavat myös Holter-analyysiohjelman käytön, mikä helpottaa diagnostiikkaa. Laite soveltuu erityisesti pitkään ”Holter-tyyppiseen” tiedonkeruuseen, mutta laitteella onnistuvat myös telemetria-sovellukset eli reaaliaikainen seuranta, joka luonnollisesti edellyttää erittäin luotettavaa datayhteyttä. Lisäksi reaaliaikainen seuranta vaatii jatkuvaa valvontaa kuten osastojen telemetriajärjestelmät. Pitkä rekisteröinti tuo joka tapauksessa ajankäytön haasteita analyysin tekoon.

VTT on kehittänyt älypuhelimien Beat2Phone-lisälaitteen ja -sovelluksen, joilla rekisteröidään EKG:ta langattomasti. Laite on tulossa markkinoille syksyllä 2015. Pieni sydänmonitori kiinnitetään pantaan ja asetetaan rintakehälle kuten urheilijan sykevyö. Tieto siirtyy sydänmonitorista kännykkään Bluetooth-tekniikalla. EKG-rekisteröinnin voi aloittaa heti oireiden ilmaannuttua (kuva 2). Beat2Phonella voi tehdä rekisteröintejä muutamasta minuutista vuorokauteen. Analyysituloksen voi sovitusti lähettää lääkärille sähköpostitse. Myös pilvipalvelun käyttö on mahdollista, ja tietojen kryptaus turvaa potilaan tietosuojan. Kännykkäsovelluksessa voi tehdä yksinkertaisia mittauksia, kuten lyöntivälien, PQ-ajan, QRS-keston ja QT-välin mittaamisen. Sovelluksessa on automaattinen rytmihäiriön tunnistus ja ST-segmentin muutosten analyysi.

Ruotsissa kehitetty Zenicor-EKG on kännykkää muistuttava, eteisvärinän tunnistamiseen luotu kaupallinen tuote, jonka toimintaperiaatteeseen kuuluu peukaloiden asettaminen elektrodien päälle oireiden sattuessa ja rutiinisti esim. pari kertaa päivässä puolen minuutin ajan oireettoman eteisvärinän löytämiseksi. Nappia painamalla tieto siirtyy langattomasti EKG-arkistoon palvelimelle, josta lääkäri voi käydä tarkastelemassa kerättyä tietoa. Pitkäaikainenkin käyttö on mahdollista yksittäisellä potilaalla, mutta tiedon siirtoon ja palvelimen käyttöön liittyvät kustannukset voivat vaikuttaa käytön pituuteen. Vastaavia laitteita on Suomen markkinoilla muitakin, joko ilman etälähetystä tai sen kanssa, kuten HeartScan (12) ja Customed-etäläketieteen sovellukset (13). Laitteiden omistaja, esim. terveyskeskus tai työterveyshuollon yksikkö, luovuttaa laitteen potilaalle, mutta rekisteröinnin tulkintaan saatetaan tarvita kardiologin asiantuntemusta.

Kännykän kokoisella laitteella voi rekisteröidä myös 12-kytkentäisen EKG:n ja lähettää sen lääkärille langattomasti (www.smartheartpro.com). Joissakin maissa toimii 24/7 telelääketieteen keskuksia (shl-telemedicine.com) (14,15). Liittymällä niiden (maksulliseen) palveluun, voi

saada kannanoton EKG-löydökseen jopa varttitunnissa – tarvittaessa telelääketieteen keskus lähettää ambulanssin henkilön luokse. On myös olemassa etäkonsultaatiokeskuksia, jotka toimivat osana julkista terveydenhuoltoa ja jotka käsittelevät valtavia määriä sydänfilmejä (16). Jo yli 10 vuotta sitten oli visiona ensihoitoyksikön lähettäminen oletettavasti tajuttoman henkilön luokse paikallistamalla kännykkä, josta EKG oli lähetetty; tämä siis jos EKG:ssa oli hälyttävä löydös eikä EKG:n lähettäjä vastannut yhteydenottoon (17).

Älypuhelimet

Terveyteen, kuntoiluun tai lääketieteeseen liittyviä älypuhelimille tehtyjä sovelluksia on jo yli 100 000. Tuore kirjoitus otsikoikin nasevasti: ”Is there an app to solve app overload? (18)” Appsit ovat jo tulleet ja etenkin tulossa osaksi sekä sydänsairaiden että sydänterveiden arkea. Niinpä sovellukset ovat pian vääjäämätön osa myös meidän kliinistä työtämme, riippumatta siitä, onko sovelluksen tuottama data ja siitä jalostettu informaatio luotettavaa saati vaikuttavaa (19).

Älypuhelimella voidaan määrittää syke ja siitä voidaan tehdä alkeellinen rytmihäiriödiagnosi jopa ilman lisälaitteita. Tuolloin puhelimen kameralla videoidaan sormenpään kapillaariverenkiertoa, josta algoritmi laskee sykkeen ja sen vaihtelun (20). Vaikka menetelmä on häiriöherkkä, on kontrolloiduissa olosuhteissa kyetty erottamaan eteisvärinä sinusrytmistä erinomaisesti (21). Eräät puhelinmallit on varustettu erityisesti sykkeen tunnistamiseen tarkoitetulla infrapunalähtetimmellä ja -kameralla.

Varsinaisen EKG:n saamiseksi on älypuhelimeen liitettävä iholle laitettavat elektrodit. Tähän tavanomaisin ratkaisu on erillinen puhelimen taustakuori, jossa olevat elektrodit painetaan rintakehälle. Tunnetuin valmistaja on AliveCor, jonka kuorta on käytetty yli miljoonan yksikanavainen EKG:n ottamiseen varsin korkealla laadulla ja hyvällä käyttäjätyytyväisyydellä (22).

Telelääketieteen asiantuntijataho

Asiantuntijapalvelun tarjoaminen on suuri haaste telelääketieteessä. Ei riitä, että kehitetään hyviä teknisiä ratkaisuja biosignaalien tunnistamiseen ja tietojen lähettämiseen – asiantuntijatahojen täytyy olla toimivia ja kustannustehokkaita. Edellä mainitut ulkomaiset telelääketieteen keskuksat toimivat joko asiakkuusperiaatteella (liitytään maksulliseen palveluun esim. vakuutuksen avulla) tai yhteiskunnan kustantamana (pitkien etäisyyksien takia katsotaan järkeväksi toiminnaksi). Suomessa ei ole 24/7 periaatteella toimivia telelääketieteen keskuksia – niiden kannattavuutta ei ole pidetty riittävänä (23). Sitä mukaa kun markkinoille tulee uusia teknisiä ratkaisuja, on maassamme mietittävä asiantuntijuuden periaatteita tarkkaan. Rytmikardiologin seurannassa olevien potilaiden osalta toimintaperiaatteet lienevät selvät. Pitää vain sopia potilaiden

kanssa toimintaperiaatteista: millä viiveellä otetaan kantaa löydöksiin, mitä kanavaa käytetään kommunikointiin ja miten turvataan tietosuojat. Suurin osa rytmihäiriöpotilaista on kuitenkin avohoitolääkäreiden seurannassa. Siinä tapauksessa on enemmän sovittavia asioita toimintalogistiikan osalta. Mittauslaite voi olla potilaan lataama kännykkäapp-likaaatio – miten varmistetaan laatu, kuka analysoi datan, entä maksulogistiikka? Laite voidaan myös tarjota potilaan käyttöön esim. terveyskeskuksesta, työterveyshuollosta tai yksityiseltä lääkäriasemalta. Se voi olla niiden omistama tai erikoissairaanhoidon voi luovuttaa laitteita avohoidon käyttöön. Maksuasioista, analyysien suorittamiskäytännöistä sekä potilaan informoisesta on sovittava.

Lopuksi

Perinteistä Holter-laitetta huomattavasti ”mobiilimpia” laitteita EKG-diagnostiikkaan on maassamme jo markkinoilla, ja uusia tulee varmasti lähivuosina. Tarvitaankin hyviä, helpokäyttöisiä, teknisiä työkaluja sydämen toiminnan kautta syntyvien biosignaalin käsittelyyn, mutta myös tietoturvallisia ja tehokkaita ratkaisuja kerätyn tiedon lähettämiseen asiantuntijalle. Näiden avulla voidaan tarkentaa rytmihäiriödiagnostiikkaa ja sitä kautta vähentää sairastuvuutta ainakin eteisvärinän aiheuttamiin aivoverenkiertohäiriöihin. Kunkin laitetyypin ja sovelluksen toimivuus ja luotettavuus olisi luonnollisesti validoitava tutkimuksien ennen laajamittaista käyttöä. Suurin haaste saattaa olla hyvin toimivien, kustannustehokkaiden asiantuntijaratkaisujen kehittämisessä.

Viitteet

1. Reponen J. Terveydenhuollon sähköiset palvelut murroksessa. *Duodecim*. 2015;131:1275–1276.
2. Van der Meer M. Sähköinen omahoito tulee Suomeen. *Suomen Lääkärilehti*. 2015;70:1224.
3. Tahvanainen M. Telelääketiede tietoteknisestä näkökulmasta. Seminaariraportti. Helsingin yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos. 2014.
4. Holopainen A. Mobiiliteknologia ja terveyssovellukset, mitä ne ovat? *Duodecim*. 2015;131:1285–1290.
5. Putaala J, Nieminen T, Haapaniemi E, Meretoja A, Rantanen K, Heikkinen N, Kinnunen J, Strbian D, Mustanoja S, Curtze S, Pakarinen S, Lehto M, Tatlisumak T. Undetermined stroke with an embolic pattern—a common phenotype with high early recurrence risk. *Ann Med*. 2015 Jul 29. [Epub ahead of print]
6. Gladstone DJ, Spring M, Dorian P, Panzov V, Thorpe KE, Hall J, et al. Atrial fibrillation in patients with cryptogenic stroke. *N Engl J Med*. 2014;370:2467–2477.
7. Sanna T, Diener HC, Passman RS, Di Lazzaro V, Bernstein RA, Morillo CA, et al. Cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2014;370:2478–2486.



8. Sposato LA, Cipriano LE, Saposnik G, Vargas ER, Riccio PM, Hachinski V. Diagnosis of atrial fibrillation after stroke and transient ischaemic attack: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2015;14:377–387.
9. Vukcevic V, Panescu D, Bojovic B, George S, Gussak I, Giga V, Stankovic I. Wireless remote monitoring of myocardial ischemia using reconstructed 12-lead ECGs. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2010;2010:2215–20.
10. Page A, Kocabas O, Soyata T, Aktas M, Couderc JP. Cloud-Based Privacy-Preserving Remote ECG Monitoring and Surveillance. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2014 Dec 16. [Epub ahead of print].
11. Fung E, Järvelin M-R, Doshi RN, Shinbane JS, Carlson SK, Grazette LP, Chang PM, Sangha RS, Huikuri HV, Peters NS. Electrocardiographic patch devices and contemporary wireless cardiac monitoring. *Front. Physiol.* 2015;6:149.
12. de Asmundis C, Conte G, Sieira J, Chierchia GB, Rodriguez-Manero M, Di Giovanni G, Ciconte G, Levinstein M, Baltogiannis G, Saitoh Y, Casado-Arroyo R, Brugada P. Comparison of the patient-activated event recording system vs. traditional 24 h Holter electrocardiography in individuals with paroxysmal palpitations or dizziness. *Europace.* 2014;16:1231–5.
13. Lee HE, Wang WC, Lu SW, Wu BY, Ko LW. Home-based mobile cardio-pulmonary rehabilitation consultant system. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:989–92.
14. Roth A, Malov N, Carthy Z, Golovner M, Naveh R, Alroy I, Kaplinsky E, Laniado S. Potential reduction of costs and hospital emergency department visits resulting from prehospital transtelephonic triage--the Shahal experience in Israel. *Clin Cardiol.* 2000;23:271–276.
15. Ribeiro ALP, Alkmim MB, Cardoso CS, Carvalho GGR, Caiaffa WT, Andrade MV, da Cunha DF, Antunes AP, de A. Resende AG, Resende ES. Implementation of a Telecardiology System in the State of Minas Gerais: the Minas Telecardio Project. *Arq Bras Cardiol.* 2010;95:70–78.
16. Marcolino MS, Palhares DM, Alkmim MB, Ribeiro AL. Prevalence of normal electrocardiograms in primary care patients. *Rev Assoc Med Bras.* 2014;60:236–41.
17. Rubel P, Fayn J, Nollo G, Assanelli D, Li B, Restier L, Adami S, Arod S, Atoui H, Ohlsson M, Simon-Chautemps L, Télisson D, Malossi C, Ziliani G-L, Galassi A, Edenbrandt L, Chevalier P. Toward personal eHealth in cardiology. Results from the EPI-MEDICS telemedicine project. *J Electrocardiol.* 2005;38:100–106.
18. Kuehn BM. Is there an app to solve app overload? *JAMA.* 2015;313:1405–7.
19. Husain I, Spence D. Can healthy people benefit from health apps? *BMJ.* 2015 May 8;350:h2520.
20. Bruining N, Caiani E, Chronaki C, Guzik P, van der Velde E; Task Force of the e-Cardiology Working. Acquisition and analysis of cardiovascular signals on smartphones: potential, pitfalls and perspectives: by the Task Force of the e-Cardiology Working Group of European Society of Cardiology. *Eur J Prev Cardiol.* 2014;21(2 Suppl):4–13.
21. McManus DD, Lee J, Maitas O, Esa N, Pidikiti R, Carlucci A, Harrington J, Mick E, Chon KH. A novel application for the detection of an irregular pulse using an iPhone 4S in patients with atrial fibrillation. *Heart Rhythm.* 2013;10:315–9.
22. Tarakji KG, Wazni OM, Callahan T, Kanj M, Hakim AH, Wolski K, Wilkoff BL, Saliba W, Lindsay BD. Using a novel wireless system for monitoring patients after the atrial fibrillation ablation procedure: the iTransmit study. *Heart Rhythm.* 2015;12:554–9.
23. Nikus K, Virtanen V, Sclarovsky S, Eskola M. The role of standard 12-lead ECG in a telecardiology consultation service. *Teoksessa Telemedicine. Kustantaja: Intech.* 2011. ■

Kjell Nikus

*LT, Kardiologian professori,
TAYS Sydänsairaala ja Tampereen yliopisto,
lääketieteen yksikkö*

Tuomo Nieminen

*LT, Sisätautien professori,
Eksote ja Helsingin yliopisto*