



LEPO-EKG:N ITSEOPISKELUMATERIAALI

Verkkokurssi Päijät-Hämeen sosiaali- ja
terveysyhtymän hoitohenkilökunnalle

Suvi Kuja-Aro

Viivi Mantonen

Opinnäytetyö
Lokakuu 2012
Bioanalytiikan koulutusohjelma
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalytiikan koulutusohjelma / K09MBIOAN

KUJA-ARO, SUVI & MANTONEN, VIIVI:

Lepo-EKG:n itseopiskelumateriaali; verkkokurssi Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyh-
tymän hoitohenkilökunnalle

Opinnäytetyö 62 s.

Lokakuu 2012

Elektrokardiografia eli EKG on yksi tärkeimmistä ja yleisimmistä fysiologisista labora-
toriotutkimuksista. EKG on tutkimusmenetelmänä hyvin standardoitu menetelmä, mutta
sen virheetön suorittaminen ja tulkinta eivät ole missään nimessä helppoja tehtäviä.
EKG:n avulla voidaan tutkia sydänsairauksien lisäksi myös sydämen eri osien kuormit-
tumista sekä sydämen koon muutoksia. Sepelvaltimotaudin diagnosoinnissa EKG on
välttämätön tutkimus.

Elektrokardiografiassa mitataan ihon pinnalle kiinnitettyjen elektrodien välisiä potenti-
aalieroja ajan funktiona. Laadukkaan ja tulkintakelpoisen EKG-rekisteröinnin aikaan-
saamiseksi hoitajan tulee osata esikäsittellä iho oikein elektrodien kiinnityskohdista, jotta
elektrodit kiinnittyvät tiiviisti ihoa vasten ja johtavat sydäimestä peräisin olevia säh-
köimpulsseja. Elektrodit tulee kiinnittää täsmälleen standardoituihin paikkoihin, jotta
oikea tulkinta olisi mahdollista. Myös EKG-johtimet tulee kiinnittää oikeisiin elektro-
deihin. Edellä mainitut asiat ovat EKG-rekisteröintiä suorittavan hoitajan vastuulla.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa ajankohtaista koulutusmateriaalia Päijät-
Hämeen sosiaali- ja terveysyhitymän hoitohenkilökunnalle. Opinnäytetyön tavoitteena
oli auttaa lisäämään Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhitymän hoitohenkilökunnan
osaamista ja tietoja, jotta he saisivat suoritettua entistä laadukkaampia EKG-
rekisteröintejä erilaisilta potilailta. Työn aiheen saimme Päijät-Hämeen sosiaali- ja ter-
veysyhitymästä klinisen fysiologian osastonhoitajalta.

Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka kirjallisessa osiossa on
käsitelty kattavasti EKG-rekisteröintiprosessia aina esivalmisteluista valmiin EKG-
käyrän löydösten tunnistamiseen. Tuotoksena syntyi Moodle -verkkokurssi Päijät-
Hämeen sosiaali- ja terveysyhitymän Tarmokas -nimiseen verkko-oppimisympäristöön.
Tämä verkkokurssi on tarkoitettu koko Päijät-Hämeen hoitohenkilökunnan käyttöön.
Toimivan verkkokurssin luomiseksi teoriaosuudessa selvitettiin millainen on hyvä ja
toimiva verkko-opetusmateriaali. Kurssissa kiinnitettiin huomiota EKG-rekisteröintejä
suorittavan hoitajan toimintaan rekisteröintiprosessissa, koska siinä tapahtuvat toimen-
piteet vaikuttavat ratkaisevasti EKG-käyrän laadukkuuteen. Lisäksi kurssi sisältää oh-
jeet EKG:n systemaattiseen tarkasteluun sekä perusteet yleisempien löydösten tunnis-
tamiseksi. Opiskelun tehostamiseksi kurssilla on tenttiosio, jonka avulla voi testata
omaa osaamista.

Asiasanat: EKG, elektrokardiografia, itseopiskelu, verkko-oppiminen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Biomedical Laboratory Science

KUJA-ARO, SUVI & MANTONEN, VIIVI:
Self-study Material on ECG; Online Course for Medical Personnel in Päijät-Häme Social and Health Care Group

Bachelor's thesis 62 pages
October 2012

Electrocardiography is one of the most important and the most common physiological laboratory studies. ECG as an examination tool is a well-standardized method, but the flawless execution and interpretation are by no means easy tasks. ECG has been used already in the 19th century but even nowadays it is used to create diagnostic information, for example about myocardial infarction. ECG is an essential tool in the diagnosis of coronary heart disease.

The purpose of this thesis was to produce topical education material for Päijät-Häme Social and Health Care Group nurses. The objective of this thesis was to help increase nurses' knowledge and skills so that they can perform higher-quality ECG-registrations on patients.

This study is functional in nature. The theoretical section explored the ECG-registration process, the most common sources of error, ECG analysis and the observable signs. Our focus was also to create functional and learner-friendly web-based learning material. The end product was a new Moodle e-learning course for Päijät-Häme Social and Health Care Group's web-based learning environment. The course includes highlighted central ECG findings that have to be performed in each ECG-registration. To make the self-study more effective, the course includes an exam section that allows you to test your own learning.

Keywords: ECG, electrocardiography, self-learning, e-learning.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA	8
3 EKG-REKISTERÖINTI	10
3.1 Lepo-EKG	13
3.2 Esivalmistelut	14
3.3 Elektrodien sijoittelu	15
3.4 Erikoiskytkennät	17
4 EKG-REKISTERÖINTILAITE	20
5 EKG-REKISTERÖINNIN VIRHELÄHTEET	21
6 EKG:N SYSTEMAATTINEN TARKASTELU	23
7 EKG-LÖYDÖKSET JA NIIDEN TUNNISTUS	26
7.1 Johtumishäiriöt	26
7.2 Rytmihäiriöt	30
7.3 Iskemia- ja infarktimuutokset	35
7.4 Tahdistimen aiheuttamat muutokset	37
7.5 QT-ajan muutokset	37
7.6 Lasten normaalit EKG-muutokset eri ikäkausina	38
8 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ	40
9 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ	41
10 VERKKO-OPPIMINEN	42
11 VERKKOKURSSIN LUOMINEN	44
11.1 Verkkokurssin rakenne ja ulkoasu	45
11.2 Teoriaosuus	46
11.3 Tehtävä- ja testiosuus	46
12 OPINNÄYTETYÖPROSESSIN KUVAUS	48
13 TUOTOKSEN KUVAUS	50
14 POHDINTA	54
LÄHTEET	58

1 JOHDANTO

Elektrokardiografiassa eli EKG:ssä mitataan ihon pinnalle kiinnitettyjen elektrodien välisiä potentiaali eroja ajan funktiona. Näiden potentiaalierojen perusteella voidaan arvioida sydänlihassolujen biosähköistä toimintaa. (Riski 2004, 15.) EKG-rekisteröinti on tunnetuin ja käytetyin biosignaali lääketieteessä. Monet sydänsairaudet voidaan diagnosoida EKG-muutosten avulla. EKG-rekisteröintiä käytetään eniten rytmihäiriöiden eli arytmioiden sekä sydänlihaksen hapenpuutteen eli iskemian toteamiseen. Lisäksi EKG:llä voidaan todeta johtumishäiriöitä, sydämen eri osien kuormittumista sekä sydämen koon muutoksia. (Leppäluoto ym. 2007, 152–154.) Tällä hetkellä Suomessa tehdään noin kolme miljoonaa EKG-tutkimusta vuodessa. Virheetön EKG-rekisteröinti on tärkeä edellytys rekisteröinnin oikealle tulkinnalle, sillä väärin suoritettu rekisteröinti voi pahimmassa tapauksessa johtaa väärän tulkinnan lisäksi myös virheelliseen diagnoosiin tai hoitoon. EKG-rekisteröintiin liittyvät laatuongelmat johtuvat yleisimmin potilaasta, rekisteröinnin suorittajasta tai rekisteröintilaitteistosta. (Sovijärvi 2011, 124.)

Olemme molemmat perehtyneet EKG-rekisteröintiprosessiin opintojemme aikana. Harjoitteluissa olemme huomanneet miten virhealtis EKG-rekisteröinti on menetelmänä. Olemme myös havainneet puutteellisia EKG-tietoja ja -taitoja. EKG-rekisteröintejä suorittaa monen eri ammattiryhmien edustajat, joiden osaamistaso vaihtelee. Tämä on lisännyt motivaatiotamme opinnäytetyön tekemiseen.

Opinnäytetyömme tärkein tietoperusteinen lähtökohta on laadukas EKG-rekisteröintiprosessi, johon kuuluu sekä hoitajan suorittama rekisteröinti että lääkärin vastuualueeseen kuuluva EKG-käyrän tulkinta. EKG-rekisteröinnillä tarkoitetaan hoitajan suorittamaa rekisteröintiä sekä rekisteröidyn EKG-käyrän tarkastelua. Hoitajien tulee osata tarkastella ja arvioida rekisteröimäänsä EKG-käyrää, jotta saadaan aikaan laadukas rekisteröinti. EKG:n arviointi pitää sisällään teknisen laadun arviointia sekä yleisimpien löydösten tunnistusta. Rekisteröinnin suorittava hoitaja on vastuussa siitä, että lääkärille lähetettävä EKG on tulkintakelpoinen ja kuvaa potilaan sen hetkistä tilaa mahdollisimman tarkasti. Tämän vuoksi hoitajan tulee myös osata arvioida lisä- ja/tai uusintarekisteröinnin tarve. (Riski 2004, 15; Riski 2006, 150.)

EKG-rekisteröintien laatutekijöihin on kiinnitetty huomiota jo ennen digitaalisten EKG-laitteiden tuloa 1980-luvulla. Tällöin EKG rekisteröitiin mustesuihkupiirturilla, jolloin laboratoriohoitajien oli tarkistettava EKG-kanavien vahvistus ja piirturin nopeus aina erikseen. Nykyiset laitteet kuitenkin huolehtivat automaattisesti kanavien vahvistuksen sekä piirturin nopeuden. Vuonna 1992 Laaduntarkkailu Oy valmisti ensimmäiset opetusdiat EKG-osaamisen kehittämiseksi ja laatutason parantamiseksi. Osaamistason kartoittamiseksi Labquality aloitti laaduntarkkailu- ja tulkintakierrokset vuonna 1998. Laaduntarkkailunäytteet sisältävät esimerkkejä poikkeavista rytmeistä, johtumishäiriöistä ja sydäninfarkteista. Laaduntarkkailunäytteissä voi olla esimerkkejä myös virheellisistä EKG-kytkennöistä. (Sovijärvi 2011, 125.) Näitä Labqualityn laaduntarkkailunäytteitä käytämme tuotoksemme tenttiosuudessa, jotta oppija voi kartoittaa osaamistasoaan.

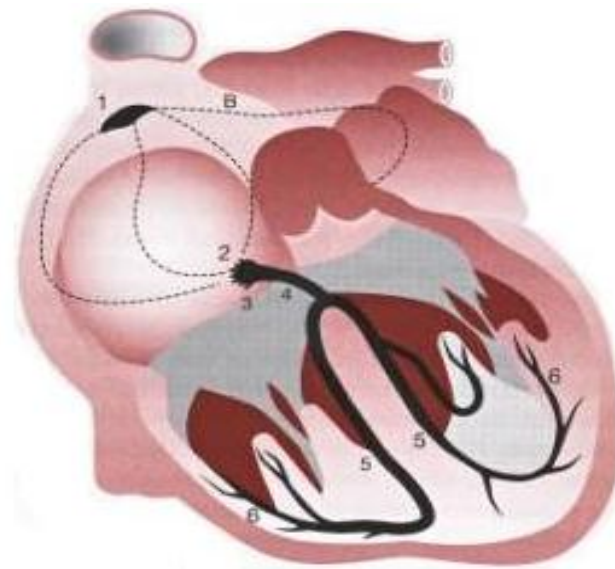
EKG-aiheeseen liittyviä opinnäytetöitä on tehty aikaisemmin esimerkiksi Pirkanmaan ammattikorkeakoulussa, Oulun seudun ammattikorkeakoulussa sekä Savonia-ammattikorkeakoulussa. Aiemmat opinnäytetyöt liittyvät terveydenhuoltohenkilöstön EKG-osaamisen kehittämiseen. Omassa opinnäytetyössämme keskitymme hoitajan näkökulmasta oleellisiin asioihin EKG-rekisteröinnissä, jotta rekisteröinnistä tulisi laadukas. Ennen rekisteröintiä tulee kiinnittää huomiota muun muassa rekisteröinnin esivalmisteluun, johon kuuluu ihon oikeaoppinen käsittely sekä elektrodien kiinnittäminen standardoituihin paikkoihin. EKG:n systemaattinen tarkastelu on EKG-rekisteröintejä työkseen suorittavan hoitajan osattava, jotta EKG-rekisteröinnistä voidaan havaita kaikki poikkeavuudet ja mahdolliset virheet ennen EKG-rekisteröinnin lähettämistä tulkitsevalle lääkärille. Esittelemme työssämme myös yleisimmät EKG-löydökset, jotka hoitajan tulee tunnistaa EKG-rekisteröinnistä.

Raportin teoriaosuudesta kokoamme verkkokurssin, joka on suunnattu Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän (PHSOTEY) hoitohenkilökunnalle. Olemme ottaneet toiseksi tietoperusteiseksi lähtökohdaksi verkko-oppimisen sekä verkkokurssin luomisprosessin. Näiden teorial tietojen avulla toimivan verkkokurssin luominen mahdollistuu. Verkkokurssi julkaistaan PHSOTEY:n omassa verkko-oppimisympäristössä, Tarmokkaassa. Kurssilla käsitellään koko EKG-rekisteröintiprosessia. Teoriatiedon tueksi verkkokurssille on koottu runsaasti kuvamateriaalia.

Opinnäytetyömme käsittelee pääasiassa aikuisten EKG-rekisteröintiprosessia, joten sivuamme lasten EKG:n erityispiirteitä hyvin lyhyesti. Olemme rajanneet työstämme pois myös yksittäiset EKG-laitteet, sillä Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän alueella on käytössä erilaisia EKG-laitteita.

2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA

Sydämen toimintaa ohjaavat sähköiset tapahtumat. Sydämen johtoratajärjestelmä muodostuu sydämen sähköisen ärsytyksen eli herätteen synnyttämiseen ja kuljettamiseen erikoistuneista sydänlihassoluista. Johtoratajärjestelmä (kuva 1) alkaa eteis- eli sinus-solmukkeesta (1), joka sijaitsee oikean eteisen takaseinämän yläosassa. Sinussolmukkeen tehtävänä on tahdistaa sydäntä normaaliin rytmiin. Tätä normaalia rytmiä kutsutaan sinusrytmiksi. (Mäkijärvi 2003b, 26; Leppäluoto ym. 2007, 151–152.)



KUVA 1. Sydämen poikkileikkaus ja johtoratajärjestelmä (Mäkijärvi 2003b, 26)

Sinussolmukkeesta impulssi leviää eteisten seinämissä olevien johtoratojen (2) kautta kohti eteis-kammiosolmuketta, jolloin eteisseinämiä lihassolut aktivoituvat. Aktivaation seurauksena eteisten supistuminen käynnistyy. Eteisten supistuksen aikana impulssi etenee eteis-kammiosolmukkeeseen (3). Eteiskammio-solmuketta kutsutaan AV-nodukseksi (atrioventricular node). Eteiskammio-solmuke sijaitsee eteisten ja kammioiden välissä kammioiden väliseinän takaosassa. Impulssi hidastuu eteis-kammiosolmukkeessa, jotta kammiot ehtivät täyttymään kunnolla. Kun kammiot ovat täyttyneet, sähköinen impulssi saavuttaa kammiot. (Leppäluoto ym. 2007, 151–152; Mäkijärvi 2003b, 26.)

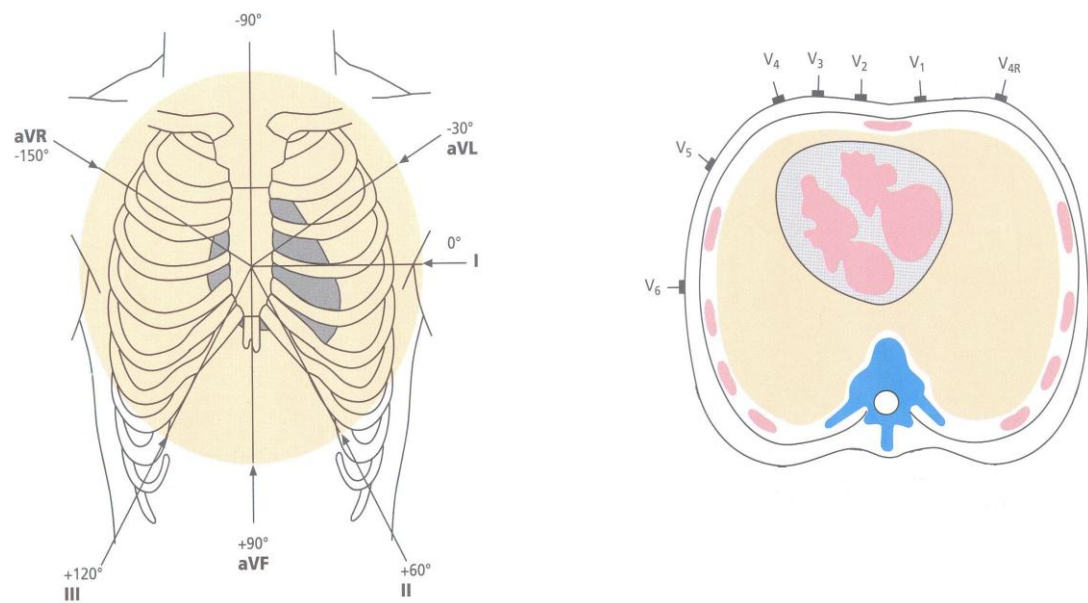
Eteis-kammiosolmukkeesta lähtee kammioiden omat johtoradat. Ensimmäisenä eteis-kammiosolmukkeesta impulssi johtuu Hisin kimppuun (4) ja jatkaa siitä haarautuen oikeaan ja vasempaan haaraan. Vasemman kammion johtorata haarautuu edelleen kahdeksi haaraksi (5), etu- ja takahaarakkeeseen ja niistä lopulta Purkinjen säieverkoksi (6) ja kammioli hassoluihin. (Mäkijärvi 2003b, 26; Leppäluoto ym. 2007, 151–152.)

3 EKG-REKISTERÖINTI

Elektrokardiogrammi eli sydänsähkökäyrä kuvaa kahden elektrodin välisen jännitteen muuttumista ajan funktiona. Elektrokardiogrammi on graafinen esitys potentiaaliaroista, jotka kuvataan niin, että aika on vaakatasossa ja jännite pystytasossa. Elektrokardiogrammin virallinen lyhenne on EKG, mutta käytännössä sitä kutsutaan usein EKG-käyräksi tai sydänfilmiksi. (Phalen 2001, 20; Riski 2004, 15.)

Potilaan ihoon kiinnitettyjen elektrodien välityksellä sydämen sähköiset signaalit piirtyvät EKG-laitteelle. Laite vahvistaa ja suodattaa signaalit, jonka jälkeen se jäljentää ne piirturiin. Perus- eli isoelektrisellä viivalla tarkoitetaan vaakasuoraan piirtyvää EKG-käyrän osaa. Tämä perusviiva on näkyvissä silloin, kun sydämessä ei ole mitattavissa olevaa sähköistä toimintaa. EKG-tulosteeseen piirtyvien käyrien suunta perusviivasta riippuu siitä, tuleeko sähköinen signaali elektrodia kohti vai siitä poispäin. Elektrodia kohti tuleva signaali on positiivinen ja heilahdus näkyy perusviivan yläpuolella. Negatiivinen, elektrodista poispäin kulkeva signaali piirtyy perusviivan alapuolelle. Käyrässä olevien heilahdusten ja aaltojen korkeus riippuu siitä, kuinka korkean jännitteen elektrodi on mitannut. (Riski 2004, 17; Holmström 2006, 23.)

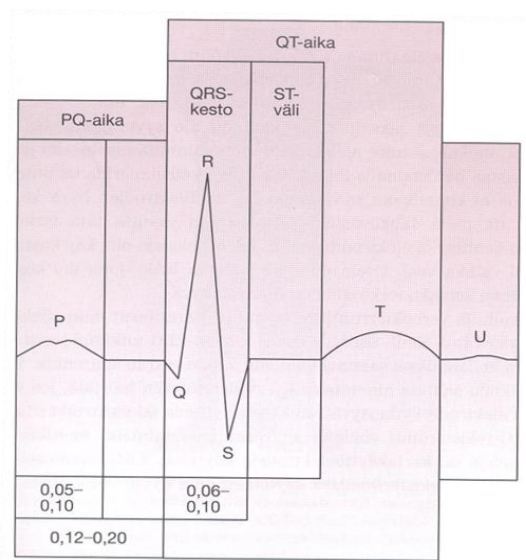
Elektrokardiografian avulla sydäntä voidaan tarkastella eri kulmista. Alla olevassa kuvassa 2 on havainnollistettu EKG:n frontaalitason raajakytkennät sekä horisontaalitason rintakytkennät. (Mäkijärvi 2003a, 43–44.) Vasenta kammiota ja vasemman kammion sivuseinämää tarkastellaan I-, aVL-, V5- ja V6-kytkentöjen avulla. aVL-kytkentä on ainoa kytkentä, jolla tarkastellaan sydämen vasemman seinämän korkeinta aluetta. Vasemman kammion alaseinämän aluetta tarkastellaan II-, aVF- ja III-kytkentöjen avulla. V1- ja V2-kytkennät tarkastelevat kammioväliseinämää eli septumia rintalastan molemmilta puolilta. V3- ja V4-kytkennät tarkastelevat sydämen vasemman kammion etuseinämää. (Phalen 2001, 21–25; Holmström 2006, 26.) V4R-kytkennällä sekä muilla oikeanpuolen rintakytkennöillä voidaan tarkastella sydämen oikeanpuolen kammiota (Käypähoitosuositus 2009b).



KUVA 2. Raaja- ja rintakytkentöjen sähköiset katselusuunnat (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2007a, 12, muokattu)

Kuvassa 3 on esitetty EKG:ssä havaittavat normaalit heilahdukset. Ensimmäinen EKG:ssä näkyvä heilahdus on P-aalto, joka syntyy eteisten aktivaatiosta ennen niiden supistusta. Tämä aalto kestää alle 0,1 sekuntia. P-aalto voidaan nähdä kaksiosaisena, jossa alkuosa kuvaa aikaisemmin aktivoituvaa oikeaa eteistä ja loppuosa vasenta eteistä. EKG-käyrä palaa perusviivalle PQ-välissä, kun molemmat eteiset ovat supistuneet. PQ-välin normaali kesto on 0,12–0,20 sekuntia. (Mäkijärvi 2003a, 40.)

Seuraavana käyrässä on nähtävissä QRS-kompleksi, joka johtuu kammioden supistumisesta. QRS-kompleksin ensimmäinen Q-heilahdus on negatiivinen, jota seuraa positiivinen R-heilahdus. QRS-kompleksin viimeinen heilahdus on S-aalto, joka on negatiivinen. QRS-heilahduksen normaali kesto on 0,06–0,10 sekuntia ja sen ylärajana pidetään 0,12 sekuntia. Perusviivalla olevan ST-välin aikana kammiolihaskuitit pysyvät supistuneena. T-heilahdus syntyy kammioden repolarisaatiosta eli lepojännitteen palautumisesta. (Mäkijärvi 2003a, 40.)



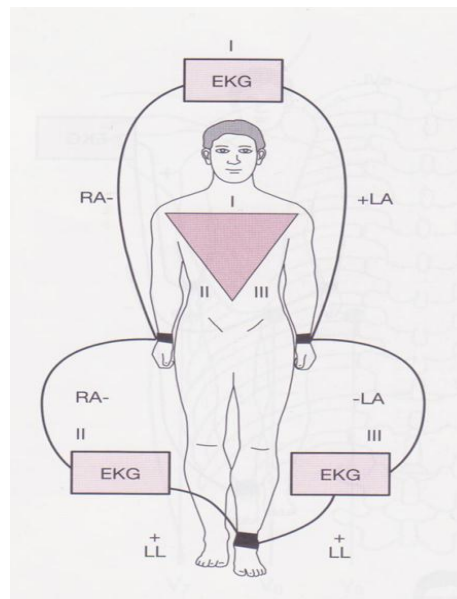
KUVA 3. Normaalit EKG-heilahdukset ja niiden merkintä (Mäkijärvi 2003a, 41)

Joskus EKG:ssä on nähtävissä T-aallon jälkeen myös U-aalto. U-aallon aiheuttavaa syytä ei vielä tarkkaan tunneta. (Mäkijärvi 2003a, 40.) On kuitenkin havaittu, että hypokalemian aiheuttamat muutokset näkyvät EKG-käyrässä T-aallon madaltumisena ja U-aallon ilmaantumisena. Hypokalemian aiheuttamat muutokset nähdään EKG-käyrässä silloin, kun plasman kaliumarvo laskee alle 3mmol/l. (Mäkijärvi 2008a, 159; Ukkola 2009.)

3.1 Lepo-EKG

Elektrokardiografiassa tarkastellaan sydämen sähköistä aktivaatiota potentiaalierojen avulla. Sydäimestä ihon pinnalle johtuu pieniä, millivolttien vahvuisia jännitemuutoksia. Sydämen solujen yhtäaikaista aktiopotentiaaleja vahvistavat toisiaan ja leviävät kaikkialle elimistöön. Jännitemuutoksen suuruus eli amplitudi vastaa sydänlihassolujen määrää. Esimerkiksi ohutseinäisissä eteisissä amplitudi (P-aalto) on pienempi kuin suurikokoisessa vasemmassa kammiossa (QRS-heilahdus). (Leppäluoto ym. 2007, 152.)

Lepo-EKG:ssä tavallisimmin käytetyssä 12-kytkentäjärjestelmässä mitataan bipolaarisia- ja unipolaarisia kytkentöjä. Kuvassa 4 esitetyt bipolaariset raajakytkennät (I, II ja III) mittaavat raajojen välisiä potentiaalieroja, ja ovat niin sanottuja standardikytkentöjä. (Mäkijärvi 2008a, 133.) Kytken I muodostavat oikean ja vasemman käden elektrodit. Kytken II muodostavat oikea käsi ja vasen jalka. Kytken III muodostavat vasen käsi ja vasen jalka. Oikean jalan nilkassa on niin sanottu maajohdin. Unipolaarikytken eli V-kytkennät ovat rintakytkentöjä, joiden tuottamaa jännitettä verrataan nollaelektrodiin. (Mäkijärvi 2003a, 42–49.) Unipolaarikytken paikat ovat kansainvälisesti vakioituneet. Elektrodien oikea sijoittelu edellyttää ihmisen rintakehän anatomian tuntemusta. (Riski 2011a, 61.)



KUVA 4. Raajakytkennät I, II ja III (Mäkijärvi 2003a, 47)

3.2 Esivalmistelut

Lepo-EKG:n tarkoituksena on nimenomaan tutkia sydämen sähköistä toimintaa levon aikana, joten potilaan tulee olla levossa noin 15 minuuttia ennen rekisteröintiä. Levoksi riittää, että potilas on istunut paikallaan vaaditun ajan esimerkiksi odotusaulassa. (Riski 2011a, 60.) Ennen lepo-EKG:n rekisteröintiä tulee olla kaksi tuntia ilman kahvia, teetä ja kolajuomia. Tupakointia tulee välttää kaksi tuntia ennen tutkimusta eikä alkoholia saa nauttia vuorokauteen ennen tutkimusta. Henkilökohtaiset lääkkeet voi ottaa normaalisti, ellei lääkäri ole toisin määrännyt. (Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymä 2008.) Ennen tutkimusta potilaalle on hyvä kertoa tutkimuksen kulusta ja kestosta, jotta potilas ei jännittäisi tutkimustilannetta (Riski 2011a, 60).

Ihon huolellinen käsittely elektrodien kiinnityskohdissa takaa hyvälaatuisen rekisteröintituloksen. Iholta ajetaan mahdolliset ihokarvat pois, koska ne eivät johda sähköä ja estävät elektrodin tiiviin kiinnittymisen iholle. Ihokarvat poistetaan kertakäyttöisillä partaterillä. Iho puhdistetaan alkoholiin kostutetulla vanutupolla, joka poistaa ihon pinnalta rasvan ja lian. (Antila 2012, 172.) Ihosta raaputetaan sen uloin kerros, epidermis, pois ennen elektrodien kiinnitystä. Kuollutta ihosolukkoa sisältävä epidermis ei johda sähköä samalla tavalla kuin ihon sisempi kerros, dermis. Pintasolukko poistetaan potilaskäyttöön soveltuvalla hiontapaperilla eli ihonkarhennusteipillä joko viidellä voimakkaalla tai kymmenellä kevyellä vedolla. Ihonkäsittelyjärjestys perustuu siihen, että alkoholi kuivaa ihoa, joka lisää ihovastusta. Karhennusteipin käyttö poistaa alkoholin ihoa kuivattavan vaikutuksen ja kuolleen ihosolukon. (Riski 2011a, 60–61.)

Ihon esikäsittelyä ei tehdä, jos potilaan iho on haavainen tai herkkä tai jos potilas on vastasyntynyt tai pieni lapsi. Vanhusten, diabetespotilaiden sekä säde- tai sytostaattihoidtoa saavien potilaiden kohdalla ihon esikäsittelyä tulee keventää. Ihon esikäsittely tulee aina harkita tapauskohtaisesti. Esimerkiksi luomet, märkäiset ihottumat tai tuoreet leikkausarvet pakottavat luopumaan tai muuttamaan ihon käsittelyä. Ihokarvojen poistosta luovutaan silloin, jos potilas on menossa rintakehän alueen leikkausoperaatioon, infektoriskin minimoimiseksi. (Riski 2011a, 64.)

Tutkimusympäristön tulisi olla sellainen, että potilas pystyy rentoutumaan. Tutkimus-sängyn tulee olla tarpeeksi leveä, jotta hyvä selinmakuuasento mahdollistuu ja kädet mahtuvat rentoina vartalon viereen. EKG-rekisteröinnin aikana potilas makaa liikkumatta ja puhumatta tutkimussängyllä silmät suljettuina. Jos potilas ei pysty rentouttamaan alaraajojaan, polvitaipeden alle voidaan laittaa tyyny vähentämään jännitystä. Polvitaipeden alla laitettava tyyny helpottaa myös selkäkivuista johtuvaa jännitystä. Jos potilaalla on hengitysvaikeuksia, on puoli-istuva asento sallittu. (Riski 2011a, 62.)

3.3 Elektrodiensijoittelu

Sydämen sähköisen toiminnan havaitsemiseksi on saatava aikaan tiivis ihon ja elektrodin välinen kontakti. Elektrodeina käytetään yleensä kertakäyttöisiä hopea-hopeakloridielektrodeja. Raajaelektrodien sijoittelua ei ole standardoitu. Ne sijoitetaan raajojen kärkiosiin, oikean ja vasemman ranteen sekä oikean ja vasemman nilkan sisäpuolelle niin, että elektrodit kiinnittyvät tasaisesti ihoa vasten. Alaraajaelektrodit eivät saa olla luiden eivätkä suurten lihasten päällä. (Riski 2011a, 61–63.) Raajaelektrodeihin kiinnitettävien johtimien värikoodit on kuvattu alla olevassa taulukossa 1.

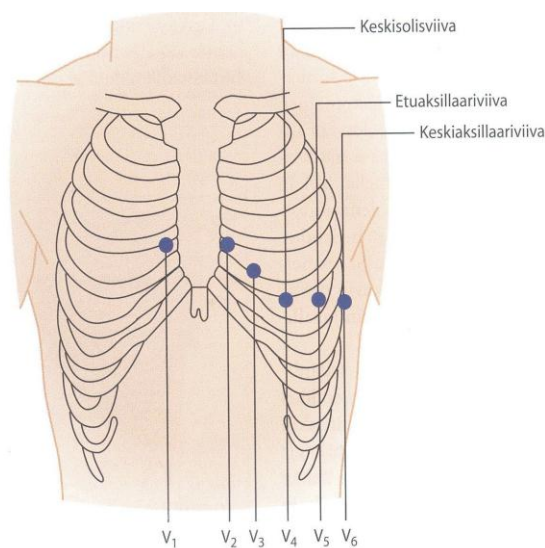
TAULUKKO 1. Raajaelektrodeihin kiinnitettävät johtimet (Laine 2008, 42)

Vasen jalka, LL	Vihreä johdin
Oikea jalka, N	Musta johdin eli maajohto
Vasen käsi, LA	Keltainen johdin
Oikea käsi, RA	Punainen johdin

Jos potilaalle on tehty raajan osittainen amputaatio tai raajaelektrodin oikealla sijoittelu kohdalla on kipsi, siirretään muut elektrodit samalla korkeudelle kuin ”sairaaseen” raajan elektrodi. Elektrodi tulee kiinnittää aina raajan etäisimpään kohtaan, esimerkiksi isovarpaaseen, jos se on kipsatussa jalassa näkyvissä. Jos potilaalla on hallitsematonta lihasvapinaa, esimerkiksi Parkinsonin tauti, elektrodit voidaan siirtää raajojen tyviosiin lihas-

jännityshäiriöiden minimoimiseksi. Raajaelektrodien siirto tulee aina merkitä EKG-käyrään, jotta lääkäri osaa ottaa sen huomioon käyrää tulkittaessa. (Riski 2011a, 61–63.)

Rintakytkentöjen oikeat paikat (kuva 5) tunnustellaan sormin potilaan ollessa makuulla. Aluksi tunnustellaan solisluukuoppa, jonka alapuolella (3-5cm) sijaitsee rintalastan kulma. Tähän kohtaan kiinnittyy toinen kylkiluu. Tästä edetään kylkiluuvälejä alaspäin neljänteen kylkiluuväliin. Rintakytkennät V1 ja V2 sijoitetaan neljänteen kylkiluuväliin niin, että V1-elektrodi tulee rintalastan oikeaan reunaan ja V2-elektrodi vasempaan reunaan. (Riski 2011a, 61–62.)



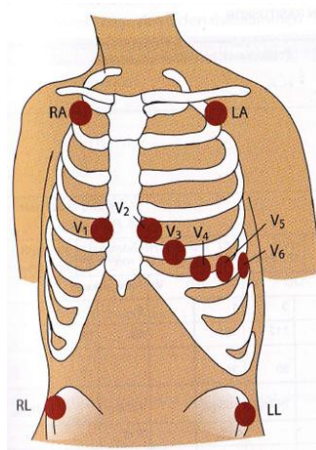
KUVA 5. Wilsonin unipolaariset rintakytkennät (Mäkijärvi 2008a, 134)

Seuraavaksi sijoitetaan V4-elektrodi, jonka oikea paikka on keskiisoliviivasta suoraan alaspäin viidenteen kylkiluuväliin. Ylipainoisilta potilailta voi olla hankala löytää solisluun keskikohtaa, jolloin V4-elektrodi sijoitetaan soliskuopan ja olkapään ulkoreunan keskikohtaan. V3-elektrodi sijoitetaan V2- ja V4-elektrodien puoliväliin. V6-elektrodi sijoitetaan vaakasuoraan V4-elektrodin kanssa kohti vasenta kainaloa keskikainaloviivalle. V5-elektrodi sijoitetaan V4- ja V6-elektrodien väliin etukainaloviivalle. Etukainaloviiva sijaitsee solisluun puolivälin ja sen loppuosan keskikohdasta. Jos solisluun loppuosaa on hankala löytää, on varmintä sijoittaa V5-elektrodi puoleenväliin V4- ja V6-elektrodeista. Kun rintaelektrodit ovat sijoiteltu paikalleen, liitetään niihin väri-, kirjain- ja numerokoodein merkityt johtimet. (Riski 2011a, 61–62.)

Elektrodien sijoittaminen niille kuuluville paikoille ei ole aina mahdollista, esimerkiksi jos potilaalla on jokin vamma tai leikkausarpi rintakehällä. Tällöin elektrodit, joita ei voida sijoittaa niille kuuluville paikoille, jätetään laittamatta kokonaan. Potilaille, joilla on suurikokoiset rinnat tai silikonirinnat, V4- ja V5-elektrodit sijoitetaan rinnan alle. Kaikki poikkeamat, jotka elektrodien sijoittamisissa suoritetaan, on kirjattava koneelle ja mahdollisesti myös syy vakioinneista poikkeamiseen. (Riski 2011a, 63.)

3.4 Erikoiskytkennät

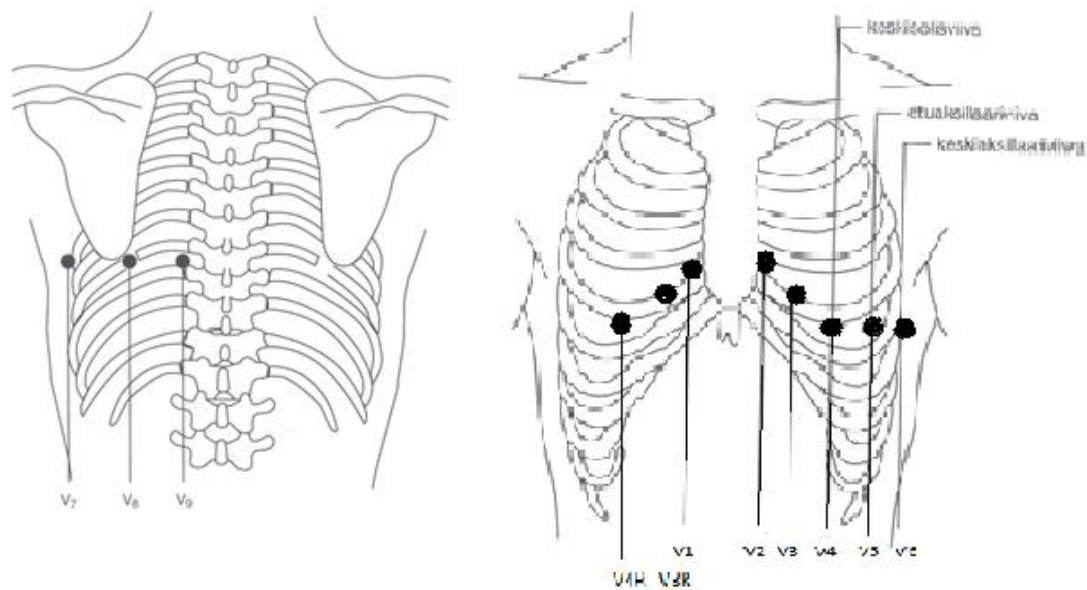
Mason-Likar kytkennät (kuva 6) ovat muunnelma 12-kytkentäjärjestelmästä. Mason-Likar raajaelektrodit sijoitetaan vartalolle raajojen tyveen. Tällainen kytkentä suoritetaan, kun elektrodeja ei ole mahdollista sijoittaa niiden oikeille paikoille. Useimmiten Mason-Likar kytkentöjä käytetään silloin, kun potilaalle on tehty raaja-amputaatio tai jossakin raajassa on koko raajan peittävä kipsi. Yläraajakytkennät (RA & LA) sijoitetaan solislukuoppiin ja alaraajaelektrodit (RL & LL) suoliluiden tyviin. Mason-Likar kytkennät muuttavat raajakytkentöjen amplitudeja eli korkeuksia, muotoa ja EKG:n frontaaliakselia. (Sovijärvi 2012, 181.) Mason-Likar kytkentöjen käytöstä tulee informoida hoitavaa lääkäriä (Riski 2011a, 63).



KUVA 6. Mason-Likar kytkennät (Sovijärvi & Kettunen 2008, 221)

15-kytkentäisessä EKG:ssä (kuva 7) kiinnitetään ensin normaalisti 6 rintaelektrodia ja raajaelektrodit (Riski 2011a, 64). Lisäkytkentöinä Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyh-tymässä käytetään rintakehän oikealla puolella asetettavia V3R- ja V4R-kytkentöjä sekä

selän puolelle asettava V7-kytkentää. (Tuomola 2012). Joissain paikoissa kaikki kolme lisäkytkentää voidaan asettaa selän puolelle V7-, V8- ja V9-kytkentöinä. Lisäkytkennät sijoitetaan selän vasemmalle puolelle samaan tasoon kuin rintakytkentöjen V4-V6-elektrodit. V8-elektrodin paikka on lapaluun alakulman alapuolella ja V9-elektrodin selkärangan vieressä sen vasemmalla puolella. (Riski 2011a, 64–65.) 15-kytkentäinen EKG antaa luotettavamman tiedon takaseinämän infarktista kuin 12-kytkentäinen EKG (Eskola & Nikus 2009; Käypähoito 2009b).



KUVA 7. 15-kytkentäinen EKG (Mäkijärvi 2003a, 44, 49, muokattu)

Jos potilaalla on rintakipu ja tai on aihetta epäillä sydäninfarktia, tulee aina rekisteröidä V4R-kytkentä. V4R-kytkennän paikka on keskisolisviivasta suoraan alaspäin viidennessä kylkiluuvälissä rintakehän oikealla puolella. Tällä kytkennällä voidaan luotettavasti arvioida mahdollista sydämen oikean kammion infarktia. Jos epäillään oikean kammion infarktia, tulisi V4R-kytkennän lisäksi rekisteröidä myös V3R-, V5R- ja V6R-kytkennät. Jos EKG-käyrän I-, II-, ja aVF-kytkennöissä havaitaan ST- välin nousua, tulee myös silloin rekisteröidä V4R-kytkentä.

Dekstrokardia on erittäin harvinainen tila, jossa potilaan sydän sijaitsee rintaontelon oikealla puolella. Tällöin potilaalta rekisteröidään peilikuvakytkennät, V1R-, V2R-, V3R-, V4R-, V5R- ja V6R-kytkennät, rintakehän oikealta puolelta. Tällöin myös raajo-

jen johtimet tulee vaihtaa niin, että oikeat ja vasemmat raajajohtimet vaihdetaan keskenään. (Riski 2011a, 64–65.)

Lapsille suoritettussa EKG-rekisteröinnissä tulee aina rekisteröidä myös V4R-kytkentä. Jos rintakehä on niin pieni, etteivät kaikki elektrodit mahdu siihen, voidaan aikuisten elektrodit leikata sopivan kokoisiksi. Keskosille on olemassa omia, kapeita elektrodeja, mutta tarvittaessa voidaan myös rekisteröidä vain raaja- ja V4R-, V3- ja V6-kytkennät. (Riski 2004, 23.)

4 EKG-REKISTERÖINTILAITE

EKG-rekisteröintilaitte mittaa ja piirtää elektrodien välisiä potentiaali-eroja ajan funktiona paperille, näytölle tai nauhalle (Riski 2004,15). Lepo-EKG:n rekisteröinti on vakioitu. Vakioinnilla mahdollistetaan luotettava vertailu saman potilaan eri kerroilla rekisteröityjen EKG-käyrien välillä. EKG-vakiointeja ovat piirtonopeus, nimellisherkkyyys, ihon käsittely ja elektrodien standardisoidut paikat rintakehällä. (Riski 2011a, 60.) Normaalissa lepo-EKG -rekisteröinnissä paperinsyöttönopeus on 50mm/s ja se tulee olla merkittynä aina EKG-tulosteeseen (Mäkijärvi 2003, 51). Tulosteessa tulee olla myös potilaan tunnistetiedot ja taustatiedot, kuten henkilötiedot, ikä, sukupuoli sekä rekisteröitsijän nimikirjaimet tai tunnus (Riski 2011a, 60). Jännitteen vakiointi on yksi millivoltti. Standardivahvistus tarkoittaa, että yhden millivoltin jännite aiheuttaa 10mm:n heilahduksen tulosteeseen. Jokaisen kytkennän alussa tulisi olla standardivahvistusta kuvaava vakaussyönti eli kalibrointisignaali. (Riski 2011a, 62; Phalen 2011, 20.)

Lähes kaikkiin nykyaikaisiin EKG-laitteisiin on ohjelmoitu automaattinen tulkintaohjelma, joka käy rekisteröitävän käyrän systemaattisesti läpi ja suorittaa suuren osan mittauksista. Tulkintaohjelmaa tukee laitteelle asetetut tiedot potilaasta, kuten potilaan ikä ja sukupuoli. Tulkintaohjelmat on tehty tarkoituksella sensitiiviseksi, jolloin ne antavat herkästi lausunnon mahdollisista iskeemisistä muutoksista. P-aallon tunnistus ja QT-ajan mittaus aiheuttavat eniten virheitä automaattimittauksiin. Tämän vuoksi laitteen tekemiin tulkintoihin ei voi suoraan luottaa, vaan lääkärin tulee aina tulkita ja antaa lopullinen lausunto EKG-käyrästä. (Raatikainen & Parikka 2012.) Automaattiset tulkintaohjelmat ovat kuitenkin hyviä tunnistamaan normaalin rytmin sekä mittaamaan aikaintervallit ja heilahdusten amplitudit edellyttäen, että käyrä on hyvälaatuinen. Tämän vuoksi tulkintaohjelman ilmoittamaan normaaliin EKG-käyrään voidaan yleensä luottaa. (Mäkijärvi 2008a, 145.)

5 EKG-REKISTERÖINNIN VIRHELÄHTEET

EKG-artefaktilla eli EKG-häiriöillä tarkoitetaan sydämen sähköisestä toiminnasta johtumatonta EKG-käyrässä havaittavaa muutosta tai löydöstä (Mäkijärvi 2008a, 136). EKG:ssä havaittavat virheet ovat Riskin (2011b, 167) mukaan ennalta arvaamattomia, yllättäviä tai ne syntyvät vahingossa. EKG-laitteen teknisestä kehityksestä johtuen itse laite tai johtimet ovat harvoin virhelähteenä. Häiriö johtuu useimmiten inhimillisestä virheestä tai ympäristön vaikutuksista. EKG-käyrän tarkastamisen ja hyväksymisen suorittaa sen ottaja, jolloin rekisteröijän tulee tunnistaa käyrästä artefaktit. (Riski 2011b, 167.) EKG-artefaktit voivat pahimmassa tapauksessa tuottaa vääriä tulkintoja ja muutoksia P-QRS-T -kompleksin muotoon (Riski 2009, 65). Kokenutkaan lääkäri ei voi enää tunnistaa valmiista EKG-käyrästä rintaelektrodien sijoitusvirheitä, jotka hoitajan olisi mahdollista poistaa asettamalla elektrodit täsmälleen standardien mukaisiin kohtiin (Riski 2004, 11).

Yleisimpiä EKG-rekisteröintien virhelähteitä ovat rintaelektrodien sijoitusvirheet. Usein rintaelektrodit sijoitetaan virheellisesti joko liian ylös tai liian alas. Myös V5- ja V6-elektrodien sijoittelu virheellisesti kaartumaan liian ylös tai laskemaan alas vyötärölle, on yleistä. V1- ja V2-elektrodit sijoitetaan helposti liian kauaksi toisistaan eli liian etäälle rintalastasta. Rintaelektrodien väärä sijainti aiheuttaa ST-segmentin ja Q-aallon vaihtelua sekä pienentää R-aaltoa. Pienentynyt R-aalto voi muistuttaa vanhaa infarktia. Tällöin on vaikea tulkita EKG-käyrästä, onko kyseessä todellinen infarkti vai elektrodien sijaintivirhe. EKG-käyrässä V1- ja V2-kytkennöissä havaittava rSr'-kuviokuva eli ”kaninkorvat” johtuu liian ylös sijoitetuista elektrodeista. Liian lähekkäin olevien rintaelektrodien välille voi syntyä sähköinen silta, joka muuttaa QRS-kompleksin korkeutta tai voi tehdä komplekseista täysin samanmuotoisia. Tätä sähköistä siltaa kutsutaan pastasiltaimiöksi, joka syntyy yleensä V2-V4-elektrodien välille. Tämä virhe on yleinen myös lapsilla, kun elektrodit joudutaan sijoittamaan lähelle toisiaan. (Riski 2011b 169.)

Raaja- ja rintajohtimet voidaan liittää väärin elektrodeihin monin eri tavoin, mutta EKG-laitteen tulkintaohjelma tunnistaa niistä vain muutamia. Raajajohdinten liittäminen väärin elektrodeihin aiheuttavat muutoksia, jotka muistuttavat sydäninfarktia tai

vasemman kammion hypertrofiaa sekä muuttavat frontaalitason akseleita. Jos yläraajojen johtimet vaihtuvat keskenään, voi EKG-käyrän muutokset muistuttaa ei-sinusperäistä eteisrytmiä. Oikean ylä- ja alaraajan johtimien vaihtuessa keskenään, voivat muutokset muistuttaa perikardiitti- tai infarktilöydöksiä. (Riski 2011b, 167–170.)

Lihaskännitys aiheuttaa EKG-käyrään perustason nopeaa heilahtelua tai vapinaa, jolloin EKG-rekisteröinti on yleensä analyysikelvoton. Perustason heilahtelut ja vapina voivat peittää alleen merkittäviä löydöksiä. Tavallisimmin lihaskännitys aiheutuu potilaan liikkumisesta, jännityksestä, vilunväleistä tai Parkinsonin taudin aiheuttamasta vapinasta. (Kors & Van Herpen 2011, 1734.) Myös potilaan voimakkaat hengitysliikkeet aiheuttavat perusviivaan muutoksia (Mäkijärvi 2003a, 50–51). Tällaisten muutosten poistaminen on mahdollista erilaisilla suodattimilla. Niiden käyttöä tulee harkita aina tapauskohtaisesti viimeisenä vaihtoehtona, sillä suodattimet voivat vaikuttaa EKG-signaalin muotoon. (Mäkijärvi 2008a, 137.)

EKG:n perusviivassa ilmenevä hienojakoinen 50 Hz (hertsi) tärinä johtuu vaihtovirrasta (kuva 8). Vaihtovirta aiheuttaa jokaiselle millimetrille vaihtovirtapiikkejä. Näissä tilanteissa on hyvä tarkistaa elektrodien sijainnit ja sijoittaa johtimet yhteen nippuun. Rekisteröintihuoneen muutos ja sähkölaitteiden sammuttaminen voi auttaa häiriön poistamisessa. EKG-laitteessa on myös 50Hz filteri eli suodatin, joka suodattaa verkkovirran aiheuttaman häiriön. (Mäkijärvi 2008a, 137.)



KUVA 8. Vaihtovirtahäiriö (Mäkijärvi 2008a, 136)

6 EKG:N SYSTEMAATTINEN TARKASTELU

EKG-käyrän tarkastelu edellyttää taitoa tunnistaa sekä normaaleja että poikkeavia EKG-löydöksiä ja kykyä arvioida EKG-käyrän teknistä laatua (Riski 2004, 18). Ennen EKG:n tarkastusta ja analysointia tulee vielä tarkistaa, että tulosteessa on oikean potilaan henkilötiedot kirjattuna sekä rekisteröitsijän nimikirjaimet, päivämäärä ja kellonaika. EKG:n laatu tarkastetaan silmämääräisesti niin, että jokainen kytkeä on rekisteröitynyt ja rekisteröinnissä näkyy oikea kalibraatio ja paperinnopeus. Tässä vaiheessa on vielä helppo havaita, jos johtimet ovat kiinnitetty väärin elektrodeihin. EKG:n tarkasteluun on kehitetty erilaisia taulukoita, joiden avulla voidaan helpottaa systemaattista tarkastelua. Käyttämällä taulukkoa 2 systemaattiseen tarkasteluun, voidaan havaita poikkeavuudet, häiriöt ja virheet helpommin. (Mäkijärvi 2008a, 138.) Vanhoista EKG-rekisteröinneistä on usein apua epäselvien tai uusien löydösten diagnosoimisessa (Raatikainen & Parikka 2012).

TAULUKKO 2. EKG:n systemaattinen tulkintaohje (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2007b, 18, muokattu)

Tulkintajärjestys	Tarkastelun kohde	Mitä kohteesta tulee analysoida?
1	Ensivaikutelma	Onko käyrä normaalista poikkeava?
2	Kammiotaajuus	Tasainen, vaihteleva, nopea, hidas
3	P-aalto	Sijainti, kesto, muoto
4	PQ-aika	Kesto, säännöllisyys
5	QRS-kompleksi	Muoto, kesto
6	T-aalto (U-aalto)	Muoto, suunta
7	ST-väli	Normaali, lasku, nousu
8	QT-aika	Kesto

Sinussolmukkeen solut synnyttävät sähköimpulssin, jonka vaikutuksesta sydän sykkii normaalisti 50–90 kertaa minuutissa. Tätä lyöntitiheyttä kutsutaan sinusrytmiksi. Normaalista poikkeavia sinusrytmejä kutsutaan bradykardiaksi ja takykardiaksi. Bradykardiassa sinusrytmi on hidas, kun taas takykardiassa rytmi on nopea. (Mäkijärvi 2008a, 140–146.)

P-aalto kuvaa sähköisen ärsykkeen johtumista eteisten läpi. Aallon alkuosa kuvaa oikean ja loppuosa vasemman eteisen aktivaatiota. P-aalto on normaalissa EKG:ssä positiivinen kytkennöissä I, II, aVF sekä V3-V6 –kytkennöissä. Normaalisti P-aalto on negatiivinen aVR-kytkennässä. P-aalloista tarkastellaan niiden kestoa, korkeutta ja muotoja. P-aallon keston piteneminen (> 0.12 s) sekä korkeuden kasvaminen viittaa eteiskuormitukseen tai eteisvärinätaipumukseen. P-aaltoja verrataan toisiinsa, jotta huomataan, jos joukossa on muodoltaan poikkeavia P-aaltoja. Lisäksi tarkastellaan, että edeltääkö jokaista QRS-kompleksia P-aalto ja seuraako jokaista P-aaltoa puolestaan QRS-kompleksi. (Mäkijärvi 2008a, 140–146; Viitasalo 2008, 628; Raatikainen & Parikka 2012.) PQ-aika lasketaan P-aallon alusta Q-aallon alkuun. PQ-aika kuvaa sähköimpulssin johtumista eteisten ja eteis-kammiosolmukkeen läpi. (Viitasalo 2008, 628.) PQ-ajan tulisi olla säännöllinen normaalissa EKG-rekisteröinnissä. Lievä PQ-ajan piteneminen (< 0.24 s) on yleinen ja yleensä vaaraton löydös. Löydös on vakavampi, jos EKG:ssä havaitaan muitakin löydöksiä, kuten haarakatkoksia. (Raatikainen & Parikka 2012.)

QRS-kompleksista tarkastellaan sen muotoa ja kestoa. QRS-kompleksin poikkeava muoto voi paljastaa esimerkiksi haara- tai haarakekatkoksen tai johtumishäiriön. Jos kompleksin loppuosa on poikkeavan muotoinen, voi kyseessä olla sydänlihassairaus. Kompleksin kestoa arvioidaan sen leveyden perusteella. Kapea QRS-kompleksi on merkki yleensä eteisperäisistä rytmihäiriöistä, kun taas leveä kompleksi viittaa kammioperäisiin rytmihäiriöihin. (Mäkijärvi 2008a, 140–146; Raatikainen & Parikka 2012.) QRS-kompleksi näkyy normaalisti positiivisena kytkennöissä I, II, III, aVL ja aVF. Myös rintakytkennöissä V4-V6 QRS-kompleksit ovat positiivisia. Negatiivisina puolestaan näkyvät aVR-, V1-, V2- ja V3-kytkennät. Kompleksien positiivisuus tai negatiivisuus määräytyy sen mukaan, mistä kulmasta sydäntä tarkastellaan. (Conover 1996, 23.)

T-aallon muodon muutokset johtuvat useimmin erilaisista sydänsairauksista. T-aallon suunta voi olla positiivinen, negatiivinen tai indifferentti, jolloin sen muoto vaihtelee positiivisen ja negatiivisen välillä. ST-väli lasketaan S-aallon loppukohdasta T-aallon loppukohtaan. ST-välin muutokset tulisi arvioida silmämääräisesti kaikista kytkennöistä. ST-välin pitäisi olla tasainen, mutta sen suunta voi olla joko horisontaalinen, nouseva tai laskeva. ST-tason laskua aiheuttavat etenkin iskeemiset sydänsairaudet ja eräät lääkkeet. (Mäkijärvi 2008a, 140–146; Raatikainen & Parikka 2012.)

QT-ajalla kuvataan kammioaktivaation kestoa depolarisaatiosta repolarisaatioon. QT-aika lasketaan Q-aallon alusta T-aallon loppuun. T-aaltoa mahdollisesti seuraavaa samansuuntaista U-aaltoa ei saa laskea QT-aikaan mukaan. QT-aika lyhenee, jos syke nopeutuu ja pitenee, jos syke hidastuu. Pidentynyt QT-aika johtuu useimmiten synnynäisestä ionikanavapoikkeavuudesta tai eräistä lääkkeistä. Se voi altistaa myös kammiotakykardialle. (Mäkijärvi 2008a, 140–146; Raatikainen & Parikka 2012.)

7 EKG-LÖYDÖKSET JA NIIDEN TUNNISTUS

Löydösten tunnistamisessa vaaditaan hoitajalta Riskin (2006) mukaan normaalin EKG-käyrän tunnistamista, tietoa syketaajuuden määrittämisestä, rytmi- ja johtumishäiriöistä, lisälyönneistä, infarktimuutoksista sekä tietoa tutkittavan yksilöllisten ominaisuuksien merkityksestä EKG-muutoksiin ja -löydöksiin (Riski 2006, 150–151). Aina tavallinen EKG-tuloste ei riitä luotettavaan diagnoosiin. Tällöin hoitajan tulee suorittaa rytmi-käyrärekisteröinti. Rytmikäyrrä rekisteröidään hitaammalla piirtonopeudella niin kauan, että havaittuja löydöksiä tulee näkyviin riittävästi. (Riski 2011a, 66–67.)

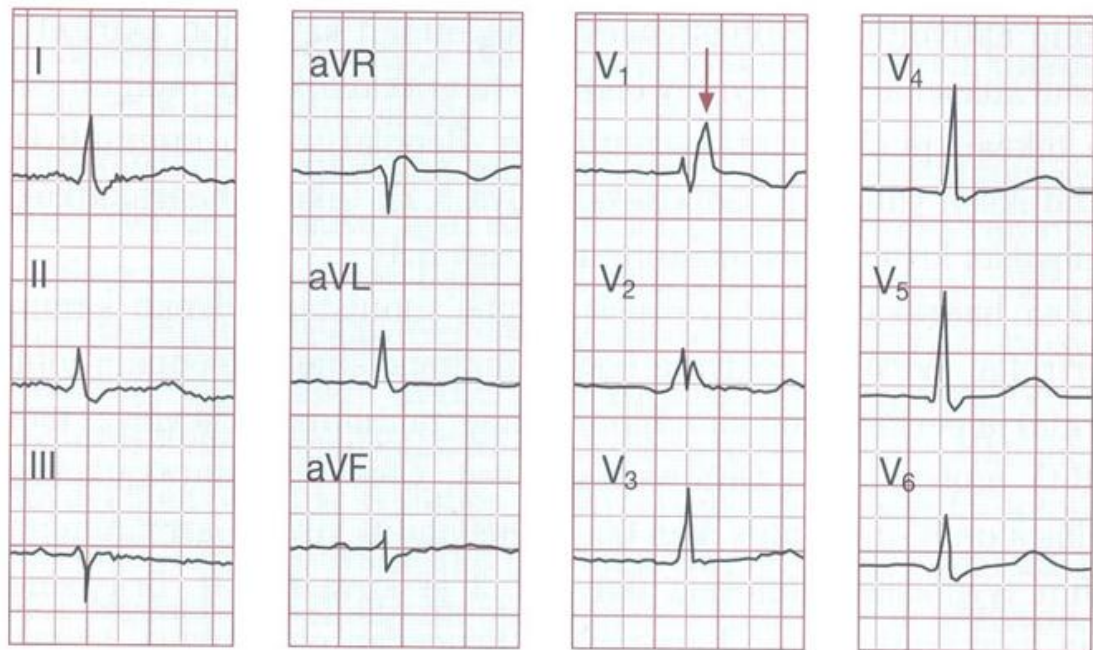
7.1 Johtumishäiriöt

Johtumishäiriöt voidaan luokitella haarakatkoksiin ja haarakekatkoksiin sekä eteiskammiokatkoksiin. Johtumishäiriö voi esiintyä yhden tai useamman haaran alueella. Kammionsisäisiä johtumishäiriöitä esiintyy vain harvoin nuorilla aikuisilla. Esiintyvyys lisääntyy vähitellen iän myötä ja ne ovat yleisempiä miehillä kuin naisilla. Johtumishäiriöiden tunnistaminen on tärkeää, koska niillä on merkittävä vaikutus potilaan ennusteseen riippuen taustalla olevasta sydänsairaudesta. Haarakatkokset saattavat peittää alleen vakavammasta sydänsairaudesta johtuvia muutoksia. (Parikka 2003, 206–208.)

Haarakatkokset ovat kammionsisäisiä johtumishäiriöitä, jotka syntyvät, kun sähköimpulssi ei johdu kammioihin Hisin kimpun jälkeen. Haarakatkokset syntyvät joko oikean tai vasemmanpuoleisessa kammiossa. Haarakatkoksista huolimatta sydän pumpkaa verta kammioihin, sillä sähköimpulssi johtuu kammioihin myös tavallisia sydänlihassäikeitä pitkin. Impulssi kuitenkin kulkee hitaammin sydänlihassoluissa kuin johtoradoissa. (Holmström 2006, 108–109; Parikka 2009; Mustajoki 2012.)

Oikea haarakatkos

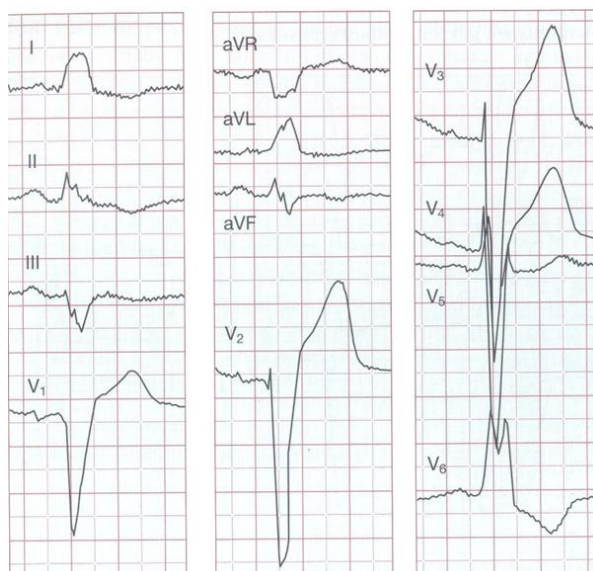
Oikeanpuoleinen haarakatkos (kuva 9) syntyy, kun oikeaan kammioon vievä johtoradan haara ei johda sähköimpulssia. Tästä käytetään lyhennettä RBBB, joka tulee englannin kielen sanoista right bundle branch block. Tämä näkyy EKG-käyrässä oikeanpuoleisissa, V1- ja V2-kytkennöissä QRS-kompleksin R-aallon kertaantumisenä, jolloin QRS-kompleksi muistuttaa M-kirjainta. QRS-kompleksi on haarakatkoksissa poikkeavan leveä. Vasemman puoleisissa kytkennöissä, V5- ja V6-kytkennöissä näkyy leventynyt ja syventynyt S-aalto. Oikeanpuoleiset haarakatkokset ovat usein hyvänlaatuisia, eivätkä ne aiheuta muutoksia Q-aaltoihin tai ST-tasoihin. Useat sairaudet, kuten iskeeminen sydäntauti tai akuutti sydäninfarkti, voivat aiheuttaa oikean haarakatkoksen, mutta myös nuorilla voidaan havaita oikea haarakatkos ilman merkittävää sydänsairautta. (Holmström 2006, 108–109; Parikka 2009; Mustajoki 2012.)



KUVA 9. Oikea haarakatkos (Parikka 2003, 210)

Vasen haarakatkos

Vasemmanpuoleisen haarakatkoksen (kuva 10) syntyessä, vasen kammio saa sähköimpulssin oikean kammion impulssista, kun impulssi leviää sinne kammionseinämästä. Vasemmanpuolen haarakatkoksesta käytetään lyhennettä LBBB, joka tulee englannin kielen sanoista left bundle branch block. Vasen haarakatkos näkyy EKG-käyrän oikeanpuoleisten kytcentöjen leveänä, huipusta rikkoutuneena ja negatiivisena QS-kompleksina, josta R-aalto on hävinnyt. EKG-käyrän vasemmanpuoleiset kytkenän muistuttavat oikeanpuoleisia kytcentöjä, vaikkakin QS-kompleksi on positiivinen vasemmanpuolen kytkennoissä. Vasen haarakatkos viittaa useimmiten sydänsairauteen. (Holmström 2006, 108–109; Mustajoki 2012.)

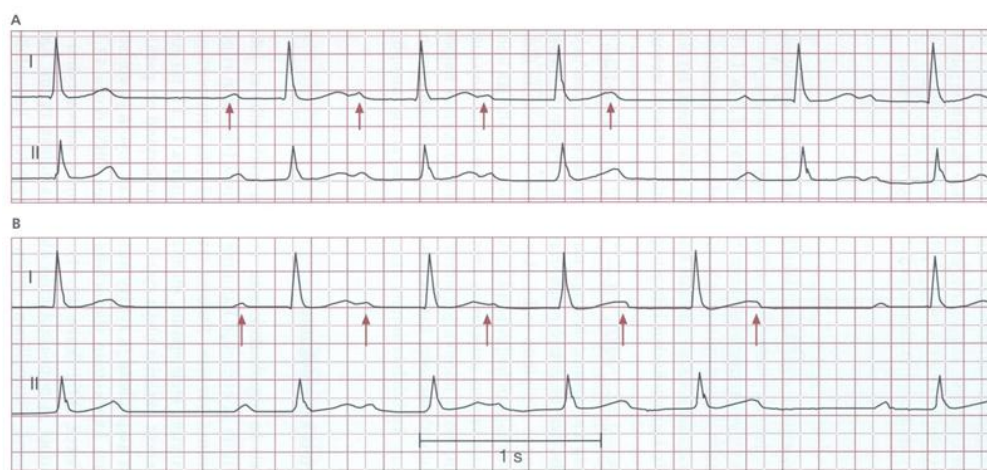


KUVA 10. Vasen haarakatkos (Parikka 2003, 215)

Eteis-kammiokatkokset

Eteis-kammiokatkokset eli AV-katkokset syntyvät, kun impulssin johtuminen eteisistä kammioihin hidastuu tai estyy kokonaan. Eteis-kammiokatkoksen syntypaikka voi olla eteis-kammiosolmukkeessa, Hisin kimpussa tai johtoradoissa. AV-katkokset ovat luokiteltu vaikeusasteidensa mukaan luokkiin 1-3. Ensimmäisen asteen AV-katkoksessa impulssit johtuvat eteisistä kammioihin, mutta johtuminen on hidastunut ja johtumisaika pidentynyt. EKG-käyrässä voidaan havaita pidentynyt PQ-aika. (Holmström 2006, 110.)

Toisen asteen AV-katkos jaetaan kahteen eri tyyppiin, Mobitz 1-tyyppiin ja Mobitz 2-tyyppiin. Molemmissa tyypeissä katkokset ovat ajoittain toistuvia (kuva 11), ja voivat aiheuttaa peräkkäin monia johtumattomia P-aaltoja. Mobitz 1 –tyypin katkoksesta PQ-aika pitenee vähitellen, josta seuraa johtumaton P-aalto. Tällainen katkos, jossa QRS-kompleksi on normaali, johtuu lähes aina impulssin viiveestä eteis-kammiosolmukkeesta ennen Hisin kimppua, ja löydös on hyvänlaatuinen. Löydöksiä havaitaan nuorilla aikuisilla ja kestävyysurheilijoilla. Mobitz 2 –tyypin katkoksesta PQ-aika on normaali, kunnes äkillisesti tulee johtumaton P-aalto. Toinen tunnuspiirre on hidaslyöntisyys sykkeen ollessa tasainen. Katkos syntyy Hisin kimpun alkuosassa tai sen jälkeen ja se aiheuttaa leventyneen QRS-kompleksin. Leventynyt QRS-kompleksi voi EKG-käyrässä muistuttaa haarakatkosta. (Parikka 2008, 458.)



KUVA 11. Toisen asteen eteis-kammiokatkos (Viitasalo 2003, 431)

Kolmannen asteen AV-katkos on täydellinen eteis-kammiokatkos, jossa eteisistä ei johdu lainkaan impulsseja kammioihin. Tällöin eteiset ja kammiot toimivat täysin toisistaan riippumatta oman rytmensä varassa. Eteisten rytmitys voi olla peräisin sinussolmukkeesta tai eteis-kammiosolmukkeesta. Kammioden rytmityksen syntyalue riippuu siitä, missä kohtaa katkos on syntynyt. Leveä QRS-kompleksi viittaa siihen, että katkos on syntynyt Hisin kimpun haarauman alapuolella. Jos katkos on syntynyt Hisin kimpun haarauman yläpuolella, tulee QRS-kompleksista kapea. (Viitasalo 2008, 635.)

7.2 Rytmihäiriöt

Rytmihäiriöt ovat yleisiä ja monimuotoisia, vaihdellen vaarattomista henkeä uhkaaviin. Joissain tapauksissa vaaralliset rytmihäiriöt eivät välttämättä aiheuta minkäänlaisia oireita. Rytmihäiriöt on nimetty sen mukaan, mikä osa sydäimestä tahdistaa ja miten sähköimpulssi sydämessä johtuu. Normaalisti sinussolmuke tahdistaa sydäntä, jolloin rytmiä kutsutaan sinusrytmiksi. Eteis-kammiosolmukkeen tahdistamaa rytmiä kutsutaan supraventrikulaariseksi rytmiksi. (Holmström 2006, 114.)

Sinusrytmit

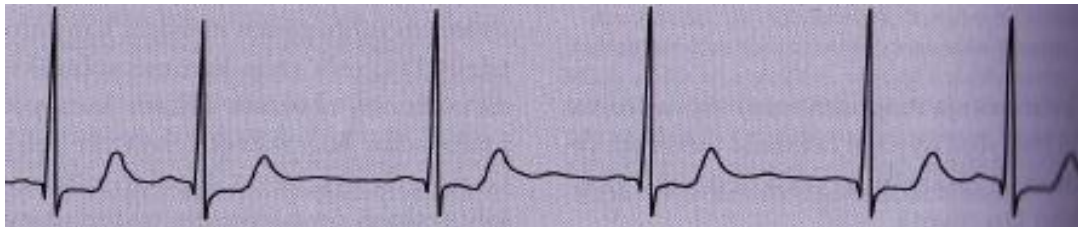
Sinusbradykardialla tarkoitetaan yleensä aikuisen sydämen hidasleyöntisyyttä, kun syke on alle 50/min. EKG-käyrässä ei ole nähtävissä muutoksia aalloissa tai kompleksissa. Sinusbradykardia on nuorilla aikuisilla ja erityisesti kestävyysurheilijoilla yleistä. Hidasleyöntisyys on usein hyvänlaatuista eikä se vaadi erityistä hoitoa. Jos hidasleyöntisyys aiheuttaa riittämättömän pienen minuuttitilavuuden, hoito on aiheellista. (Viitasalo 2008, 629.) Sinustakykardialla tarkoitetaan poikkeuksellisen nopeaa sinusrytmiä, jossa syke ylittää 100 lyöntiä minuutissa. Takykardiaa ilmenee tilanteissa, joissa jokin häiriötila vaatii suurentunutta minuuttitilavuutta. Yleisimpiä aiheuttajia ovat kipu, kuume tai verenpaineen liiallinen lasku. (Holmström 2006, 115.) Sinusarytmialla tarkoitetaan epätasaista rytmiä, joka näkyy EKG-käyrässä aaltojen ja kompleksin epätasaisena esiintymisenä. EKG-käyrässä ei ole nähtävissä muutoksia aalloissa tai kompleksissa. Ilmiö on yleinen nuorilla ja voi liittyä hengitykseen siten, että uloshengityksessä syke hidastuu ja sisäänhengityksessä nopeutuu. Sinusarytmia voi joskus olla merkki sinussolmukkeen häiriöstä. Hoito on välttämätön vain, jos liian hidas perussyke tai pitkät tauot sitä edellyttävät. (Conover 1995, 67; Thaler 2007, 108; Viitasalo 2008, 629–630.)

Lisälyönnit

Lisälyönnit eli ekstrasystoliat ovat joko eteis- tai kammioperäisiä ylimääräisiä sydämen lyöntejä. Lisälyönnit tulevat ennen normaalia sydämen lyöntiä. Terveessäkin sydämessä voi esiintyä vähäisessä määrin lisälyöntejä, ja ne ovat vaarattomia, vaikka saattavat aiheuttaa lievää rintakipua tai huimausta. Lisälyöntien esiintymiseen on löydetty altistavia tekijöitä, joita ovat muun muassa stressi, valvominen, kahvi sekä alkoholi. Runsas lisälyöntien esiintyminen saattaa olla merkki sydänsairaudesta. Runsaat lisälyönnit tulee

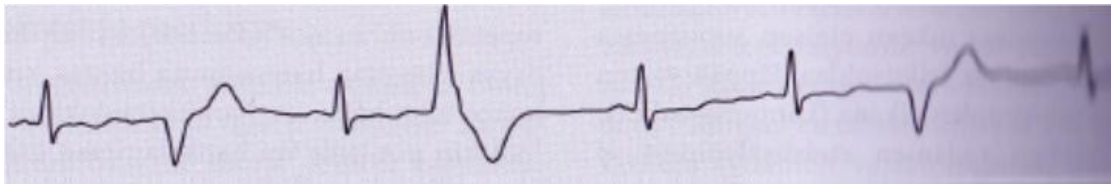
selvittää, jotta vakavat sydänsairaudet eivät jää diagnosoimatta. (Mäkijärvi 2008b, 524–525.)

Eteisperäinen lisälyönti syntyy impulssista, jonka aktivaation voi paikantaa oikeaan tai vasempaan eteiseen. EKG:ssä eteislisälyönnit näkyvät liian aikaisina eteislyönteinä, jossa P-aalto on poikkeavan muotoinen. Syntypaikan voi päätellä P-aallon muodosta. Jos P-aalto muistuttaa normaalia sinusrytmiä, sen syntypaikka on todennäköisesti oikean eteisen yläosassa. Negatiivinen P-aalto kytkennöissä II ja V1 viittaa oikean eteisen alaosaan syntyvään eteislisälyöntiin. Vasemmassa eteisessä syntynyt eteislisälyönti aiheuttaa usein negatiivisen P-aallon kytkentään II ja positiivisen P-aallon kytkentään V1. Eteislisälyönnit eivät vaikuta QRS-kompleksin muotoon, sillä aktivaatio etenee normaalisti eteis-kammiosolmukkeeseen ja sydämen molempiin kammioihin. Eteislisälyönnin jälkeen EKG-käyrässä on havaittavissa tauko, koska lisälyönnit pysäyttävät seuraavan etesimpulssin johtumisen kammioihin. Kuvassa 12 toinen ja kuudes lyönti ovat eteislisälyöntejä, jotka ovat syntyneet oikean eteisen yläosassa, koska P-aalto on muodoltaan lähellä sinusrytmiä. (Holmström 2006, 116; Mäkijärvi 2008b, 525.)



KUVA 12. Eteisperäisiä lisälyöntejä (Mäkijärvi 2008b, 526)

Kammiolisälyönti syntyy kammionseinämästä tai kammioiden johtoradoista. Lisälyöntin muodosta voidaan päätellä, mistä kohtaa sydäntä lisälyönti on peräisin. Kammiolisälyönnit muuttavat QRS-kompleksin muotoa. Kammiolisälyöntien yhdenmuotoisuus viittaa hyvänlaatuisuuteen, sillä silloin lisälyönnin syntymiskohta on sama. Kuvassa 13 on havainnollistettu tilannetta, jossa kammiolisälyönnit ovat multifokaalisia eli monenmuotoisia. Kuvan 13 toinen, neljäs ja seitsemäs lyönti ovat kammioperäisiä lisälyöntejä. Tällainen monimuotoisuus kammiolisälyönneissä viittaa sydämen poikkeavaan rakenteeseen, sillä lisälyöntien alkukohta vaihtelee kammioissa. Vasemman haarakatkoksen muotoinen lisälyönti syntyy oikeassa kammiossa, kun taas oikean haarakatkoksen muotoa muistuttava lisälyönti taas syntyy vasemmassa kammiossa. Jos lisälyöntejä on enemmän kuin kolme peräkkäin, kyseessä on rytmihäiriö. (Mäkijärvi 2008b, 528–529.)



KUVA 13. Kammioperäisiä lisälyöntejä (Mäkijärvi 2008b, 528)

Eteisvärinä

Eteisvärinä eli flimmeri aiheutuu sydämen eteisissä olevista kaaosmaisista sähköimpulsseista, jotka jäävät kiertelemään eteisten johtoratoihin. Kaaosmaisten sähköimpulssien johdosta eteiset eivät kykene supistelevaan tasaisesti ja vain osa eteiskammiosolmukkeeseen impulsseista välittyy kammioihin. Eteisvärinäessä eteisten esitäyttö jää pois ja nopeasta kammioden tahdistuksesta aiheutuu huonontunut sydämen pumpaustoiminta. Eteisten hallitsematon ja vajavainen supistus pienentää virtausta, jolloin muodostuu myös hyytymiä. Hyytymät voivat aiheuttaa embolioita eri puolelle kehoa. (Holmström 2006, 119–120; Vecht, Gatzoulis & Peters 2009, 128, 154–155.) Eteisvärinä lisää aivoinfarktien ja sydänperäisten embolisaatioiden riskiä (Raatikainen & Huikuri 2008, 540). EKG:ssä eteisvärinä (kuva 14) näkyy aaltoilevana perusviivana, josta ei voida erottaa P-aaltoja. Kammiokompleksit ovat normaalin muotoisia, mutta tulevat epäsäännöllisin väliajoin. (Holmström 2006, 119–120.)



KUVA 14. Eteisvärinä (Kustannus Oy Duodecim 2005)

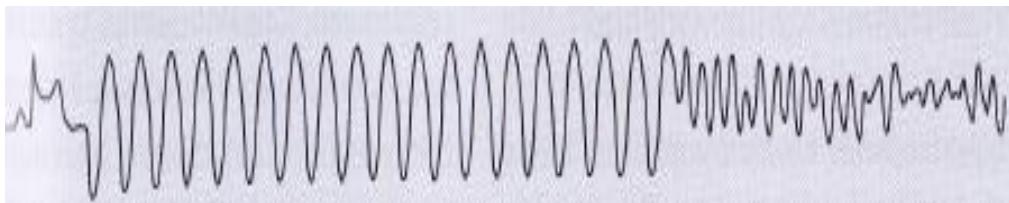
Eteisvärinätyyppejä on kolme erilaista ja ne jaetaan kohtauksittaiseen, jatkuvaan ja pysyvään eli krooniseen päätyyppiin. Kohtauksittainen eteisvärinä voi mennä itsestään ohi, mutta jatkuvaan eteisvärinään tarvitaan sinusrytmin palauttavaa hoitoa. Kroonista eteisvärinää ei saada palautettua tai ei haluta enää palauttaa sinusrytmiin. (Raatikainen & Huikuri 2008, 534–536.) Akuutissa eteisvärinäessä syke on nopea, yleensä 120–180 kertaa minuutissa. Kroonisessa eteisvärinäessä syke on hidastunut rytminhallinnallisen hoidon ansiosta. (Holmström 2006, 119–120; Raatikainen & Huikuri 2008, 539.)

Eteislepatus

Eteislepatus eli flutteri on yksi yleisimmistä eteisperäisistä rytmihäiriöistä. Sen esiintyminen lisääntyy iän myötä, mutta myös sydämen vajaatoiminta ja krooninen keuhkoastma altistavat eteislepatukselle. Erittäin harvoin eteislepatus esiintyy ilman altistavia tekijöitä. Eteislepatus aiheutuu eteiseen syntyvästä kiertävästä sähkörintamasta, joka on usein oikeassa eteisessä. EKG:ssä eteislepatus näkyy P-aaltojen tilalla olevina sahalaitaisina flutter -aaltojen sarjoina. (Holmström 2006, 118–119; Raatikainen & Uusimaa 2008, 555–559.)

Kammiotakykardia

Kammiotakykardia on tiheälyöntinen rytmihäiriö, joka syntyy kammiolihaksessa tai johtoradan kammionpuoleisessa osassa. Kammiotakykardiassa lyöntitiheys on vähintään 100 lyöntiä minuutissa, mutta usein rajana pidetään 120–240 lyöntiä minuutissa. Kammiotakykardiat voidaan jaotella teoreettisesti kolmeen eri tyyppiin. Yhdenmuotoinen kammiotakykardia syntyy paikallisesti ja EKG:ssä havaittavat QRS-kompleksit ovat jokaisessa lyönnissä samanmuotoiset. Potilaalla saattaa olla kuitenkin useita yhdenmuotoisia takykardioita, joiden syntypaikka vaihtelee. Yhdenmuotoisesta kammiotakykardiasta syntyvä kammiovärinä (kuva 15) voi aiheuttaa äkkikuoleman kroonisesta sydänsairautta sairastavalle. Jos QRS-kompleksien muoto vaihtelee peräkkäisissä lyönneissä tai muutaman lyönnin välein, on kyseessä monimuotoinen kammiotakykardia. Monimuotoisen kammiotakykardian syntypaikka sijaitsee vaihtuvilla kammioiden alueilla. Kääntyvien kärkien kammiotakykardiassa QRS-heilahdusten polariteetti vaihtelee säännöllisesti, jolloin yleisilme on sukkulamainen. Kääntyvien kärkien kammiotakykardia voi myös johtaa kammiovärinänsä. (Raatikainen 2005; Toivonen 2008, 599–601; Yrjänheikki, Hassi, Lahtinen & Ritmala-Castrén 2010.)



KUVA 15. Kammiotakykardia, joka muuttuu kammiovärinäksi (Hartikainen, Mäkijärvi & Huikuri 2008, 619)

Kammiovärinä

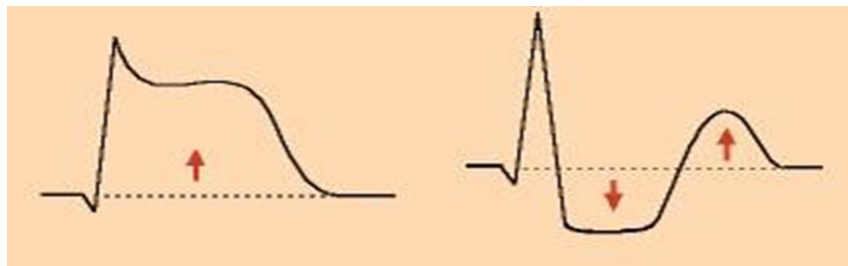
Kammiovärinä johtuu kammiolihasen epäsäännöllisistä ja nopeista sähköimpulsseista, jotka eivät kykene saamaan aikaan normaalia sydämen supistusta. Tällöin sydämen pumppaustoiminta loppuu ja potilas menee elottomaksi. Kammiovärinän takia sydän ei kykene kierrättämään verta, joten potilas tarvitsee välittömästi pumppaustoiminnan palauttavaa hoitoa. EKG:ssä kammiovärinä nähdään hieno- tai karkeajakoisena sähköaktiiviteettina, kuva 15, josta komplekseja ei voida erottaa. Kammiovärinän aiheuttaa yleensä jokin sydänsairaus, esimerkiksi sepelvaltimotautikohtaus. (Holmström 2006, 125–126; Toivonen & Kivelä 2011.)

7.3 Iskemia- ja infarktimuutokset

Kun sepelvaltimot ahtautuvat tai tukkeutuvat äkillisesti, niistä johtuvia oireita kutsutaan sepelvaltimotautikohtauksiksi. Sepelvaltimotautikohtauksiin luetaan käypähoitosuosituksen mukaan epästabiili angina pectoris, sydäninfarkti ilman ST-nousua sekä ST-nousuinfarkti (kuva 16). Silloin, kun sepelvaltimotukos aiheuttaa sydänlihassolujen tuhoutumista, on kyseessä sydäninfarkti. Jos sepelvaltimo tukkeutuu vain osittain tai jos tukos liikenee pois nopeasti, eikä sydänlihassolujen tuhoutumista ehdi tapahtua, on kyseessä tällöin epästabiili angina pectoris. (Käypähoito suositus 2009a.) Iskemialla tarkoitetaan tilapäistä hapenpuutosta sydänlihassoluissa. Iskemia johtuu yleensä lisääntyneestä hapentarpeesta ahtautuneen sepelvaltimon alueella. EKG:ssä infarktimuutosten tunnistaminen perustuu QRS-kompleksin, T-aaltojen ja ST-välin poikkeavuuksien havaitsemiseen. (Phalen 2001, 43.)

Sepelvaltimon tukkeutuessa EKG:ssä havaitaan normaalia korkeampia T-aaltoja (Käypähoito suositus 2009b; Phalen 2001, 44, 64). Lievässä iskemiassa sydämen sisäkeroksen alueella normaali positiivinen T-aalto vahvistuu ja muuttuu korkeaksi, mutta symmetriseksi. Jos iskemia-alue sijaitsee sydämen pintaosissa, tällöin T-aalto kääntyy negatiiviseksi. (Heikkilä 2003, 272.) Jos sepelvaltimossa oleva tukos ei poistu nopeasti, aiheutuu tästä ST-tason poikkeama. Vauriovirta on nähtävissä EKG:ssä ST-tason nousuna. Vauriovirta saattaa ilmetä myös ST-tason laskuna kytkennöissä V1–V4, jos kyseessä on takaseinäinfarkti. ST-tason laskuja (kuva 16) nähdään EKG:ssä silloin, kun potilaalla on käytössään digitalisvalmiste tai kun kyseessä on iskemia. EKG:n tulkin-

nassa on huomioitava, että myös muut vakavat sairaudet, kuten keuhkoveritulppa tai kohonnut kallon sisäinen paine, voivat aiheuttaa muutoksia ST-tasoon. (Käypähoito suositus 2009b; Phalen 2001, 44, 64.)



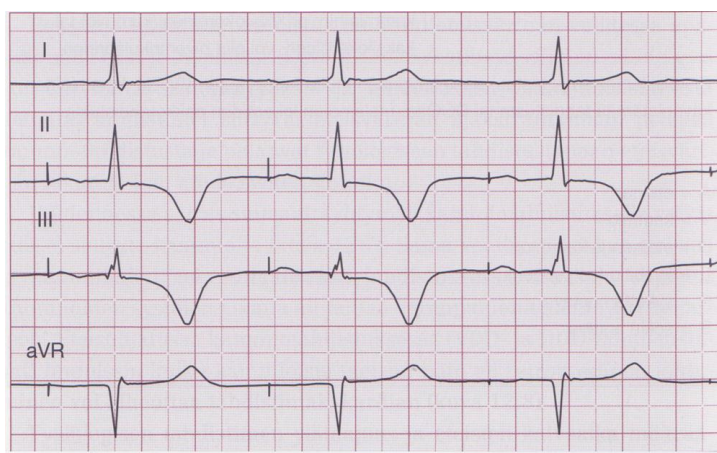
KUVA 16. ST-tason nousu ja lasku (Luomanmäki 2000)

ST-nousuinfarktin varhainen vaihe saattaa EKG:ssä näkyä aluksi pelkästään ST-nousuna (kuva 16) ja positiivisena T-aaltona. Kun infarkti etenee, EKG:ssä kohonneen ST-tason lisäksi voidaan nähdä patologinen Q-aalto ja negatiivinen T-aalto. (Käypähoito suositus 2009b; Phalen 2001, 46.) Q-aallolla tarkoitetaan perustasoon nähden negatiivista heilahdusta. Kuolioalueen sydänlihassolut eivät kykene tuottamaan elektromotorisia voimia, joten tarkasteltavan EKG-johtimen kohdalla elektromotoriset voimat poistuvat ja heilahdus nähdään EKG:ssä negatiivisena. (Heikkilä 2003, 272.) Patologista Q-aaltoa pidetään merkinä kudiskuoliosta ja sydäninfarktista. Q-aaltoja voi esiintyä myös normaalisti. Jos Q-aallon leveys on vähintään 40 ms, on löydös patologinen. Tukkeutuneen sepelvaltimon avautumisen jälkeen ST-muutokset poistuvat ja T-aalto kääntyy kokonaan negatiiviseksi, kertoen sydänlihassolujen verenkierron elpymisestä. (Phalen 2001, 46; Käypähoito suositus 2009b.)

EKG:stä saadaan informaatiota myös sepelvaltimotaudin vaikeusasteesta. EKG-rekisteröinnin suurin ST-lasku V4-V5-kytkennöissä yhdistettynä negatiiviseen T-aaltoon viittaa vaikeaan sepelvaltimotautiin. ST-laskut useissa kytkennöissä kivun aikana rekisteröidyssä EKG:ssä viittaa myös vaikeaan sepelvaltimotautiin. Jos ST-laskut ovat nähtävissä rintakytkennöissä, mutta T-aalto on positiivinen, on kyseessä sydäninfarkti. (Käypähoito suositus 2009b.)

7.4 Tahdistimen aiheuttamat muutokset

Sydämeen asennettavan tahdistimen avulla hoidetaan erilaisia rytmi- ja johtumishäiriöitä. Tavallisesti tahdistin tunnistaa sydämen oman rytmin ja tahdistaa vain silloin, kun syke laskee liian alas. Pysyvällä tahdistinhoidolla pyritään korjaamaan takaisin sykkeen normaali vaihtelu ja säilyttämään eteisten ja kammioden yhteistoiminta. Rytmihäiriötahdistimen tarkoituksena on tunnistaa henkeä uhkaava tiheälyöntinen rytmihäiriö. Tahdistin korjaa sen ylitahdistamalla tai antamalla pienen sähköimpulssin. Biventrikulaari- eli vajaatoimintatahdistimella voidaan kaventaa johtumishäiriön leventämää QRS-kompleksia. Tahdistinpotilaiden EKG-löydöksiin vaikuttaa tahdistimen rakenne, säädöt sekä sydämen alkuperäinen rytmi. (Pakarinen & Oksanen 2003; Toivonen 2003, 442–445; Arola.) Kun tahdistin toimii oikein, potilaan EKG:ssä tulisi olla nähtävissä tasainen ja tilanteeseen sopiva rytmi. Tahdistinimpulssi näkyy EKG:ssä selkeänä pienenä piikkinä. Alla olevassa kuvassa 17 on tahdistettu eteislyönti ja johtunut kammiolyönti. (Pakarinen & Oksanen 2003; Fåhræus 2011, 1768.)



KUVA 17. Tahdistinimpulssi näkyy pienenä piikkinä (Toivonen 2003, 446)

7.5 QT-ajan muutokset

QT-ajan muutokset voivat johtua joko periytyvästä, synnynnäisestä pitkä QT-oireyhtymästä tai hankinnaisesta pitkä QT-oireyhtymästä. Synnynnäinen pitkä QT-oireyhtymä on vakava ja harvinainen sairaus. Sitä esiintyy Suomessa noin yhdellä 3000:sta. Oireyhtymä aiheuttaa vakavia ja hengenvaarallisia rytmihäiriökohtauksia.

Tavallisimmin oireyhtymä aiheuttaa toistuvia ja äkillisiä tajunnanmenetyksiä tai sydämenpysähdyksiä. Tajunnanmenetykset johtuvat kääntyvien kärkien kammiotakykardiasta. Kääntyvien kärkien kammiotakykardia aiheuttaa verenpaineen äkillisen romahtamisen, joka voi johtaa kammiovärinäan ja äkkikuolemaan. (Toivonen ym. 2008; Viitasalo & Swan 2008, 638.)

Hankinnaisella pitkä QT -oireyhtymällä tarkoitetaan hetkellistä, palautuvaa tilaa, jossa QT-aika on pidentynyt jonkin ulkoisen tekijän vuoksi. Tällaisella ulkoisella tekijällä tarkoitetaan usein lääkeaineen aiheuttamaa haittavaikutusta. Useimmat lääkeaineet, jotka aiheuttavat QT-ajan pidentymistä, ovat asetettu myyntikieltoon. (Vesalainen & Laine 2008, 1326.)

7.6 Lasten normaalit EKG-muutokset eri ikäkausina

Lasten EKG-käyrää tulkittaessa on huomioitava normaalit lapsen kasvuun liittyvät sydämen sähköfysiologiset muutokset. Muutokset poikkeavat suuresti esimerkiksi aikuisen normaalista EKG-käyrästä. Mikäli vastasyntyneen EKG muistuttaa aikuisen normaalin näköistä rekisteröintiä, saattaa tällöin olla kyseessä vaikea sydänvika. (Nisula 2003a, 176.)

Vastasyntyneillä syke on korkea, noin 120 kertaa minuutissa. Suuri syketaajuus johtuu pienestä iskutilavuudesta sekä huonosta komplianssista. Ensimmäisinä elinkuukausina lasten syke voi vielä kohota hieman, mutta laskee murrosiän lopulla aikuisten syketasolle. Alla olevassa taulukossa 3 on ilmoitettu lasten sykkeen viiterajat ikäryhmittäin. Kuten taulukosta 3 nähdään, lasten viitearvot ovat hyvin laajat johtuen suuresta yksilöllisestä vaihtelusta sekä nopean kehittymisen ja kasvun tuomista muutoksista.

TAULUKKO 3. Sykkeen viiterajat ikäryhmittäin (Jokinen 2009)

IKÄ	VIITERAJAT (Keskiarvo)
1-11 kk	105-185 (130)
1-2 v	90-150 (120)
3-7 v	65-140 (105)
8-15 v	60-130 (90)

Vastasyntyneellä lapsella EKG on oikeavoittoinen. Oikeavoittoisuus aiheutuu sikiöaikaisen verenkierron aiheuttamasta oikean kammion kuormituksesta ja liikakasvusta. Oikean kammion hallitsevuuden takia lapsilta tulisikin rekisteröidä V4R-kytkentä. V4R-kytkentää merkityksettömämpi V3-kytkentä voidaan jättää ottamatta. Vastasyntyneillä V6-kytkennässä nähdään positiivinen QRS-kompleksi, mutta R-aalto voi puuttua kokonaan kolmen viikon ikään saakka. Kolmen vuorokauden ikäisellä lapsella oikean puolen rintakytkentöjen T-aallot ovat negatiiviset, kunnes lapsi saavuttaa murrosiän. Positiivinen T-aalto lapsilla on patologinen ja voi olla merkki oikean kammion hypertrofiasta. Puolella kolmevuotiaista lapsista V1-kytkennän QRS-kompleksi EKG:ssä on positiivinen vielä kolmenvuoden iässä, mutta kääntyy kuitenkin negatiiviseksi lapsen saavuttaessa viiden vuoden iän. (Nisula 2003b, 179, 184; Jokinen 2009.)

8 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on auttaa lisäämään Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän hoitohenkilökunnan osaamista ja tietoja, jotta he saisivat suoritettua entistä laadukkaampia EKG-rekisteröintejä erilaisilta potilailta. Työssä kuvataan EKG-rekisteröinnin perusteet sekä rekisteröinnin tärkeimpiä laatutekijöitä. Itseopiskelumateriaaliin perehtymällä hoitajat ymmärtävät paremmin EKG-tulosteeseen vaikuttavia tekijöitä ja EKG:n merkitystä diagnoosin kannalta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa ajankohtaista koulutusmateriaalia, jota voidaan hyödyntää itseopiskelumateriaalina oman osaamisen kehittämiseksi. Helposti tavoitettavan ja lähestyttävän itseopiskelumateriaalin tavoitteena on parantaa lepo-EKG-rekisteröinnin osaamista.

Tehtävänä on tuottaa itseopiskelumateriaali Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän verkkoympäristöön. Materiaali tullaan julkaisemaan Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän Tarmokas- verkko-opetusympäristössä. Tarmokas on käyttäjäystävällinen, keksitty nimi tälle Moodle verkko-opetusympäristölle. Verkkoon sijoitettu opiskelumateriaali tarjoaa mahdollisuuden itsenäiseen opiskeluun niille hoitajille, jotka eivät pääse osallistumaan EKG-luennoille. Verkkokurssi sisältää tietopaketteja EKG-prosessista ja niiden pohjalta laadittuja tehtäviä, joiden avulla voi testata oppimaansa.

Työmme onnistumisen kannalta on oleellista selvittää:

1. Miten onnistuneeseen EKG-rekisteröintiin päästään?
2. Mitä hoitohenkilökunnan tulee osata EKG-käyrän tunnistamisesta?
3. Millainen on oppimisen kannalta toimiva ja tehokas verkkokurssi?

9 TOIMINNALLINEN OPINNÄYTETYÖ

Toiminnallinen opinnäytetyö tavoittelee Vilka & Airaksisen (2003) mukaan käytännön toiminnan ohjeistamista, opastamista, toiminnan järjestämistä tai järjeistämistä työyhteisössä. Ammattikorkeakoulun toiminnallisen opinnäytetyön päätavoitteena on yhdistää käytännön toteutus ja sen raportointi tutkimusviestinnän keinoin samaan tuotokseen. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.)

Opinnäytetyön tuotoksen sisällön määrää se, millaiselle kohderyhmälle se tullaan suuntaamaan. Kohderyhmä auttaa myös rajaamaan opinnäytetyön aihetta niin, että se tulee pysymään tarkoituksenmukaisessa laajuudessa. Toiminnallinen opinnäytetyö on vaikea toteuttaa ilman etukäteen suunniteltua kohderyhmää. (Vilka & Airaksinen 2003, 40.) Opinnäytetyön tuotoksena syntyvä itseopiskelumateriaali tullaan suuntaamaan Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän hoitohenkilökunnalle. Hoitohenkilökuntaan kuuluu eri ammattiryhmien edustajia, kuten sairaanhoitajia ja lähihoitajia. Ammattiryhmien monimuotoisuus aiheuttaa EKG-osaamisen tason vaihtelua.

Lopullinen opinnäytetyön toteutustapa muodostuu opinnäytetyön tilaajan toiveista, kohderyhmän tarpeista, omista resursseista sekä ammattikorkeakoulun opinnäytetyötä koskevista vaatimuksista (Vilka & Airaksinen 2003, 56–57). Toiminnallisen opinnäytetyömme raporttiosa sisältää teoriaa verkko-oppimisesta ja verkkokurssin luomisprosessista sekä EKG-rekisteröintiprosessin teoriaa. Tuotos julkaistaan Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän omassa Tarmokas- nimisessä verkko-oppimisympäristössä. Itseopiskelumateriaalin julkaiseminen Tarmokkaassa mahdollistaa sen, että aineisto on helposti saatavilla.

10 VERKKO-OPPIMINEN

Verkko-oppiminen on tieto- ja viestintäteknikkaa hyödyntävää oppimista. Verkko-oppimisen yleistymisen on tapahtunut Internetin kehittymisen ansiosta. Verkko-oppimisesta voidaan käyttää myös englanninkielistä termiä e-Learning. Nopeutuneet verkkoyhteydet ja verkko-ohjelmoinnin kehittyminen ovat mahdollistaneet nykypäivän verkko-oppimisympäristöt sekä materiaalien jakamisen verkon kautta. (Keränen & Penttinen 2007, 1-2.) Maailman tällä hetkellä yleisin verkko-oppimisympäristö on Moodle, joka on käytössä ainakin 200 maassa ja yli 70 kielellä. Moodle on avoimen lähdekoodin ohjelmisto, jonka vuoksi sitä voi muokata omiin tarpeisiin soveltuvaksi. Lisäksi Moodlen käyttö on helppoa ja kurssitiedotteiden sekä oppimateriaalien lisääminen verkko-oppimisympäristöön onnistuu vaivattomasti. (Karevaara 2009, 15.)

Yleensä verkko-oppiminen yhdistetään verkkokursseihin, joilla voidaan opiskella itsenäisesti kotona tai työpaikalla. Verkko-oppiminen voi olla myös opiskelua luokkatilassa opettajan johdolla. Verkko-oppimateriaali on laaja ja se käsittää esimerkiksi erilaiset multimediaohjelmat, verkkoseminaarit, verkko-oppimateriaalit, pelit ja simulaatiot, joiden avulla voidaan edistää oppimista havainnollistamalla opetettavia asioita. Pelkistetysti voidaan sanoa, että oppimateriaali on kaikki sellainen aineisto, jota oppija käyttää oppimisprosessissaan. (Keränen & Penttinen 2007, 2, 148.)

Verkko-oppimateriaalin käytännöllisyys ja helppo saatavuus on johtanut niiden yleistymiseen ja suosioon. Mahdollisuus päivittää ja lisätä oppimateriaalia myöhemminkin on ehdottomasti verkkoon sijoitettavan oppimateriaalin parhaita puolia. Verkko-oppimateriaalit voivat olla joko ohjattua verkko-opetusta tai itseopiskelumateriaaleja, joita työnantaja on tilannut henkilökunnan kouluttautumiseen. Työpaikan on usein mahdollon tarjota kaikille työntekijöille tilaisuutta lähteä koulutustilaisuuksiin. (Montonen 2008, 21–23.) Tällöin verkko-oppimateriaali tarjoaa mahdollisuuden opiskella työn ohessa oman aikataulun mukaisesti lyhyitäkin aikoja kerrallaan (Keränen & Penttinen 2007, 3; Montonen 2008, 23).

Verkkoon sijoitettu itseopiskelumateriaali vaatii oppijalta motivaatiota, itsenäisyyttä sekä aktiivisuutta. Vastuu oppimisesta jää oppijalle itselleen samoin kuin tiedon syventäminen ja soveltaminen käytäntöön. Kurssin ylläpitäjän tulee motivoida kurssilaisia opiskelemaan verkkokurssilla, mutta vastuu verkkokurssin aloittamisesta ja tiedon oppimisesta jää oppijalle itselleen. (Keränen & Penttinen 2007, 3, 138–139.)

11 VERKKOKURSSIN LUOMINEN

Verkkokurssin perustamiseksi Moodleen tarvitaan kurssiylläpitäjän oikeuksia. Moodlen pääkäyttäjä voi määrittää eri käyttäjäryhmiä ja jakaa ryhmille oikeuksia perustaa tai muokata verkkokursseja. (Keränen & Penttinen 2007, 73.) Verkkokurssin toteuttamisessa tulee ottaa huomioon kurssin käyttötarkoitus, kohderyhmä sekä aikataulu (Keränen & Penttinen 2007, 138). Verkkokurssin luominen aloitetaan suunnitteluvaiheesta, jossa laaditaan koko kurssin yleiskuvaus. Yleiskuvauksesta käy ilmi kohderyhmä, jolle verkkokurssi on suunnattu. Yleiskuvauksessa tulisi kiinnittää huomiota myös kohderyhmän lähtötasoon. Käytännön osalta tulee pohtia, minkälaisiin tilanteisiin opetus liittyy ja mihin kurssin tuomaa osaamista tarvitaan. Verkkokurssin luomisprosessin suunnitteluvaiheessa on hyvä asettaa kurssille tavoitteet ja kirjata ne yleiskuvaukseen. Materiaalissa ei saa olla sisällöllisiä eikä teknisiä ongelmia ja sen tulee toimia ilman laatijan ohjeita ja neuvoja. Materiaalin tarkoituksena on opettaa opiskelijalle uusia asioita ja auttaa kertamaan jo opittua sekä testata osaamista. (Kalliala 2002, 59–60.)

Verkon itseopiskelumateriaalin tulisi olla rakennettu niin, että mielenkiinto oppimisessa säilytetään. Oppijoiden mielenkiinnon ylläpitämiseksi on monia keinoja, mutta ne riippuvat aina kohderyhmästä. (Kalliala 2002, 60.) Huolellisen suunnitteluvaiheen jälkeen aloitetaan verkkokurssin käsikirjoituksen laatiminen. Käsikirjoituksen tarkoituksena on tarkentaa kurssisisältöjä, aihekokonaisuuksia ja niihin liittyviä tehtäviä. Käsikirjoituksen esittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi taulukkoa. Käsikirjoituksesta olisi hyvä käydä ilmi millaista oppimateriaalia kurssi sisältää. Alussa olisi myös hyvä tutkia, millaista materiaalia aiheesta on aiemmin tuotettu. Verkkokurssin luomisessa on aina otettava huomioon myös tekijänoikeuskysymykset. Verkkokurssin toteutusmuodoissa on runsaasti mahdollisuuksia. Mahdollista on viedä erilaisia ohjeita ja kalvoja verkkoon tai tuottaa verkkokirja ja rakentaa erilaisia tehtäväosuuksia. (Kalliala 2002, 62–64.) Käsikirjoituksen jälkeen edetään toteutusvaiheeseen ja sen testaukseen sekä lopulta verkkokurssin julkaisuun (Keränen & Penttinen 2007, 148).

Verkkokurssille annetaan mahdollisimman kuvaava nimi. Moodleen rakennettavalla verkkokurssilla tulee olla myös lyhenne, joka näkyy Moodlen navigointipalkissa va-

semmassa yläreunassa. (Keränen & Penttinen 2007, 76.) Kurssille voi liittyä osallistujia, joilla on tunnukset käytettävään Moodle- palveluun (Karevaara 2009,51). Jos Moodlen oppimisalustat ovat laajassa käytössä, kursseille voidaan määrittää kurssiavain, joka toimii salasanana. Näin voidaan estää muiden kuin kurssilaisten pääsy kurssille. (Karevaara 2009, 26.)

11.1 Verkkokurssin rakenne ja ulkoasu

Verkkokurssin luominen vaatii tekijältään järjestelmällisyyttä. Hyvä verkkokurssi on selkeästi jäsennelty ja helposti luettava. (Kalliala 2002, 65.) Moodle-kurssin etusivu koostuu keskipalstasta, jossa näkyy kurssin kaikki aiheosiot. Aiheosiot ovat numeroitu lukuun ottamatta ensimmäistä aiheosiota, jossa on yleensä koottuna kurssin perustiedot. Yhden aiheosion sisälle kerätään kaikki tiettyyn aiheeseen liittyvät materiaalit ja tehtävät. (Keränen & Penttinen 2007, 77; Karevaara 2009, 37.) Aiheosioiden otsikot tulisi olla lyhyet ja ytimekkäät, jotka helpottavat kurssin sisällön tarkastelua. Jos otsikko vaatii sisällön kuvausta, voidaan otsikon alle lisätä lyhyt kuvaus aiheosiossa käsiteltävistä asioista. Myös aiheeseen liittyvä pieni kuva on mahdollista lisätä aiheosion reunaan, joka elävöittää ja selkeyttää sisältöä. (Karevaara 2009, 41–42.)

Oppimateriaali sisältää tekstiä, taulukoita, kuvia sekä ääni- ja videotiedostoja. Tekstin tulee olla selkeää ja viestinnällistä, jotta lukija ymmärtää sen oikein. Tekstin visuaaliseen ilmeeseen, typografiaan, tulee kiinnittää huomiota. Tekstin tulee kirjoittaa selkeällä kirjasintyyllillä ja riittävän suurella kirjasinkoolla. Otsikot erotetaan tekstistä typografian avulla. Pääotsikot viittaavat tarkasti materiaalin sisältöön ja väliotsikot jäsentävät tekstiä. Tietokoneen näytöltä luettavan tekstin lukeminen ja sisäistäminen on vaikeampaa kuin paperilla julkaistun tekstin. Tämän vuoksi suositellaan selkeitä otsikoita, lyhyitä kappaleita sekä luetteloita ja taulukoita. (Keränen & Penttinen 2007, 170–173.)

11.2 Teoriaosuus

Aiheosiot koostuvat niihin lisätyistä aineistoista ja aktiviteeteista. Verkkokurssille voi lisätä useita erilaisia aineistoja, jotka sisältävät oppijalle tarkoitettuja opetusmateriaaleja. Aineistot voivat olla tekstisivuja, joihin saa lisättyä muotoilematonta tekstiä. Tekstisivut eivät sovi kuvien tai taulukoiden esittämiseen. Web-sivujen avulla voidaan lisätä kurssille valmiiksi muotoiltua materiaalia, joka voi sisältää sekä tekstiä että kuvia. Kurssille voi myös lisätä suoran linkin mille tahansa web-sivulle tai ladattavalle tiedostolle. (Karevaara 2009, 46–47.) Kirja-aineiston avulla voidaan rakentaa aiheosioon kirjallinen materiaali. Kirjan otsikko näkyy kurssin etusivulla, mutta sen sisältöluettelo näkyy vasta avattaessa kirja-aineisto. Kirjan etuna on se, että laajat materiaalit eivät täytä kurssin etusivua, vaan keskipalsta pysyy selkeänä kokonaisuutena. (Karevaara 2009, 80–81.) Oppijaa helpottaa verkkokirjaan rakennettu sisällysluettelo. Sisällysluettelo helpottaa kokonaisuuden hahmottamista ja näin helpottaa oppijaa myös löytämään paremmin haluamiansa oppisisältöjä. Verkkokirjan yhteyteen on mahdollista liittää hyperlinkkejä, joiden avulla oppija saa lisätietoja ja havainnollistavia esimerkkejä. Kun luodaan linkkejä ulkopuoliseen aineistoon, on hyvä pyytää lupa verkkoaineiston haltijalta, jotta välttyttäisiin tekijänoikeusrikkomuksilta. (Kalliala 2002, 65.)

11.3 Tehtävä- ja testiosuus

Verkkokurssit sisältävät aktiviteetteja eli tehtäviä, testejä tai tenttejä. Tehtäviä voi olla verkkokurssissa useampi ja niitä edeltää aina oppimateriaali. Oppimateriaalin huolellinen opiskelu ja sisäistäminen takaavat tehtävien onnistumisen. (Keränen & Penttinen 2007, 45; Montonen 2008, 51.) Verkkokurssia varten laaditut tehtävät voivat olla Kallialan (2002) mukaan yksilö- tai ryhmätehtäviä. Tehtävät voivat olla projektitöitä, esseitä, puheenvuoroja, kommentteja keskusteluryhmään tai vaikka tiedonetsimistä verkosta. Parhaimmillaan verkkokurssilla opiskelijat itse luovat osittain omaa opiskelusisältöään laatimalla esseitä, referaatteja, joita kaikki kurssilaiset voivat hyödyntää. (Kalliala 2002, 67.) Testit ja tentit ovat useimmiten yksilötehtäviä, joiden avulla oppija saa tietoa omasta osaamisestaan ja kehitymisestään (Keränen & Penttinen 2007, 45–46). Tentti sisältää useamman kysymyksen sarjan, joille on määrätty oikeat vastaukset. Moodlen voi oh-

jelmoida tarkistamaan tentit automaattisesti, jolloin oppija saa heti palautteen tentin suorittamisesta. (Karevaara 2009, 49.)

Aktiviteetteja luodessa kysymykset tallentuvat kysymyspankkiin. Kysymyspankista voidaan lisätä kysymyksiä tenttiin. Yksinkertaisimmat ja useimmin käytetyt kysymystyypit ovat yhteensopivat vastaukset, aukkotehtävät, monivalinnat sekä tosi/epätosi –väittämät. Yhteensopivissa vastauksissa on määritetty kaksi luetteloa, joiden rivit tulee yhdistää oikein. Aukkotehtävässä on usein teksti, jonka aukkoihin tulee täyttää puutuva vastaus. Puuttuva vastaus voidaan joko kirjoittaa aukkoon tai sen voi valita luettelosta. Monivalinnat ovat yleisimpiä kysymystyyppejä. Monivalinnassa on yksi kysymys, jolle annetaan yksi tai useampi vastausvaihtoehto, jonka vastaaja valitsee. Monivalinnassa voi siis olla useampikin oikea vastausvaihtoehto. (Karevaara 2009, 106, 108–109, 111, 114–115, 117.)

12 OPINNÄYTETYÖPROSESSIN KUVAUS

Syyskuun 2011 alussa saimme valittavaksi opinnäytetyön aiheet. Valitsemamme työn toimeksiantaja oli Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyhtymän klinisen fysiologian osasto. Työmme oli jatkoa vuonna 2011 valmistuneelle opinnäytetyölle, jossa tuotettiin koulutusmateriaali lepo-EKG:stä. Nyt työn tarkoituksena oli tuottaa itseopiskelumateriaali verkkokurssin muodossa. Aloitimme työn suunnittelun ideapaperin avulla, jonka esitimme jo syyskuun puolessa välissä. Tämän pohjalta laadimme opinnäytetyösuunnitelman, joka oli edellytys tutkimusluvan saamiselle. Suunnitelma auttoi rajaamaan opinnäytetyömme aihetta ja jäsentämään sitä, mitä tulemme opinnäytetyössämme tekemään. Suunnitelman esitys oli lokakuun puolessa välissä, jonka jälkeen täydensimme ja korjaisimme suunnitelmaa. Valmis suunnitelma sekä opinnäytetyömme lupahakemus lähetettiin joulukuun alkupuolella yhteistyökumppaneillemme ja hyväksyttiin joulukuun 2011 puolessa välissä.

Aloimme kerätä lähdeaineistoa työtämme varten jo ennen tutkimusluvan saamista. Teoriatietoa oli paljon saatavilla, ja tehtävänä oli valita ajankohtaisimmat ja luotettavimmat lähteet. Suunnitelmassa esitetyn aikataulun mukaan tavoitteena oli saada teoriaosuus valmiiksi jo helmikuun 2012 loppuun mennessä. Helmikuun loppuun asti kestänyt harjoittelujakso, jonka suoritimme eri kaupungeissa, kuitenkin hankaloitti teoriaosuuden työstämistä. Teoriaosuutta työstimme ahkerasti viikoilla 9 ja 17. Tämän jälkeen teoriapohja EKG:stä alkoi olla valmiina ja tarvitsimme ohjausta, jotta pystyimme jatkamaan työtämme. Toukokuun 2012 alussa kävimme sekä ohjaavien opettajien että työelämäohjaajien kanssa ohjauskeskustelun. Saimme myös ohjausta Tarmokas-verkkokurssin luomista varten Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyhtymän koulutussuunnittelijalta.

Kesän 2012 aikana jatkoimme teoriaosuuden työstämistä ja teimme siihen korjauksia ohjaavien opettajien ja työelämäohjaajien palautteiden mukaisesti. Aloitimme verkkokurssin suunnittelun kesäkuussa. Verkkokurssin rakentaminen eteni melko hitaasti ja vähän kerrallaan. Heinäkuun loppuun mennessä olimme saaneet verkkokurssin rungon valmiiksi ja tallennettua sinne suurimman osan oppimateriaalista.

Tarkoituksena oli palata ohjauskeskusteluihin heti elokuun alussa, mutta kesätyöt ja alkava vaihtoehtoisten ammattiopintojen harjoittelujakso viivästytti ohjauskeskusteluja. Tapasimme työelämäohjaajat ja opinnäytetyötämme ohjaavat opettajat syyskuun ensimmäisellä viikolla. Tällöin opinnäytetyömme raporttiosa oli valmis ja EKG-verkkokurssi oli tenttiosuutta lukuun ottamatta valmis. Työelämäohjauksen jälkeen tapasimme ohjaavat opettajamme. Sisällön tarkistuksessa saamamme palautteen mukaisesti muokkasimme vielä raporttiosamme. Lisäsimme kuvia työhömmme luettavuuden parantamiseksi. Koska tuotoksemme tenttiosuus oli vielä kesken, opettajat eivät voineet vielä arvioida tuotosta. Tuotoksen tarkistamista varten pyysimme koulutussuunnittelijalta opettajille omat vierailijatunnukset verkkokurssille.

Saimme tuotoksemme tenttiosuuden valmiiksi syyskuun alkupuolella. Lähetimme opettajille vierailijatunnukset verkkokurssille sen arviointia varten. Päijät-Hämeestä toivottiin arviota siitä, kuinka kauan verkkokurssin suorittaminen vie aikaa. Arvioimme kurssin suorittamiseen kuluvaan aikaan yhdessä opinnäytetyötämme ohjaavien opettajien kanssa. Palautimme opinnäytetyömme arvioitavaksi syyskuun 2012 lopussa.

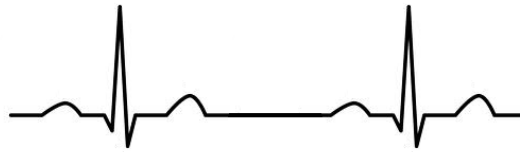
13 TUOTOKSEN KUVAUS

Teimme opinnäytetyömme tuotoksena EKG-verkkokurssin Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän Tarmokas -nimiseen Moodle-verkko-oppimisympäristöön. Verkkokurssin nimi on Lepo-EKG ja kurssin lyhenne EKG. Pyrimme laatimaan verkkokurssin Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän graafisten ohjeiden mukaisesti. Kirjasintyyppinä olemme käyttäneet Arial-kirjasimia ja väriteemana tekstissä on vaaleanvihreä. Aiheosiot alkavat otsikoilla, joiden alle olemme koonneet lyhyen kuvauksen aiheosion sisällöstä. Aiheosioden linkit erottuvat muusta tekstistä sinisen värinsä ansiosta. Olemme lisänneet kurssille materiaalia kirja-aineistona. Kirja-aineiston tunnistaa linkin edellä olevasta pienestä avonaisesta kirja -kuvakkeesta. Kun linkki avataan, sivun vasempaan reunaan tulee kirjan sisällysluettelo ja teksti avautuu keskilohkoon.

Verkkokurssi koostuu seitsemästä numeroidusta aiheosiosta. Keskialstalla on ensimmäisenä numeroimaton aiheosio (kuva 18, sivu 51), joka sisältää lyhyen kurssikuvauksen ja tervetuloiluvituksen. Valitsimme siihen myös Clip Art -kuvan, joka elävöittää kurssin rakennetta. Ensimmäisessä aiheosiossa on myös Uutiset -linkki, joka näyttää kurssin viimeaikaiset tapahtumat. Ensimmäisen numeroidun aiheosion (kuva 18) otsikko on ”EKG-rekisteröinnin esivalmistelut” ja se sisältää kirja-aineistona esivalmisteluohjeet EKG-rekisteröintiin. Kirjan otsikkona on ”Valmistautuminen EKG-rekisteröintiin” ja se on jaettu kolmeen eri lukuun; potilaan valmistautumiseen, ihon esikäsittelyohjeisiin sekä tutkimuksen aikana huomioitaviin asioihin. Lisäksi linkitimme osioon Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän potilasohjeen Lepo-EKG:stä pdf-versiona.

Tervetuloa lepo-EKG kurssille!

Tämä on itseopiskelumateriaali, jonka avulla voit kurtuttaa EKG-osaamistasi sekä testata EKG-taitojasi lopussa olevan tentin avulla. Kurssi sisältää EKG-rekisteröinnin esivalmistelut, EKG-kytkennät sekä EKG-rekisteröinnin yleisimmät virhelähteet. Lisäksi kurssilla käydään läpi EKG:n tulkinnan perusteet, yleisimmät löydökset ja niiden tunnistaminen.



Uutiset

1

EKG-rekisteröinnin esivalmistelut

Ihon esikäsitely on tärkein perusta laadukkaalle ja tulkintakelpoiselle EKG-rekisteröinnille. Myös potilaalle on omat esivalmisteluohjeensa.

Valmistautuminen EKG-rekisteröintiin

Päivät-Hämeen potilasohje

KUVA 18. Verkkokurssin kurssikuvaus ja ensimmäinen aiheosio

Toisessa aiheosiossa käsittelemme raaja- ja rintaelektrodien sijoittamista (kuva 19). Rintakytkennöistä olemme lisänneet havainnollistavan kuvan Wilsonin unipolaarisista rintakytkennöistä. Raajakytkennoistä kertovaan kappaleeseen olemme koonneet taulukon, josta näkyy selkeästi raajaelektrodeihin liitettävät värikoodatut johtimet. Kolmannen aiheosion otsikko on ”Erikoiskytkennät” (kuva 19). Kirja-aineiston otsikko on ”Normaalista poikkeavat kytkennät ja lisäkytkennät”. Neljännen aiheosion otsikko on ”Rekisteröinnin virhelähteet”, joka on useammalle kuvaavampi kuin kirjan otsikkona oleva ”EKG-artefaktat”. Olemme pyrkineet havainnollistamaan myös aiheosioita 3 ja 4 mallikuvien avulla.

2

Elektrodien sijoittaminen

Elektrodit tulee kiinnittää täsmälleen standardoituin paikkoihin, jotta rekisteröinnin oikea tulkinta olisi mahdollista. Myös EKG-johtimet tulee kiinnittää oikeisiin elektrodeihin.

Rinta- ja raajakytkennot

3

Erikoiskytkennät

Normaalista poikkeavia kytkentöjä käytetään silloin, kun elektrodien sijoittaminen niille kuuluville paikoille ei ole mahdollista. Kaikki poikkeamat, jotka elektrodien sijoittamisissa suoritetaan, on kirjattava koneelle ja mahdollisesti myös syy vakioinneista poikkeamiseen.

Lisäkytkennöillä saadaan rekisteröintiin lisätarkkuutta, jotta tulkinta olisi luotettavampi. Hoitajan tulee osata arvioida lisäkytkentöjen tarve potilaskohtaisesti.

Normaalista poikkeavat kytkennät ja lisäkytkennät

4

Rekisteröinnin virhelähteet

EKG-artefaktilla eli EKG-häiriöllä tarkoitetaan sydämen sähköisestä toiminnasta johtumatonta EKG-käyrässä havaittavaa muutosta tai löydöstä.

EKG-artefaktat

KUVA 19. Verkkokurssin toinen, kolmas ja neljäs aiheosio

Aiheosio 5 (kuva 20) sisältää EKG:n systemaattisen tarkastelun ohjeiston. Systemaattisen tarkastelun helpottamiseksi, kurssilta löytyy tietoa myös normaalista EKG-käyrästä. Systemaattinen tarkastelu on koottu taulukon muotoon ja selvennetty teorialiedolla. Kurssin EKG-löydösten tunnistusta käsittelevässä aiheosiossa 6 (kuva 20) kerrotaan kaikki yleisimmät EKG-löydökset. Lukemisen helpottamiseksi pyrimme lyhentämään ja jakamaan tekstiä lyhyisiin kappaleisiin sekä lisäämään oppimisen tueksi esimerkki-EKG-käyriä. Aiheosio 6 sisältää humoristisen ”EKG-tanssi” –linkin, jonka tarkoituksena on tehdä oppimisesta hieman hauskempaa. Videolla on esitetty sydänlihaksen toimintaa käsien ja jalkojen liikkeiden avulla.



KUVA 20. Verkkokurssin viides, kuudes ja seitsemäs aiheosio

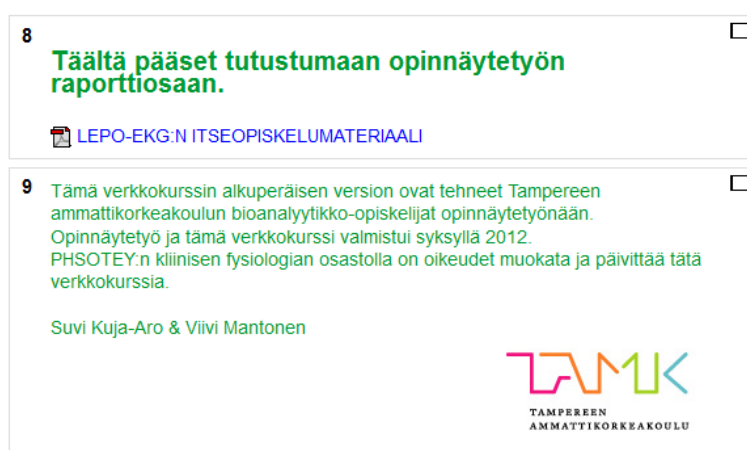
Kurssin seitsemännessä aiheosiossa on tenttiosuus. Tentti sisältää 9 kysymystä, joista neljä ensimmäistä kysymystä liittyy EKG-rekisteröinnin esivalmisteluihin ja elektrodien sekä johdinten oikeaan sijoitteluun. Loput viisi kysymystä on Labquality Oy:n laadun-tarkkailukäyriä, joista tulee tunnistaa niissä olevat löydökset. Kysymykset kaksi ja kolme ovat tehty ”yhteensopivat vastaukset” –aktiviteetilla ja loput ovat monivalintoja. Tentit maksimipistemäärä on 28 pistettä (100%).

Kysymykset ovat jaettu aina omalle sivulle, jotta tentin runko pysyisi mahdollisimman selkeänä. Laaduntarkkailukysymyksissä ja rintaelektrodien sijoittamiskysymyksessä on ensin kuva ja sen alla vastausvaihtoehdot. Rintaelektrodien sijoittamiskuvista vain yksi

vaihtoehto on oikein. Laaduntarkkailukäyrissä taas on useampi oikea vastausvaihtoehto. Oikeista vastauksista saa yhden pisteen, ja kysymyksen kokonaispistemäärä riippuu oikeiden vastausten määrästä. Vääristä vastauksista saa virhepisteitä. Aiemmat vastaukset eivät vaikuta tentin loppuarvosanaan, joten yhteen kysymykseen voi vastata useamman kerran.

Sivun alalaidasta löytyy painikkeet ”Tallenna ilman palauttamista”, ”Palauta sivu” ja ”Palauta kaikki ja lopeta”. Tentin suorittaja voi itse valita haluaako hän vastata ensin jokaiseen kysymykseen. Tällöin kysymyksiin vastattuaan, hän valitsee ”Palauta kaikki ja lopeta”. Sivulle aukeaa koko tentin arviointi, josta tentin suorittajalle käy ilmi tentin aloitus- ja lopetusaika, kokonaissuoritus aika ja tentin arviointi pisteinä ja prosentteina. Arviomme mukaan verkkokurssin sisältämän tentin tekemiseen kuluu aikaa noin 15 minuuttia ja teoriaosuuden lukemiseen osaamistasosta riippuen noin 20–45 minuuttia.

Kurssin kahdeksannessa aiheosiossa on linkki opinnäytetyömme raporttiosuuteen. Raportti aukeaa uudelle sivulle pdf-muodossa. Sen avulla verkkokurssin käyttäjät voivat tutustua tarkemmin opinnäytetyöhömmme. Tuotoksessa oleva teorialieto on kirjoitettu mahdollisimman lyhyesti ja yksinkertaisesti. Raporttiosuudessamme on enemmän teorialietoa EKG-rekisteröintiprosessista.



KUVA 21. Verkkokurssin kaksi viimeistä osiota

14 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa ajankohtainen itseopiskelumateriaali Moodle-pohjaiseen Tarmokas- verkko-oppimisympäristöön lepo-EKG:stä Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyhtymän hoitohenkilökunnalle. Työ oli jatkoa opinnäytetyönä vuonna 2011 valmistuneelle EKG-perehdytysmateriaalille. Aiheena EKG-rekisteröinti kiinnosti meitä molempia, joten opinnäytetyön aiheen valinta tuntui luonnolliselta. Olemme myös molemmat päässeet suorittamaan EKG-rekisteröintejä kesätoissa, joten syventyminen sydämeen ja sen toiminnan tutkimiseen lisäsi kiinnostustamme aihetta kohtaan. Opinnäytetyöhön sitoutumista lisäsi myös se, että työemme tulisi hyödyttämään Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyhtymän hoitohenkilökuntaa verkkokurssin muodossa.

Opinnäytetyön tehtävinä oli selvittää miten onnistuneeseen EKG-rekisteröintiin päästään ja minkälaisia löydöksiä hoitohenkilökunnan olisi osattava tunnistaa EKG-käyrästä. Erityisesti bioanalytiikan yliopettajan Hanna-Maarit Riskin artikkeleista ja väitöskirjasta saimme opinnäytetyöhömmä käytännönläheistä tietoa siitä, mitkä tekijät vaikuttavat laadukkaaseen EKG-rekisteröintiprosessiin. Näitä teoretietoja olemme painottaneet sekä raporttiosuudessa että tuotoksessa. Työelämäohjaajiltamme saimme vinkkejä niistä löydöksistä, joita jokaisen hoitajan tulisi tunnistaa EKG-käyrästä. Nämä yleisimmät löydökset ja niiden tunnuspiirteet olemme selvittäneet työssämme. Löydösten tunnistamiseksi olemme lisänneet työhömmä havainnollistavia kuvia.

Tuotosta varten meidän oli selvitettävä miten rakentaa toimiva ja oppimista edistä verkkokurssi. Käytössä oleva lähdemateriaali kuvasi lähes poikkeuksetta verkkokurssia opettaja-oppilas näkökulmasta. Meidän oli itse sovellettava teoriaa kohderyhmää vastaavaksi, sillä verkkokurssi on tarkoitettu itsenäiseen opiskeluun. Verkkokurssin luomiprosessi oli alkuun haastavaa ja paljon aikaa vievää, sillä emme olleet koskaan aikaisemmin luoneet verkkokurssia Moodle-oppimisympäristöön. Alun perin oli suunnitella käydä Moodle-koulutuksessa ennen verkkokurssin luomista. Tämä olisi varmasti helpottanut ja nopeuttanut verkkokurssin tekemistä. Meillä ei kuitenkaan ollut ajallisia mahdollisuuksia tähän.

Pääosin olemme työssämme pyrkineet käyttämään mahdollisimman uutta lähdemateriaalia, mikä osaltaan tuo luotettavuutta työllemme. Käytimme työssämme paljon koomateoksia, koska suurimmat EKG-lähdemateriaalit olivat useiden eri asiantuntijoiden kirjoittamia. Mielestämme nämä lähdemateriaalit olivat kuitenkin erittäin luotettavia, sillä kirjoittajat ovat tunnettuja kardiologian osajia. Suurin osa opinnäytetyössämme käytetyistä lähdemateriaaleista on julkaistu vuosina 2000–2012, joten käyttämämme lähdeaineisto on ajantasaista. Vanhemmista lähdemateriaaleista peräisin olevaa tietoa olemme vertailleet uudempaan tietoon ja käyttäneet vain jos teoria on ollut yhdenmukaista. Olemme käyttäneet työssämme jonkun verran englanninkielistä lähdemateriaalia. Englanninkieliset EKG-teokset olivat teorialiedoltaan samankaltaisia kuin suomenkielisetkin teokset.

Jo ennen teoriaosuudenkin työstämistä oli selvää, että tulisimme tarvitsemaan paljon kuvamateriaalia, jotta työstämme tulisi havainnollisempi. Kattavimmat suomenkieliset EKG-teokset olivat kustannusyhtiö Duodecim Oy:n julkaisemia. Niinpä otimme yhteyttä Duodecimin kustannustoimittajaan, ja kysyimme lupaa kuvien käyttöön. Saimme luvan käyttää vapaasti Duodecim kustantamien kirjojen sekä Duodecimin internetsivujen kuvamateriaalia. Vaatimuksena oli lähdeviitteiden huolellinen merkitseminen, jotta tekijänoikeuksia ei loukattaisi. Olemme merkinneet niin opinnäytetyömme raporttiosassa kuin verkkokurssillakin aina lähdeviitteet huolellisesti heti kuvien perään. Lupasimme myös työelämäohjaajien suostumuksella järjestää Duodecimille vierailijatunnukset, jotta he pääsevät katsomaan julkaisemiensa kuvien käyttöä verkkokurssilla. Raporttiosaan liitetyt kuvat ovat aseteltu niin, että kuvat ja niihin liittyvä teoria ovat samalla sivulla. Tämä helpottaa lukemista ja asian oppimista.

Työelämäohjaajamme keräsi meille tarvittavat laaduntarkkailukäyrät verkkokurssiamme varten. Koska laaduntarkkailukäyrät ovat peräisin Labquality Oy:ltä, kysyimme vielä erikseen lupaa näiden käyttöön. Labquality Oy:n laaduntarkkailukäyrät ovat aitoja potilaspauksia, joten verkkokurssimme tenttiosuudesta tuli hyvin todenmukainen ja oppimista edistävä. Potilasperäisissä esimerkkikäyrissä on usein puutteita teknisessä laadussa, mutta silti EKG-käyristä tulee tunnistaa merkitsevät löydökset. Laaduntarkkailukäyristä oli poistettu valmiiksi henkilötiedot, joten meidän ei tarvinnut huolehtia potilaan tietosuojasta.

Tuotoksemme materiaali on muokattu opinnäytetyömme raporttiosasta. Jotta tekstistä saatiin mahdollisimman helppolukuista ja tietokoneen näytöltä luettavaa tekstiä, lyhensimme tekstin pituutta selvästi. Pyrimme tekemään lyhyitä ja selkeitä lauseita. Jaoimme kappaleita pienempiin osiin ja rakensimme uusia otsikoita ja väliotsikoita. Verkkokurssin materiaali on tehty kirja-aineistona. Tämän aineiston ansiosta kurssin etusivu on pysynyt siistinä ja lyhyenä, koska materiaalit ovat yhden otsikon takana. Kirjan etuna on myös sen helppo muokattavuus ja päivitettävyyys. Lukemisen helpottamiseksi poistimme lauseiden perässä olevat lähdeviitteet. Jotta emme loukkaisi tekijänoikeussuojaa, lisäsimme kaikki tekstissä käytetyt lähteet aineistojen loppuun. Tuotos sisältää enemmän havainnollistavia kuvia kuin itse raporttiosuus. Myös verkkokurssiin liitettyihin kuviin on merkitty selkeästi lähdeviitteet heti kuvan alapuolelle.

Tuotoksen tenttiosuuden rakentaminen oli erittäin haastavaa. Ensin tenttiin oli valittava kysymystyyppi, johon oli mahdollista liittää kuvia sekä useita vastausvaihtoehtoja. Eri-laisia kysymystyyppisiä oli kymmenen, joista sopivimmaksi löysimme lopulta monivalinnat ja yhteensopivat vastaukset. Monivalintakysymyksiin oli mahdollista lisätä kuvia, jotka mahdollistivat myös kysymykset laaduntarkkailukäyristä. Tentin rakentamisessa hankaluuksia tuottivat myös vääristä vastauksista vähennettävät pisteet. Pisteiden lasku oli saatava toimivaksi, jotta loppuarviointi muodostuisi järkevästi. Onnistuimme kuitenkin vaikeuksista huolimatta saamaan aikaan tavoitteidemme mukaisen tentin verkkokurssin loppuun.

Opinnäytetyöprosessi on kasvattanut osaamistamme EKG-rekisteröinnin teoriasta. Olemme oppineet hakemaan lähdemateriaalia monipuolisesti sekä kehittyneet lähdemateriaalien luotettavuuden arvioinnissa. Lisäksi kuvankäsittelyohjelmien käyttö on tullut tutuksi opinnäytetyöprosessin ohella. Verkkokurssin luomisesta meillä ei ollut minkäänlaista osaamista ennen opinnäytetyötä. Opinnäytetyöprosessin jälkeen osaamme tehdä verkkokurssin Moodle-oppimisympäristöön käyttäen monipuolisesti verkkoppimisympäristön aineistomahdollisuuksia. Tuotosta on mahdollista tulevaisuudessa päivittää tai muuttaa. Verkkokurssin muokkaamisesta ja päivittämisestä luovutettiin käyttöoikeudet Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän fysiologian osastolle.

Työn tavoitteena oli auttaa lisäämään Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveystyön hoito-henkilökunnan osaamista ja tietoja, jotta he saisivat suoritettua entistä laadukkaampia EKG-rekisteröintejä erilaisilta potilailta. Työn tavoitteen onnistumista on mahdotonta näin etukäteen ennustaa, mutta toivomme, että opinnäytetyöstämme on hyötyä hoito-henkilökunnalle. Olemme rakentaneet tuotoksen niin, että sen muokkaaminen ja päivitys jatkossa on mahdollista. Kurssille on Päijät-Hämeessä nimetty vastuhenkilö, jonka vastuulla päivittäminen tulevaisuudessa on. Jatkotutkimusaiheena voisi olla lasten EKG:n erityispiirteet, josta voisi rakentaa samanlaisen verkkokurssin.

LÄHTEET

Antila, K. 2012. EKG:n ambulatorinen pitkäaikaisrekisteröinti. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. (toim.) *Kliinisen fysiologian perusteet*. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 170–173.

Arola, O. Sydämen tahdistin. Tietoisuus sydänsairauksista. Luettu 4.9.2012. www.sydankekus.fi.

Conover, M.B. 1996. *Understanding Electrocardiography*. 7. painos. St. Louis. USA: Mosby.

Eskola, M. & Nikus, K. 2009. EKG-rekisteröinti ja takaseinäinfarkti. Näytönastekatsaukset. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 22.4.2009. Luettu 23.4.2012. www.kaypahoito.fi.

Fåhræus, T. 2011. Pacemaker Electrocardiography. Teoksessa Macfarlane, P.W., van Oosterom, A., Pahlm, O., Kligfield, P., Janse, M. & Camm, J. (toim.) *Comprehensive Electrocardiology*. 2. painos. Lontoo: Springer-Verlag, 1768–1792.

Hartikainen, J., Mäkijärvi, M. & Huikuri, H. 2008. Sydämen pysähdys ja äkkikuolema. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) *Kardiologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 613–627.

Heikkilä, J. 2003. Infarkti EKG:n synty. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) *EKG*. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 254–275.

Holmström, P. 2006. Sydämen ja verenkierron sairaudet. Teoksessa Vauhkonen, I. & Holmström P. *Sisätaudit*. 1.-2. painos. Porvoo: WSOY, 8-194.

Jokinen, E. 2009. Lapsen EKG:n tulkinta. Lääkärin käsikirja. Julkaistu 3.8.2009. Luettu 7.9.2012. www.terveysportti.fi.

Kalliala, E. 2002. Verkko-opettamisen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Karevaara, S. 2009. Moodlen perusteet. Opettajan ja opiskelijan opas. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.

Keränen, V. & Penttinen, J. 2007. Verkko-oppimateriaalin tuottajan opas. Jyväskylä: WSOYpro/Docendo.

Kors, J.A. & van Herpen, G. 2011. *Computer Analysis of the Electrocardiogram*. Teoksessa Macfarlane, P.W., van Oosterom, A., Pahlm, O., Kligfield, P., Janse, M. & Camm, J. (toim.) *Comprehensive Electrocardiology*. 2. painos. Lontoo: Springer-Verlag, 1723–1757.

Kustannus Oy Duodecim. 2005. Eteisvärinä. Kuvatietokanta. Julkaistu 23.5.2005. Luet-
tu 7.9.2012. www.terveysportti.fi

Käypähoito suositus. 2009a. Sepelvaltimotautikohtaus: epästabiili angina pectoris ja sydäninfarkti ilman ST-nousuja. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologinen Seura ry:n asettama työryhmä. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 28.4.2009. Luettu 28.7.2012. www.terveysportti.fi.

Käypähoito suositus. 2009b. Sydäninfarktin diagnostiikka. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologinen Seura ry:n asettama työryhmä. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 22.4.2009. Luettu 9.5.2012. www.terveysportti.fi.

Laine, M. 2008. Sydänfilmi eli EKG. Teoksessa Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 41–43.

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2007. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. 1.painos. Porvoo: WSOY Oppimateri-
aalit Oy.

Luomanmäki, K. 2000. Iskemiavaiheen EKG-muutosten synty. Kuvatietokanta. Kus-
tannus Oy Duodecim. Julkaistu 1.1.2000. Luettu 7.9.2012. www.terveysportti.fi.

Montonen, T. 2008. Verkko-opiskelijan opas: kokemuksia kirjoittajakoulutuksesta. Hel-
sinki: Yliopistopaino.

Mustajoki, P. 2012. Sydämen haarakatkos (RBBB ja LBBB). Tietoa potilaalle. Kustan-
nus Oy Duodecim. Julkaistu 30.4.2012. Luettu 24.7.2012. www.terveysportti.fi.

Mäkijärvi, M. 2003a. EKG:n rekisteröinti ja tulkinta. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäkijär-
vi, M. (toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 40–65.

Mäkijärvi, M. 2003b. Sydämen sähköinen aktivaatio. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäkijär-
vi, M. (toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 19–30.

Mäkijärvi, M. 2008a. Elektrokardiografia. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksi-
nen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudis-
tettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 132–164.

Mäkijärvi, M. 2008b. Sydämen lisälyönnit. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksi-
nen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudis-
tettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 524–533.

Nisula, L. 2003a. EKG-rekisteröinti lapsilla. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M.
(toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 176–178.

Nisula, L. 2003b. Iänmukaiset normaalit EKG-muutokset lapsilla. Teoksessa Heikkilä,
J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 179–
184.

- Phalen, T. 2001. EKG ja akuutti sydäninfarkti. 1. painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Pakarinen, S. & Oksanen, T. 2003. Tahdistinpotilas yleislääkärin vastaanotolla. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Luettu 14.8.2012. www.duodecimlehti.fi.
- Parikka, H. 2003. Kammionsisäiset johtumishäiriöt. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäki-Järvi, M. (toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 206–238.
- Parikka, H. 2008. Eteis-kammiojohtumisen häiriöt. Teoksessa Mäki-Järvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 457–460.
- Parikka, H. 2009. Haarakatkokset EKG:ssa. Lääkärin käsikirja. Julkaistu 21.8.2009. Luettu 25.7.2012. www.terveysportti.fi.
- Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymä. 2008. Lepo-EKG (sydänfilmi). Potilasohje. Päivitetty 19.3.2008. Luettu 29.2.2012. www.phsotey.fi.
- Raatikainen, P. 2005. Kääntyvien kärkien kammiotakykardia. Julkaistu 1.1.2005. Luettu 24.7.2012. www.terveysportti.fi.
- Raatikainen, P. & Huikuri, H. 2008. Eteisvärinä. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 534–554.
- Raatikainen, P., Mäki-Järvi, M. & Parikka, H. 2007a. EKG-kytkennät, -heilahdukset ja aikaintervallit. Teoksessa Mäki-Järvi, M., Parikka, H., Raatikainen, P. & Heikkilä, J. (toim.) EKG-tulkinnan käsikirja. 1-2. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 8–13.
- Raatikainen, P., Mäki-Järvi, M. & Parikka, H. 2007b. EKG-tulkinnan lähtökohdat. Teoksessa Mäki-Järvi, M., Parikka, H., Raatikainen, P. & Heikkilä, J. (toim.) EKG-tulkinnan käsikirja. 1-2. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 15–19.
- Raatikainen, P. & Parikka, H. 2012. EKG:n tulkinta aikuisilla. Lääkärin käsikirja. Julkaistu 11.3.2012. Luettu 9.5.2012. www.terveysportti.fi.
- Raatikainen, P. & Uusimaa, P. 2008. Eteislepatus. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 555–564.
- Riski, H-M. 2004. EKG-rekisteröinti: Ekg-käyrän teknisen laadun arviointi. Hoitotieteen laitos. Lääketieteellinen tiedekunta. Turun yliopisto. Väitöskirja.
- Riski, H-M. 2006. EKG-käyrän rekisteröinnissä riittää haasteita. Moodi 30 (3), 150–154.
- Riski, H-M. 2009. EKG-rekisteröinnin pahimmat tekniset ongelmat ja sudenkuopat. Luentolyhennelmä: Labquality-päivät 6.2.2009. Moodi 33 (1), 66–67.

Riski, H-M. 2011a. EKG-rekisteröinti (osa 1). *Moodi* 35 (2), 60–67.

Riski, H-M. 2011b. EKG-rekisteröinti (osa 2b). *Moodi* 35 (5), 167–171.

Sovijärvi, A. & Kettunen, R. 2008. Kliininen rasituskoe. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) *Kardiologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 216–234.

Sovijärvi, A. 2011. Kliininen fysiologia kansantautien diagnostiikassa. Teoksessa Keinänen, M., Mononen, I., Närhilä, M., Pikkarainen, R., Rajamäki, A., Siukola, A. & Tenhunen, R. *Laatua terveydenhuoltoon Labquality Oy 1971–2011*. Helsinki: Labquality Oy.

Sovijärvi, A. 2012. Kliininen rasituskoe. Teoksessa Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V., & Vanninen, E. (toim.) *Kliinisen fysiologian perusteet*. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 174–195.

Thaler, M. S. 2007. *The Only EKG Book You'll Ever Need*. 5. painos. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.

Toivonen, L. 2003. Tahdistustavat ja EKG. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäki-Järvi, M. (toim.) *EKG*. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 442–461.

Toivonen, L. 2008. Kammiotakykardiat. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) *Kardiologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 599–612.

Toivonen, L. & Kivelä, A. 2011. Kammiövärinä. *Akuuttihoito-opas*. Julkaistu 4.4.2011. Luettu 24.7.2012. www.terveysportti.fi.

Toivonen, L., Swan, H., Viitasalo, M., Hartikainen, J., Happonen, J-M., Virtanen, V., Koistinen, J., Hedman, A. & Raatikainen, P. 2008. Pitkä QT -oireyhtymä: kansallinen suositus. Katsaus. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim*. Luettu 25.7.2012. www.terveysportti.fi.

Tuomola, J. osastonhoitaja. 2012. Henkilökohtainen tiedonanto 8.5.2012. Lahti: Päijät-Hämeen sosiaali- ja terveysyhtymän kliinisen fysiologian osasto.

Ukkola, O. 2009. Hypokalemia. Julkaistu 3.6.2009. Luettu 9.5.2012. www.terveysportti.fi.

Vecht, R., Gatzoulis, M.A. & Peters, N.S. 2009. *ECG Diagnosis in Clinical Practice*. 2. painos. Lontoo: Springer-Verlag.

Vesalainen, R. & Laine, K. 2008. Sydän- ja verisuonitautien hoitoon käytettävien lääkkeiden yhteisvaikutukset. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) *Kardiologia*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 1321–1328.

Viitasalo, M. 2003. Hitaat rytmihäiriöt. Teoksessa Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1.painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 422–440.

Viitasalo, M. 2008. Hitaat rytmihäiriöt. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 628–637.

Viitasalo, M. & Swan, H. 2008. Periytyvät rytmihäiriöt. Teoksessa Heikkilä, J., Kupari, M., Airaksinen, J., Huikuri, H., Nieminen, M. S. & Peuhkurinen, K. (toim.) Kardiologia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 638–652.

Vilkkä, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Yrjänheikki, E., Hassi, A-L., Lahtinen, M. & Ritmala-Castrén, M. 2010. Kammiotakykardia. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Julkaistu 30.8.2010. Luettu 24.7.2012. www.terveysportti.fi.