

Opinnäytetyö (AMK)

Bioanalytikkokoulutus

2018

Elli Pietilä ja Tea Turunen

# EKG-OPPIMATERIAALI BIOANALYYTIKKO- OPISKELIJOILLE

– Tyksin kliinisen fysiologian osastolle

Elli Pietilä ja Tea Turunen

## EKG-OPPIMATERIAALI BIOANALYYTIKKO- OPISKELIJOILLE

- Tyksin kliinisen fysiologian osastolle

EKG eli elektrokardiografia on jo viime vuosisadalla kehitetty tutkimus sydämen sähköisen toiminnan selvittämiseksi. Tutkimus on edelleen hyvin yleinen, sillä se on helposti otettavissa ja täysin vaaraton potilaalle. EKG:n avulla saadaan paljon tietoa sydämen toiminnasta. (Mäkijärvi 2003.) EKG-käyrää tarkastelemalla voidaan nähdä sydämen syketaajuus, rytmin säännöllisyys ja johtoratojen toiminta tarkastelemalla eteis- ja kammiokompleksien sekvenssiä ja kestoja. Kompleksien muodoista voidaan tehdä päätelmiä lihaseinämien rakenteesta ja kammion sisäisten johtoratojen toiminnan häiriöistä. (Riski 2004.)

Opinnäytetyön aihe saatiin Turun yliopistollisen keskussairaalan kliinisen fysiologian osastolta. Osaston henkilökunta koki uudelle oppimateriaalille olevan tarvetta, sillä osastolla on paljon vanhentunutta tietoa sisältävää materiaalia. Uusi oppimateriaali julkaistaan kansiona, sillä kansiossa oleva oppimateriaali on kliinisen fysiologian osastolla todettu toimivaksi. Osaston toivomuksesta oppimateriaalissa käsitellään tavallisempia EKG-löydöksiä sekä -teoriaa, kuten virhelähteitä, EKG-vakiointeja ja EKG-kytkentöjä. Malliesimerkit EKG-löydöksistä kerättiin opinnäytetyön tekijöiden syventävän erikoisalan harjoitteluiden aikana fysiologian osastolta. Malliesimerkkeinä käytettiin potilaista otettuja EKG-tulosteita, joissa oli selkeästi nähtävissä esiteltävä löydös. Henkilötiedot poistettiin kerätyistä EKG-tulosteista. Oppimateriaalin teoriaosuus koostettiin hyödyntäen laajasti alan kirjallisuutta ja sähköisiä lähteitä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä laadukas ja kattava oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoiden käyttöön, jotka suorittavat kliinisen laboratoriotyöosaamisen harjoittelujaksoa Tyksin kliinisen fysiologian osastolla. Harjoitteluun tulevilla opiskelijoilla on jo perustiedot EKG-teoriasta, ja he ovat harjoitelleet EKG:n rekisteröintiä. Opinnäytetyön tavoitteena oli, että kliinisen fysiologian osaston bioanalyttikko-opiskelijat voivat kerrata EKG:n teoriaa, jolloin he pystyvät suoriutumaan paremmin EKG-rekisteröinnistä ja EKG:n tulkinnasta.

### ASIASANAT:

EKG, EKG:n tulkinta, sydämen sähköinen toiminta, oppimateriaali

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Biomedical laboratory science

2018 | 29 pages

Elli Pietilä and Tea Turunen

# ECG-LEARNING MATERIAL FOR BIOMEDICAL LABORATORY SCIENTIST STUDENTS

- for Tyks' clinical physiology department

ECG i.e electrocardiography has been developed on past century to examine heart's electrical activity. Examination is still in wide use because it's easy to do and completely harmless for the patient. ECG can tell a lot of heart's activity. (Mäkijärvi 2014.) By examining the ECG, you can see heart's beat regularity, regularity of the rhythm and operating of conduction pathway by looking at sequence and duration of atrial- and ventricular complexes. By the forms of complexes, you can make conclusions of structure of the heart's muscles and inner conduction pathway of ventricular activity disorder. (Riski 2004.)

Subject of this thesis was given by Tyks' clinical physiology department. Due to outdated material of department, the personnel of the department felt that new studying material is needed. By the requirement of the department the new studying material will be published in folder. Material includes most common ECG findings and the theory behind it, such as source of the errors, ECG standardization ja ECG leads. Examples were gathered on Syventävä erikoisala -training period by the thesis' maker on clinical physiology department. Examples were chosen by patient examinations that ECG prints showed clearly the topping subject. Theoretical part of material was compiled from literature of the subject and from electrical sources.

Goal for the thesis was to get high quality and comprehensive studying material for biomedical laboratory scientist students, for Kliininen laboratoriotyöosaaminen -training period. Students have already basic knowledge of ECG theory and they are familiar with recording of the ECG. Studying material is aiming for back-up material for students to enable them to get better achievements in recording of the ECG and ECG interpretation.

## KEYWORDS:

ECG, ECG interpretation, heart's electrical activity, learning material

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA</b>	<b>7</b>
<b>3 EKG</b>	<b>9</b>
3.1 EKG:n rekisteröinti	10
3.2 EKG:n tulkinta	12
<b>4 YLEISIMMÄT EKG-LÖYDÖKSET</b>	<b>14</b>
4.1 Sinusbradykardia ja sinustakykardia	14
4.2 Ensimmäisen asteen AV-katkos	14
4.3 Eteisvärinä	15
4.4 Eteislepatus	15
4.5 Eteislisälyönti	16
4.6 Kammiolisälyönti	16
4.7 Vasen haarakatkos	17
4.8 Oikea haarakatkos	18
4.9 Sydäninfarkti	18
4.10 Tahdistin	20
<b>5 OPPIMATERIAALI</b>	<b>21</b>
<b>6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE</b>	<b>22</b>
<b>7 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS</b>	<b>23</b>
7.1 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat	23
7.2 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat	24
<b>8 POHDINTA</b>	<b>25</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>27</b>

## KUVAT

Kuva 1. Sydämen sähköinen toiminta (Jormakka & Kettunen 2018)	8
---	---

Kuva 2. Raajakytkentöjen muodostuminen (Jormakka & Kettunen 2018)  
Kuva 3. Rintaelektrodien paikat (Jormakka & Kettunen 2018)

9  
11

# 1 JOHDANTO

EKG eli elektrokardiografia on jo viime vuosisadalla kehitetty tutkimus sydämen sähköisen toiminnan selvittämiseksi (Mustajoki & Kaukua 2008). Tutkimus on edelleen tänä päivänäkin yleinen, sillä se on helposti otettavissa ja täysin vaaraton potilaalle. Lisäksi sen avulla saadaan paljon tietoa sydämen toiminnasta. (Mustajoki & Kaukua 2008.) EKG:n rekisteröijällä tulisi olla perustiedot myös EKG:n tulkinnasta hallussa (Mäkijärvi 2003).

Tämän opinnäytetyön aihe saatiin Turun yliopistollisen keskussairaalan (Tyks) kliinisen fysiologian osastolta. Osaston henkilökunta koki, että uudelle oppimateriaalille olisi tarvetta, sillä osastolla on paljon vanhentunutta tietoa sisältävää materiaalia. Uusi oppimateriaali on tarkoitus julkaista kansiona, sillä vanha materiaali on esillä kansiossa, joka on ollut osastolla hyväksi koettu tapa.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tehdä laadukas ja kattava oppimateriaali bioanalyytikko-opiskelijoiden käyttöön, jotka suorittavat harjoitteluaan Tyksin kliinisen fysiologian osastolla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on, että kliinisen fysiologian osaston bioanalyytikko-opiskelijat voivat oppia ja kerrata EKG:n teoriaa, jolloin he pystyvät suoriutu- maan paremmin EKG-rekisteröinnistä ja EKG:n tulkinnasta. Oppimateriaali tehdään ensisijaisesti ajatellen kliininen laboratoriotyöosaaminen -harjoittelujakson opiskelijoita. Oppimateriaalissa huomioidaan, että opiskelijoilla on jo jonkinlainen tietopohja EKG:stä, se onkin siis tarkoitettu jo opittujen asioiden kertaamiseen.

## 2 SYDÄMEN SÄHKÖINEN TOIMINTA

Sydän on lihaspumppu, joka toteuttaa pumppaustoimintaa melko itsenäisesti oman sähköisen toiminnan ohjaamana. Pieni osa sydänlihassoluista on erikoistunut sähköisen ärsyksen, eli impulssin synnyttämiseen ja kuljettamiseen. Kyseiset solut muodostavat sydämen johtoratajärjestelmän, joka alkaa sinussolmukkeesta, niin sanotusta sydämen tahdistajasta. (Kettunen ym. 2017.)

Sinussolmuke eli eteissolmuke sijaitsee oikean eteisen takaseinämän yläosassa. Sinussolmukkeen tahdistamaa normaalia rytmiä kutsutaan sinusrytmiksi, jolla tarkoitetaan sydämen normaalia tervettä rytmiä. (Kettunen ym. 2017.) Sinussolmuke tuottaa impulssit jokaiselle ihmiselle tietyllä ominaisella taajuudella (Jormakka & Kettunen 2018), yleensä perustaajuus on noin 100 lyöntiä minuutissa (Aaltonen ym. 2016). Perustaajuuteen vaikuttaa sympaattisen hermoston ja hormonitoiminnan kautta tulevat ärsykkeet, esimerkiksi adrenaliini. Näin elimistö säätelee syketaajuutta vastaamaan tarpeitaan parhaiten. (Jormakka & Kettunen 2018.) Leposyke on matalampi, siinä sydän lyö on 60 kertaa minuutissa, ja rasituksessa syke voi nousta jopa yli 200 lyöntiin minuutissa (Aaltonen ym. 2016).

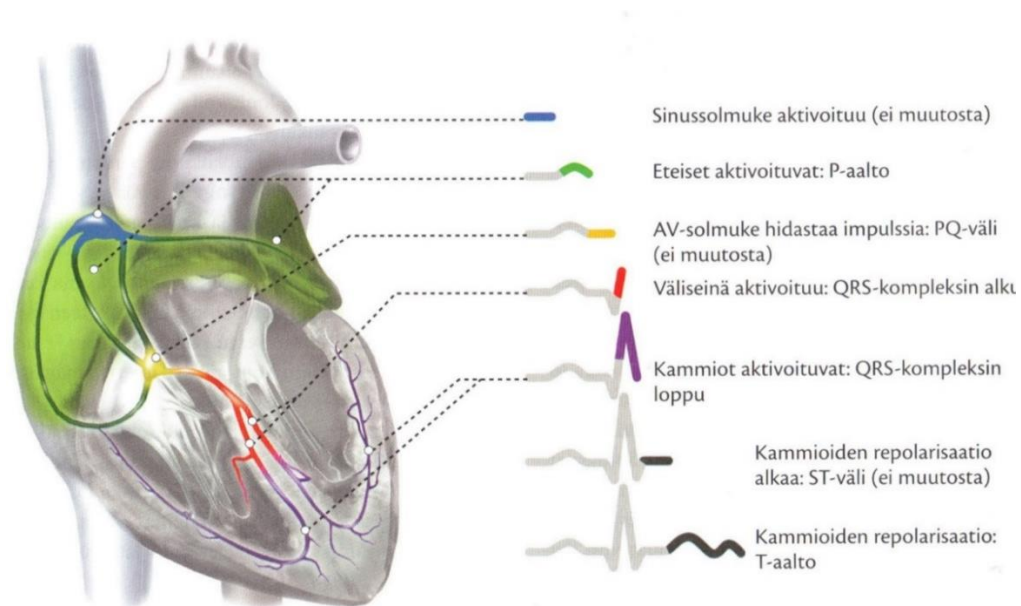
Sinussolmukkeesta sähköinen ärsytys leviää ympäri eteisten seinämiä, joiden lihassolut aktivoituvat sähköisesti eli depolarisoituvat. Depolarisaatio käynnistää eteisten lihassolujen supistumisen. (Kettunen ym. 2017.) EKG-rekisteröinnissä tämä näkyy P-aaltona, joka on normaalisti pyöreä ja positiivinen (ylöspäin piirtynyt) suurimmassa osassa kyt-kentöjä (Jormakka & Kettunen 2018).

Eteisten supistumisen aikana sähköinen ärsytys on edennyt eteis-kammiosolmukkeeseen, eli AV-solmukkeeseen, joka sijaitsee eteisten ja kammioden välissä kammioden väliseinän takaosassa. Eteis-kammiosolmukkeessa sähköisen ärsytyksen eteneminen hidastuu, jotta kammiot ehtivät täyttyä ennen supistumista. (Kettunen ym. 2017.) EKG-rekisteröinnissä impulssin viipyminen AV-solmukkeessa näkyy PQ-aikana, joka laskeaan P-aallon alusta Q-aallon alkuun. Normaali PQ-aika on 120-200 ms. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Sähköinen ärsytys siirtyy eteis-kammiosolmukkeesta kammioden johtoratojen yhteiseen osaan eli Hisin kimppuun. Pian Hisin kimpun jälkeen johtorata haarautuu vasempaan ja oikeaan haaraan, ja vasen haara vielä etu- ja takahaarakkeeseen, jotka lopulta

haarautuvat Purkinjen säieverkoksi. (Kettunen ym. 2017.) Purkinjen säikeet välittää impulsit sydänlihassoluihin, joissa se monimutkaista järjestystä noudattaen saavuttaa jokaisen sydänlihassolun aiheuttaen kammioiden rytmikkään supistumisen. Tämä kammioiden depolarisaatio näkyy EKG-tulosteessa QRS-kompleksina, jonka normaali kesto on alle 120 ms. QRS- kompleksin heilahdukset piirtyvät alas- tai ylöspäin kytkennästä riippuen. Poikkeavia QRS-komplekseja nimetään pienillä kirjaimilla ja heittomerkeillä. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Sydänlihaksen supistuttua alkaa repolarisaatio, eli sydämen sähköisen aktivaation purkautuminen (Kettunen ym. 2017). Repolarisaatiossa sydänlihassolut palautuvat jälleen normaaliin tilaan, ikään kuin uudelleen latautuvat. Kammioiden repolarisaatio näkyy EKG-tulosteessa T-aaltona. Eteisten repolarisaation sähkövirta on pieni, joten se jää kammioiden depolarisaatiota kuvaavan QRS-kompleksin alle. Ennen T-aaltoa oleva ST-väli piirtyy kammioiden systolen, eli sydänlihaksen supistumisen aikana. (Jormakka & Kettunen 2018.) Sydämen sähköisen toiminnan vaiheet näkyvät kuvasta 1.



Kuva 1. Sydämen sähköinen toiminta (Jormakka & Kettunen 2018)

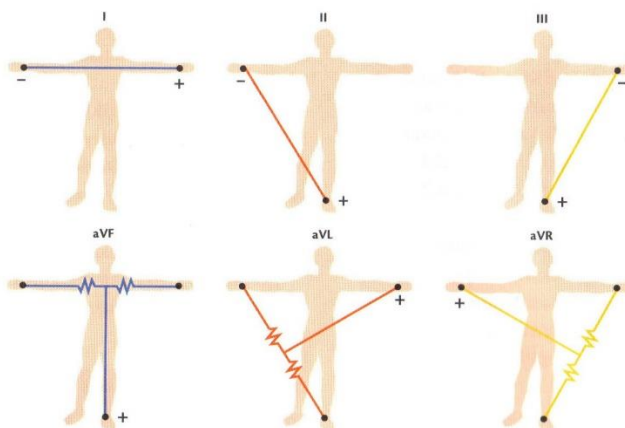


### 3 EKG

EKG eli elektrokardiografia eli sydänfilmi mittaa sydämen supistumista aiheuttavaa sähköistä toimintaa. Sähkövirtaukset ovat heikkoja, mutta herkällä EKG-laitteella niitä pystytään mittaamaan ihon päältä. EKG-laite piirtää käyrän, josta voidaan havaita rytmihäiriöitä ja muita sydämen sairauden aiheuttamia muutoksia. (Kaukua & Mustajoki 2008.)

Sydämen toimintaa rekisteröidään yleensä 12 käyrälle, minkä vuoksi käytetään nimitystä 12-kanavainen EKG (TUTKIMUKSEEN.FI n.d). 12-kytkentää pitää sisällään kuusi raajakytkentää I, II, III, aVR, aVL ja aVF ja kuusi rintakytkentää V1-V6 (Jormakka & Kettunen 2018).

Kytkennojä I-III kutsutaan bipolaarikytkennöiksi, sillä niissä verrataan kahden kytkennän välistä potentiaaliero (Jormakka & Kettunen 2018). Kuvasta 1 nähdään, miten raajakytkennät muodostuvat eli I-kytkentä muodostuu vasemmasta ja oikeasta kädestä, II-kytkentä muodostuu vasemmasta jalasta ja oikeasta kädestä ja III-kytkentä muodostuu vasemmasta kädestä ja jalasta (Thaler 2007). Positiivista elektrodiä kutsutaan katsovaksi elektrodiiksi, joka siis katsoo negatiivista elektrodiä kohti. Unipolaarisiin kytkentöihin kuuluu loput raajakytkennät eli aVR, aVL ja aVF sekä kaikki rintakytkennät. Unipolaarisissa kytkennöissä iholla olevan elektrodin potentiaalia verrataan niin kutsuttuun nollaelektrodiin, joka saadaan aikaiseksi kytkemällä eri raajakytkennät yhteen tiettyjen vastusten välityksellä. Unipolaarisista kytkennöistä voidaan piirtää Einthovenin kolmio, jolloin katseleva elektrodi on kolmion päässä ja se katsoo keskelle vastakkaista kolmion kylkeä, kuten kuvasta 1 nähdään. (Jormakka & Kettunen 2018.)



Kuva 2. Raajakytkentöjen muodostuminen (Jormakka & Kettunen 2018)

Kytkennot II, III ja aVF ovat inferiorisia kytkennoitä eli katsovat sydämen alaseinää. Kytkennot I, aVL, V5 ja V6 katsovat sydämen vasenta sivuseinää. Kytkennot V1-V4 ovat anteriorisia kytkennoitä eli ne katsovat sydämen etuseinää. (Thaler 2007.)

EKG-rekisteröinnin piirtonopeutena käytetään Suomessa 50 mm/s. Rytmikäyrään piirtonopeudeksi vaihdetaan 25 mm/s. Mitattava jännite eli standardivahvistus on 1 mV/10 mm. Jokaisen filmin alusta tulee löytyä 1 mV:n vahvistusta kuvaava vakauslöyly. (Riski 2004.) Mikäli R-aallon piikit ovat niin korkeat, että ne piirtyvät päällekkäin rekisteröintiin, voidaan vahvistusta pienentää. Tällöin standardivahvistuksella rekisteröidyn EKG-käyrän lisäksi rekisteröidään toinen EKG-käyrä vahvistuksella 1mV/5mm. (Riski 2004.)

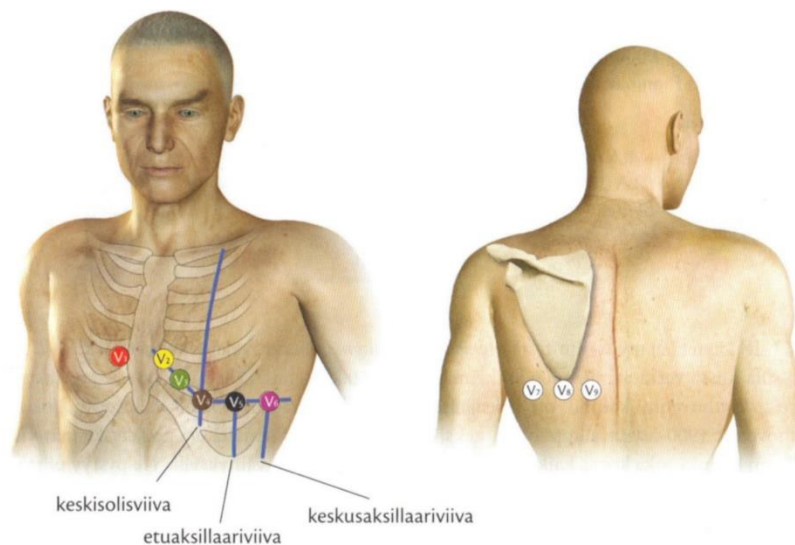
### 3.1 EKG:n rekisteröinti

Ennen tutkimuksen alkua potilaalle kerrotaan EKG-rekisteröinnin kestosta ja kulusta, painottaen sen kivuttomuutta ja vaarattomuutta (Riski 2004). EKG:n rekisteröinti potilaan valmisteluineen kestää noin 5-10 minuuttia (TUTKIMUKSEEN.FI n.d.). Potilasta neuvotaan olemaan rekisteröinnin ajan puhumatta ja liikkumatta. Potilas asetetaan makuuasentoon niin ettei hänen kädet tai jalat osu metalliin. Mikäli makuuasento ei ole mahdollinen, voidaan EKG rekisteröidä myös istualtaan. Tällöin tulosteeseen tulee merkitä poikkeava asento. (Jormakka & Kettunen 2018.) Tutkimushuoneen olisi hyvä olla riittävän lämmin, jotta potilas pystyy olemaan rentona (Mäkijärvi 2003).

Tutkittavan iho käsitellään EKG-elektrodien kohdilta ennen elektrodien kiinnittämistä. Ihon käsittelyllä lasketaan ihovastusta ja parannetaan EKG-käyrän teknistä laatua. On kuitenkin varottava rikkomasta tutkittavan ihoa tulehdusvaaran vuoksi. (Riski 2004.) Tutkittavan rintakehästä ja sääristä poistetaan tarvittaessa ihokarvat, sillä ne estävät elektrodien kiinnittymistä eivätkä johda sähköä. Ihon pinnasta poistetaan luonnollinen rasva-kerros ja mahdollinen liika rasvaliuottimeen kastetulla harsotaitoksella. Ihon uloin kerros, eli epidermis, sisältää kuollutta ihosolukkoa, ja johtaa sähköä huonommin kuin sisempi kerros dermis. Tämän vuoksi ihoa hangataan ihonkarhennusteipillä tai karhunkielellä kevyin vedoin. Niin sanottu karhentaminen poistaa rasvaliuottimen ihon pintaa kuivattavan vaikutuksen ja tekee ihon verekkääksi. (Riski 2004.)

Elektrodien paikoista vain rintaelektrodien paikat on kansainvälisesti vakioitu (Riski 2004). Kuvassa 1 näkyy rintaelektrodien oikeat paikat. Paikkojen etsiminen tapahtuu tutkittavan rintakehää tunnustelemalla, tutkittavan ollessa makuuasennossa (Riski 2004).

Rintaelektrodeista V1 sijoitetaan neljänteen kylkiluuväliin rintalastan viereen oikealle, V2 vastaavasti rintalastan vasemmalle puolelle. V4 tulee viidenteen kylkiluuväliin keskisolisviivalle, ja V3 tulee V2:n ja V4:n puoliväliin suoraan linjaan. V5 tulee etuaksillaariviivaan ja V6 keskiaksillaariviivaan samassa horisontaalisessa tasossa kuin V4. (Mäkijärvi 2003.) Rintajohdinten oikea sijoittelu voidaan tarkistaa R-aallon progressiosta. R-aallon progressio tarkoittaa sitä, että R-aalto kasvaa tasaisesti V1-kytkennän ja V4- tai V5-kytkennän välillä. R-aalto on matalin V1-kytkennässä ja korkein V4- tai V5-kytkennässä. (Iivanainen ym. 2010.)



Kuva 3. Rintaelektrodien paikat (Jormakka & Kettunen 2018)

Suomessa on sovittu raajaelektrodien paikoiksi raajojen kärkiosat. Yläraajoissa elektrodit sijoitetaan ranteen sisäpuolelle, jossa ihonalaisen rasvakudoksen määrä on pienempi, ja hikirauhasia on tiheästi. Alaraajojen elektrodit sijoitetaan nilkkoihin siten, että niillä on mahdollisimman tasainen kosketuspinta ihoon. Yleensä sopiva paikka on nilkan sisemmällä syrjällä, jossa elektrodi ei osu luuhun tai ole suuren lihaksen päällä. (Riski 2004.) Raajajohtimet laitetaan värien mukaan paikalleen, oikeaan käteen tulee punainen, vasempaan käteen keltainen, vasempaan jalkaan vihreä ja oikeaan jalkaan musta johdin. Kannattaa varmistaa, että johtimet eivät ole kireällä ja vedä elektrodeja sekä ne kulkevat suoraan. Varmistamalla, että johtimet pääsevät kulkemaan löysästi ja siististi, voidaan välttää häiriöt EKG:ssä. (Jevon 2010.)

Jokaisesta rekisteröidystä EKG:stä tulee käydä ilmi potilaan nimi, henkilötunnus, päivämäärä ja kellonaika, sekä yksikkö, jossa EKG on rekisteröity. Useimmiten nämä tiedot saa syötettyä EKG-laitteelle ennen rekisteröinnin aloittamista. EKG:lle on useimmiten myös oma dokumentin tunnistenumero. Mikäli EKG-tulosteeseen joudutaan tekemään merkintöjä käsin, on huomioitava, että nämä merkinnät eivät tallennu digitaaliseen talenteeseen. (Jormakka & Kettunen 2018.)

### 3.2 EKG:n tulkinta

EKG:n rekisteröijä tarkistaa ja hyväksyy EKG-tulosteen teknisen laadun itse (Mäkijärvi 2003). EKG-rekisteröinnin tulee olla aina mahdollisimman korkealaatuinen ja häiriötön. Häiriöt johtuvat useimmiten elektrodien sijainnista ja huonosta kontaktista sekä potilaan liikkumisesta. (Jormakka & Kettunen 2018.) EKG:n rekisteröijän pitää hallita myös perustiedot EKG:n tulkinnasta (Mäkijärvi 2003) vaikka lääkäri tulkitsee EKG-käyrän aina itse (Kaukua ja Mustajoki 2008).

EKG-tulostetta tulkitaan yleensä ilman erillisiä apuvälineitä (Mäkijärvi 2003). EKG-laitteen antamat automaattitulkinnot ovat kehittyneet jo erittäin hyviksi, mutta niihin ei saa silti luottaa liikaa (Jormakka & Kettunen 2018). Aikaisemmin tapahtuneet sydäntapahtumat jättävät potilaan EKG-käyrään jälkiä. Potilaan EKG-käyrän vertaaminen aikaisemmin rekisteröityihin EKG-käyriin on erittäin hyödyllistä. Nykyään lähes poikkeuksetta potilaan EKG-rekisteröinnit on saatavilla digitaalisessa muodossa. (Jormakka & Kettunen 2018.)

EKG:n tulkinta kannattaa tehdä tietyn kaavan mukaan, jotta kaikki osa-alueet tulevat huomioituiksi. Ensimmäisenä EKG:hen kannattaa luoda yleissilmäys eli miltä se vaikuttaa ensinäkemältä. Seuraavaksi kannattaa tarkastella kammiotaajuutta eli sykettä onko se tasainen vai vaihteleva ja mikä on taajuus. P-aalloista tarkastellaan muotoa ja kuinka kauan ne kestävät. PQ-ajoista tarkastellaan kuinka pitkiä ne ovat ja ovatko ne yhtä pitkiä toistensa kanssa. QRS-heilahduksista katsotaan muodot, kestot ja suunnat. T- ja U-aalloista arvioidaan muoto ja suunta. (Laine 2014.) ST-tasosta tarkastellaan mahdollista nousua tai laskua (Mäkijärvi ym. 2005). Lopuksi arvioidaan QT-ajan kesto (Laine 2014).

Sydämen aktivaation eri vaiheille on olemassa tiettyjä normaaliarvoja. P-aallon eli eteisaktivaation kesto on normaalisti alle 120 ms. PQ-aika kuvaa eteis-kammiosolmukkeen johtumisaikaa, joka on normaalisti 120-200 ms. QRS-aalto eli kammioiden depolarisaatio

on alle 120 ms. QT-aika riippuu pitkälti syketaajuudesta. ST-välissä tarkistellaan muotoa ja korkeutta perusviivaan verraten. ST-välin muutokset liittyvät usein iskemisiin sydänsairauksiin ja kardiomyopatioihin. T-aallosta tarkastellaan sen muotoa ja suuntaa. (Mäkijärvi 2003.)

EKG:n avulla voidaan myös määrittää sydämen sähköinen akseli. Sillä tarkoitetaan suuntaa, johon sähkö kulkee sydämen sisällä pystytasolla. Sähköisen akselin avulla voidaan varmistaa, että johtimet ovat oikeilla paikoillaan ja kulkeeko sähkö sydämässä normaalisti. Sydäntä tarkastelevaa elektrodia kohti suuntautuva impulssi saa EKG:n piirtymään positiivisena ja negatiivisena kun impulssi suuntautuu elektrodista pois päin. Sydämen sähköinen akseli määritetään EKG:n raajakytkennoistä. Normaalisti impulssi lähtee liikkeelle oikean olkapään suunnasta sinussolmukkeesta, joka on oikeassa eteisessä. Sinussolmukkeesta impulssi etenee sydämen kärkeen eli vasemman jalan suuntaan. Normaali sydämen sähköinen akseli on  $-30^{\circ}$  ja  $+90^{\circ}$  välillä. Mikäli sydämen sähköinen akseli suuntautuu oikealle, se on  $+90^{\circ}$  ja  $+180^{\circ}$  välillä. Mikäli akseli suuntautuu vasemmalle, se on  $-90^{\circ}$  ja  $-30^{\circ}$  välillä. Sähköistä akselia voivat muuttaa esimerkiksi haarakekatkokset ja infarktut. (Jormakka & Kettunen 2018.)

## 4 YLEISIMMÄT EKG-LÖYDÖKSET

EKG-rekisteröinnin indikaationa on mitata sydämen rytmiiä ja sydänlihaksen sähköistä toimintaa mahdollisesti häiritsevien tilojen aiheuttamia muutoksia (HUSLAB 2018). Näistä muutoksista piiryy EKG-käyrään tunnusomaisia poikkeavuuksia (Kaukua & Mustajoki 2008). EKG:lla voidaan diagnosoida sydäninfarkti ja seurata sen hoidon tehoa (HUSLAB 2018). EKG:ssä näkyy myös, mikäli potilaalle on asennettu tahdistin. Tahdistimen voi havaita EKG:ssä tahdistuspiikkeinä. (Hartikainen 2014.)

### 4.1 Sinusbradykardia ja sinustakykardia

Sinusbradykardialla tarkoitetaan sydämen hidasyöntisyyttä, joka on lähtöisin sinussolmukkeesta. Bradykardiassa syketaajuus on alle 50 kertaa minuutissa. Hidaslyöntisyyttä voi aiheuttaa sinussolmukkeen toimintahäiriöt, alaseinäinfarktiin liittyvä vegaalinen heijaste tai myrkytys. Hidaslyöntisyys on normaalia levon ja unen aikana, varsinkin urheilijoilla. (Viitasalo 2003b.)

Sinustakykardiassa sydän lyö yli 100 kertaa minuutissa (Mäkijärvi 2003b). Se lähtee normaalisti sinussolmukkeesta kulkien koko matkan johtoradalla. Kovin nopeasta rytmistä voi olla hankala erottaa P-aaltoja. Sinustakykardia voi olla seurausta hapenpuutteesta, kivusta, kuumeesta, ahdistuneisuudesta tai vuotoshokista. (Jormakka & Kettunen 2018.)

### 4.2 Ensimmäisen asteen AV-katkos

Ensimmäisen asteen AV-katkoksessa impulssien kulku eteisistä kammioihin on hidastunut, jonka vuoksi PQ-aika on pidentynyt ollen yli 200 ms (Jormakka & Kettunen 2018). Jokainen impulssi kulkee kuitenkin eteistä kammioihin asti (Jormakka & Kettunen 2018), joten varsinaisesta katkoksesta ei voida puhua (Parikka 2014). Pitkä PQ-aika voi aiheutua viiveestä His-Purkinjen systeemissä, eteis-kammiosolmukkeessa tai molemmissa (Viitasalo 2003a).

Ensimmäisen asteen AV-katkokset ovat usein satunnaislöydöksiä, jotka eivät aiheuta oireita tai häiriöitä peruselintoimintoihin (Jormakka & Kettunen 2018). Syitä hitaammalle impulssin etenemiselle voivat olla johtoradan kalkkeutuminen, jotkin lääkkeet (kuten

beetasalpaajat), johtoradan hapenpuute ja parasympaattisen tonuksen lisääntyminen (Iivanainen ym. 2010). Muita AV-katkoksia on toisen asteen ja kolmannen asteen AV-katkokset, joista 2-asteen katkokset jaetaan Mobitz 1 ja Mobitz 2 tyyppiin (Jormakka & Kettunen 2018).

#### 4.3 Eteisvärinä

Eteisvärinässä eteisten alueen sydänlihassoluissa syntyy yhtäaikaista aktivaatorintamia, jotka tuottavat impulsseja 350-600 kertaa minuutissa, minkä vuoksi eteiset värisevät holtittomasti rytmikkään supistumisen sijasta. Eteis-kammiosolmuke päästää näitä impulsseja läpi siedettävämällä taajuudella, jotta kammiot pystyvät täyttymään. Eteis-kammiosolmukkeen päästämät impulssit tulevat kuitenkin vaihtelevalla rytmillä, joten kammioiden supistumistaajuus on epätasainen. Eteisvärinälle tyypillinen syheröinen perusviiva johtuu eteisten aktivaatorintamista, jotka eivät tuota tunnistettavia P-aaltoja. Epätasaista perusviiva ei aina välttämättä näy, varsinkin kroonisissa tiloissa se on hiipunut jo tasaisemmaksi viivaksi. Perusviivan tasaisuus ei siis poista eteisvärinän mahdollisuutta. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Eteisvärinä on yksi yleisimpiä rytmihäiriöitä. Se saattaa olla potilaalla kroonisena, eli pysyvänä, tai vain usein toistuvana. Potilailla käytetään yleensä hyytymisen estolääkitystä (kuten Marevania) estämään hyytymien muodostumista eteisten korvakkeisiin. (Käypä hoito 2017.) Eteisvärinän syy ei ole aina selkeä, mutta se voi liittyä ainakin sepelvaltimotautiin, sydämen vajaatoimintaan, korkeaan verenpaineeseen, läppävikaan, elektrolyytihäiriöön tai sydänleikkauksen jälkitilaan (Iivanainen ym. 2010).

#### 4.4 Eteislepatus

Eteislepatuksessa eli flutterissa kiertää oikeassa eteisessä 2-4 sähkörintamaa kiertoaktivaationa suurta ympyrää, päästään impulsseja nopeassa mutta tasaisessa tahdissa kammioiden puolelle. Perusviivalla näkyy p-aaltoihiin verrattavia sahalaitaisia F-aaltoja säännöllisellä taajuudella jopa 250-350 minuutissa. Eteis-kammiosolmuke estää kaikkia impulsseja pääsemästä läpi kammioiden. Yleisimmin eteis-kammiosolmuke päästää impulsseja tahdissa 3:1, jolloin jokaista kolmea sahalaitaa kohden on yksi läpipäässyt impulssi joka tuottaa kammiovasteen. Tahti voi olla myös 2:1- tai 2:4-tahti, jotka ovat siis nopeampi ja hitaampi. 1:1-tahti on jo hyvin nopea ja hankalasti erotettavissa muista

nopeista eteisperäisistä rytmeistä. Eteislepatuksen QRS-kompleksit ovat myös kapeita. (Jormakka & Kettunen 2018.) F-aallot havaitaan parhaiten EKG-rekisteröinnistä alaseinäkytkennöistä II, III ja aVF (Raatikainen 2014).

Eteislepatus on eteisvärinän jälkeen toiseksi yleisin eteisperäinen rytmihäiriö. Yleensä potilaalla voi esiintyä sekä eteisvärinää ja eteislepatusta, vaikka niiden perusmekanismit ovatkin erilaiset. (Raatikainen 2014.)

#### 4.5 Eteislisälyönti

Eteislisälyönnillä tarkoitetaan lisälyöntiä, joka on peräisin eteisten alueelta. Se saa alkunsa melko läheltä sinussolmuketta, jolloin se on samanlainen sinuslyönnin kanssa, mutta lyönnin ajankohta on väärä. (Mäkijärvi 2014.) Usein eteislisälyönnit ovat satunnaislöydöksiä (Jormakka & Kettunen 2018), joita esiintyy täysin terveilläkin ihmisillä (Mäkijärvi 2014). Useimmiten ne eivät aiheuta oireita eikä niitä tarvitse hoitaa (Jormakka & Kettunen). Vähäinen lisälyöntisyys on melko yleistä, sitä esiintyy noin 10 % terveysdämisistä (Mäkijärvi 2014).

Eteislisälyönneillä ei ole sydäntautien suhteen varsinaista ennustearvoa. Kuitenkin runsaat eteislisälyönnit voivat olla merkki jostain muusta tautitilasta. (Jormakka & Kettunen 2018.) Joskus eteislisälyönnit voi käynnistää pitkäkestoisen eteisrytmihäiriön, kuten eteisvärinän. Tällöin eteislisälyöntien hoitaminen voi olla kannattavaa. (Mäkijärvi 2014.)

#### 4.6 Kammiolisälyönti

Kammiolisälyönnillä tarkoitetaan ennen aikaista ja poikkeavan muotoista QRS-kompleksia, joka on yleensä normaalia pitkäkestoisempi (yli 120 ms) eikä sitä edellä ennen aikainen P-aalto (Mäkijärvi 2003c). Lisälyönnin jälkeen tulee kompensatorinen tauko ennen seuraavaa normaalia sinusperäistä lyöntiä (Iivanainen ym. 2010). Kammiolisälyönnin muodosta voi päätellä lisälyönnin syntykohdan. Mikäli kammiolisälyönnit ovat keskenään yhdenmuotoisia, katsotaan niiden syntyvät samasta kohdasta kammiota. Keskenään monimuotoiset lyönnit syntyvät todennäköisesti useassa ei paikkaa sydäntä. Negatiivinen QRS-kompleksi kytkennöissä III ja aVF viittaa lisälyönnin synty paikan olevan lähellä sydämen kärkeä. Mikäli I-kytkennän QRS-kompleksi on positiivinen tai isoelektrinen, on lisälyönnin synty paikka todennäköisesti oikeassa kammiossa tai väliseinässä. Mikäli I-



kytkentä on negatiivinen, viittaa se lisälyönnin syntypaikaksi vasemman kammion vapaan seinämän. (Mäkijärvi 2003c.)

Kammiolisälyöntejä esiintyy käytännössä kaikilla ihmisillä joskus. Kammiolisälyönneille altistaa stressi, huonosti nukkuminen ja runsas kahvin juominen. Altistavia tekijöitä on myös normaalia hitaampi sinustaaajuus, jolloin impulssi ei saavu kammioihin riittävän nopeasti. Toisinaan synty voi olla myös ”aktiivinen” lisääntyneen automaation, kiertoaktivaation tai paikallisen impulssinmuodostumishäiriön seurauksena. Kammiolisälyönnit voivat enteillä hoitamattomia verenpainetautia tai alkavaa sydänsairautta, kuten sepelvaltimotautia, läppävikaa tai sydämen vajaatoimintaa. (Huikuri ym. 2002.)

#### 4.7 Vasen haarakatkos

Vasemmassa haarakatkoksessa impulssin kulku on katkennut johtoradan vasemmassa päähaarassa tai molemmissa haarakkeissa. Oikea kammiot aktivoituu ensin, ja aktivoi vasemman kammion kammiolihasen kautta, mikä pidentää QRS-heilahduksen keston yli 120 ms. Oikeanpuoleisissa rintakytkennöissä QRS-heilahduksen alkuaktivaatio voi olla rS- tai QS-tyyppinen sen mukaan, ehtiikö kammiöväliseinä aktivoitua ollenkaan vasemmalta, vai tapahtuuko vasemman kammion aktivoituminen kokonaan oikealta vasemmalle. (Parikka 2003.) V1 ja V2 kytkennöissä näkyy siis leveä ja syvä, useimmiten alaspäin suuntautuva heilahdus. Kytkentöjen I, aVL, V5 ja V6 heilahdus on ylöspäin suuntautunut, leveä ja kärjeltään epätasainen. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Vasemmasta päähaarakkeesta jakautuvat etuhaarake (posteriorinen) ja takahaarake (anteriorinen). Etuhaarakkeen katkosta kutsutaan LAHB, left anterior hemiblock, ja takahaarakkeen katkosta LPHB, Left posterior hemiblock. Lisäksi kyseessä voi olla bifasikaalinen katkos, eli RBBB + LAHB tai LPHB. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Vasen haarakatkos on usein, joskaan ei aina, merkki sydänlihassairaudesta, kuten sepelvaltimotaudista, sydänlihassairaudesta tai läppäviasta. Vasen haarakatkos voi mahdollisesti vaikuttaa sydämen pumppaustehoon ja pahentaa entisestään jo olemassa olevaa sydämen vajaatoimintaa. Vasemman etuhaarakkeen katkos (LAHB) on yleensä harmiton johtumishäiriö. Vasemman takahaarakkeen katkos voi olla jälki sydäninfarktin tekemästä lihassairaudesta. (Kettunen 2018a.)

#### 4.8 Oikea haarakatkos

Oikeassa haarakatkoksessa impulssin kulku on katkennut johtoradan oikeassa haarassa. Vasen kammio aktivoituu normaalisti, ja muodostaa myös kammioden väliseinän massasta suurimman osan, joten QRS-kompleksin alkuaktivaatio näyttää normaalilta. Oikea kammio aktivoituu myöhässä vasemman kammion aktivoitumisen seurauksena. Tämän takia QRS-kompleksiin syntyy oikealle haarakatkokselle tyypillinen R' aalto oikean puolen rintakytkeisiin. (Parikka 2003.) Hyvä muistisääntö onkin, että V1 ja V2 QRS-kompleksit ovat M-kirjaimen malliset. Muita ominaisia muutoksia RBBB:lle on QRS-kompleksin leventyminen eli sen kesto on yli 120 ms, ja S-aalto on leventynyt kytkennöissä I, aVL, V5 ja V6. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Oikeaa haarakatkosta voi esiintyä joskus oireettomana nuorilla tai keski-ikäisillä. Silloin kyseessä on lähes aina terveydellisesti merkityksetön muutos, joka ei vaikuta suorituskykyyn. Oikea haarakatkos sydäimestä kuultavan sivuäänen kanssa voi olla merkki synnynäisestä eteisväliseinäaukosta tai muusta oikovirtausviasta. Keski-ikäiselle ilmaantuva oikea haarakatkos voi enteille eteis-kammiokatkoksen ilmaantumista. Iäkkäämmillä oikean haarakatkoksen ilmaantuminen liittyy usein johonkin sydänsairauteen, kuten sydäninfarktiin tai sydänlihastulehdukseen. (Kettunen ym. 2017.)

#### 4.9 Sydäninfarkti

Sydäninfarkti on sydänlihaskuolio, joka aiheutuu sydänlihaksen hapenpuutteesta. Iske-miaksi kutsutaan sydämen hapenpuutetta ja sydäninfarktin alkuvaihetta, jolloin sydänlihaksessa ei ole vielä kuoliota. (Jormakka & Kettunen 2018.) Mikäli sydäninfarktia ei hoideta ajoissa, kehittyy vauriokohtaan muutamissa tunneissa tai päivissä kuolio. Parantuneesta sydäninfarktista voi jäädä pieni tai suuri arpi sydänlihakseen. Sydänlihaksen hapenpuute johtuu tyypillisimmin sepelvaltimoiden ahtautumisesta tai tukkeutumisesta. Kun suoni tukkeutuu kokonaan, kehittyy infarkti. Tukkeutuminen johtuu valtimon sisäseinään kertyneen kolesterolia sisältävän kovettuman repeytymisestä. Repeytymän paikalle muodostuu verihyytymä joka tukkii suonen. (Kettunen 2018b.)

EKG on sydäninfarktin diagnostiikassa tärkein käytössä oleva laboratoriotutkimus. EKG kertoo iskemisen vaurion laajuudesta, tapahtuma-ajasta, sijainnista sydänlihaksessa ja kehityksestä. EKG:llä voidaan tunnistaa jopa 90% tuoreista infarkteista. Uusiutuvan

infarktin tunnistus herkkyys on heikompi. Hoitopäätökset, kuten pallolaajennus ja liuotushoito tehdään pääosin EKG:n antaman informaation perusteella. (Heikkilä 2003.) Aina EKG-löydös ei ole yksiselitteinen, joten verikokeita voidaan käyttää lisäksi apuna sydäninfarktin toteamisessa (Kaukua & Mustajoki 2008). Monet epäspesifit muutokset sydämässä voivat muistuttaa erehdyttävästi sydäninfarktille tunnusomaisia EKG-muutoksia (Heikkilä 2003).

Sydäninfarkti voidaan jakaa kahteen ryhmään: ST-nousuinfarkti (STEMI) ja sydäninfarkti ilman ST-nousua (NSTEMI). Sepelvaltimoiden ahtautumisen aiheuttaessa rintakipukoh-  
tauksen, puhutaan sepelvaltimotautikohtauksesta. Se voi olla joko STEMI, NSTEMI tai epästabili rintakipukohtaus jolloin sepelvaltimot ei ole kokonaan tukossa, vaan EKG-muutokset ja oireet tulevat jossakin tilanteessa mutta korjaantuu tilanteen ohittuessa. (Jormakka & Kettunen 2018.)

Iskemian alkuvaiheessa sydänlihaksen sähköinen toiminta hidastuu vaurioalueella, joka saa sähköisen toiminnan suuntautumaan vauriosta terveeseen kudoksen suuntaan. Iskemian tai infarktin ensimmäinen muutos tapahtuu T-aallon muodossa, kestäen sekunteja tai minuutteja. T-aallon koko kasvaa, se muuttuu symmetrisemmäksi ja mahdollisesti teräväkärkiseksi. Seuraava muutos on ST-tason nousu eli vauriovirta. ST-tason nousu esiintyy ensimmäisen tunnin tai tuntien aikana. Akuuttivaiheessa voi myös jo näkyä T-aallon inversio, eli alaspäin kääntyminen. T-inversio voi tulla ennen ST-nousua tai ST-nousun kanssa samaan aikaan, vaikka tyypillisesti se on vasta myöhemmässä vaiheessa ilmaantuva oire. Kun hapenpuute on kestänyt riittävän kauan, aiheutuu pysyvä ja korjautumaton sydänlihaskuolio. ST-taso voi normalisoitua ja mahdollinen T-inversio hävitä, mutta Q-aaltoon jää merkki pysyvästä vauriosta. Sydänlihaskuolion takia impulssi ei pääse kulkemaan eteenpäin, vaan joutuu kiertämään kuolioituneen alueen. EKG:ssä se näkyy Q-aallon leventymisenä (yli 40 ms) ja Q- tai QR-aaltona jossa Q-aallon syvyys on vähintään 1/3 osaa R-piikin korkeudesta. Kuolion laajuudesta ja sijainnista riippuen, Q-aallon muutos saattaa jäädä pysyväksi EKG-muutokseksi. (Jormakka & Kettunen 2018.)

St-nousu mitataan niin kutsutusta J-pisteestä. J-piste on kohta, jossa QRS-heilahdus kääntyy ST-väliksi. ST-tason korkeus mitataan millimetreissä. Miehillä J-piste on yleisemmin kohonnut kuin naisilla, minkä takia miehillä ja naisilla on rintakytkennoissä erilaiset diagnostiset kriteerit ST-nousuinfarktille. (Jormakka & Kettunen 2018.)

#### 4.10 Tahdistin

Jos potilaalla on tahdistin, nähdään tahdistimen aiheuttamat jännitepiikit EKG:ssä tahdistuspiikkeinä. Eteisiä tahdistuksessa tahdistuspiikki tulee ennen P-aaltoa, ja kammioita tahdistuksessa ennen QRS-kompleksia. (Hartikainen 2014.) Tahdistimen takia sydänlihaksen aktivaatio on erilainen kuin sydämen luontainen aktivaatio. Tämän takia tahdistustavasta riippuen P-aalto tai QRS-kompleksi (tai molemmat) piirtyy poikkeavan näköisenä. (Pakarinen & Oksanen 2003.)

Sydämentahdistimia käytetään oireisen hidasyöntisyyden ja sydämen vajaatoiminnan hoitoon, eteisvärinän estoon ja hoidetaan henkeä uhkaavia kammioperäisiä rytmihäiriöitä. Sydämentahdistimien tavoitteena on palauttaa normaali sykkeen vaihtelu ja eteisten ja kammioden yhteistoiminta. Tahdistimia on erilaisia, riippuen mitä sen pitää tahdistaa. Osa tahdistimista tahdistaa eteisiä, kammioita tai molempia. Sykettä vaihtava tahdistin seuraa tunnistimen avulla potilaan aktiivisuutta, jolloin se voi tarvittaessa nostaa sykettä rasituksen aikana. Rytmihäiriötahdistimien tarkoituksena on pysäyttää tiheäyöntisiä rytmihäiriöitä antamalla pysäyttävä isku elektrodilla. (Linnaluoto & Raatikainen 2003.)

## 5 OPPIMATERIAALI

Oppimateriaali on tiettyyn opintojaksoon ja opintotavoitteisiin muokattu kokonaisuus (Karjalainen, n.d.). Laadukas oppimateriaali tukee oppimista. Oppimateriaalin sisältämän tiedon täytyy olla merkityksellistä, se ei saa olla vanhentunutta (Opetushallitus 2012) ja sen täytyy perustua tieteellisiin faktoihin (Ekonoja 2014). Opetusmateriaalia tehdessä täytyy kohderyhmä huomioida, jotta opetusmateriaalista tulee sopivan haastava ja hyödyllinen (Opetushallitus 2012). Laadukas oppimateriaali motivoi oppijaa. Oppimateriaalia tehdessä on myös otettava oppimistavoitteet huomioon, sisältö on suhteutettava tavoitteisiin ja rajattava sen mukaan. Laadukas kuvitus oppimateriaalissa tukee tekstiä ja voi tuoda uusia näkökulmia. (Ekonoja 2014). Laadukasta oppimateriaalia voi käyttää joustavasti oppijan osaamisen tason, kiinnostuksen ja tarpeiden mukaan. Laadukas oppimateriaali tukee yhteisöllistä, pitkäkestoista työskentelyä ja aktivoi oppijan omaa ajattelua, keskittyy opittavan ilmiön tärkeimpiin asioihin ja tukee oppimisen taitojen kehittämistä. (Opetushallitus 2012.)

Oppimateriaalin laatuun vaikuttavat esimerkiksi sisällön tarkoituksenmukainen rajaus, kohderyhmän tuntemus, tekijöiden asiantuntemus, oppimiskäsitys sekä viestinnän ja ilmaisun hallinta. Kaikkien oppimateriaalien tavoitteena on saada aikaan oppiminen, jolloin oppimateriaalin laatua voidaan arvioida oppimistuloksilla. Kuitenkin oppiminen on monisyinen prosessi, jolloin oppimateriaalin osuutta koko prosessista on vaikea osoittaa. (Opetushallitus 2006.)

## 6 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä laadukas oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoiden käyttöön, jotka suorittavat harjoitteluaan Tyksin kliinisen fysiologian osastolla. Oppimateriaalin on tarkoitus sisältää teoriaa EKG:stä ja yleisimmistä löydöksistä. Opinnäytetyön sisällöksi toivottiin sydämen sähköinen toiminta, EKG-kytkennät, R-aallon progressio, EKG-vakioinnit, elektrodien paikat, sykkeen laskeminen filmistä ja EKG-artefaktat. Löydöksistä toivottiin käsiteltävän ainakin eteisvärinä, eteislepatus, eteislisälyönti, kammiolisälyönti, takykardia, bradykardia, vasen ja oikea haarakatkos, 1°AV-katkos ja sydäninfarkti.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on, että kliinisen fysiologian osaston bioanalyttikko-opiskelijat oppivat paremmin EKG:n teoriaa, jolloin he osaavat ottaa laadukkaan EKG-rekisteröinnin ja tulkita EKG-tulosteista yleisimpiä löydöksiä. Vaikka EKG:n tulkinta on lääkärin tehtävä, on potilaan etu, jos hoitaja pystyy tunnistamaan välittömästi hoitoa vaativat löydökset EKG:stä, jolloin potilas pääsee heti hoitoon.

## 7 OPINNÄYTETYÖN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyön toimeksiantaja toivoi sisällöksi sydämen sähköistä toimintaa, EKG-kytkentöjä, R-aallon progressiota, EKG-vakioinnit, elektrodien paikat, sykkeen laskeminen filmistä ja EKG-artefaktit. Löydöksistä toivottiin käsiteltävän ainakin eteisvärinä, eteislepatus, eteislisälyönti, kammiolisälyönti, takykardia, bradykardia, vasen ja oikea haarakatkos, 1<sup>o</sup>AV-katkos ja sydäninfarkti. Mallitulosteet EKG-löydöksistä kerättiin opinnäytetyön tekijöiden syventävä erikoisalanosaaminen -harjoittelujakson aikana keväällä 2018 kliinisen fysiologian osastolla. Opinnäytetyönsuunnitelma hyväksyttiin kesäkuussa 2018, jonka jälkeen ryhdyttiin tekemään tuotosta eli opetuskansiota. Syksyllä 2018 kirjoitettiin opinnäytetyön raporttiosuus.

Oppimateriaali päätettiin toteuttaa paperisena versiona sähköisen sijasta. Toimeksiantajan vanha EKG-oppimateriaali on ollut osaston EKG:n rekisteröinti huoneessa kansiona. Tämä on ollut hyväksi todettu tapa, sillä opiskelijalla ei ole aina mahdollisuutta päästä tietokoneelle. Kansion muodossa oleva materiaali on lisäksi aina nopeasti saatavilla. Oppimateriaalia tehdessä on pyritty järkevästi etenevään sisältörakenteeseen. Löydössivut pyrittiin sommittelemaan niin, että aina samalle aukeamalle saatiin yhden löydöksen teoriaosuus ja mallilöydöskuvat. Mallilöydöksiin tehtiin tarvittaessa havainnollistavia korostuksia värillisin merkinnöin.

### 7.1 Opinnäytetyön metodologiset lähtökohdat

Toiminnallisessa opinnäytetyössä syntyy jokin tuotos eli tapahtuma, tuote, opas tai ohjeistus. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on myös hyvä olla toimeksiantaja. (Airaksinen & Vilka 2003.) Työ perustetaan aiempaan tietämykseen, joka muodostuu erilaisista lähteaineistoista saatuun tietoperustaan (Turun ammattikorkeakoulu 2018). Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen, sillä lopputuotoksena syntyy oppimateriaali. Oppimateriaali on tiettyyn opintojaksoon- ja tavoitteisiin soveltuva kokonaisuus (Karjalainen, n.d.). Laadukkaalla oppimateriaalilla tuetaan yksilön oppimista (Opetushallitus 2012). Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Tyksin kliinisen fysiologian osasto.

## 7.2 Opinnäytetyön eettiset lähtökohdat

Hyviä tieteellisiä käytäntöjä on noudattaa rehellisyyttä, huolellisuutta ja tarkkuutta tutkimusta tehdessä. Aikaisempiin tutkimuksiin asianmukaisesti viittaamalla kunnioitetaan toisia tutkijoita. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Tämä opinnäytetyö tehtiin hyvien tieteellisten käytäntöjen edellyttämällä tavalla. Työtä tehdessä ei plagioitu, millä kunnioitetaan toisten aiemmin tekemää työtä. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on osa Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiriä, joten tähän opinnäytetyöhön voitiin käyttää Turun ammattikorkeakoulun hakemaa tutkimuslupaa Työelämäyhteistyön ja opetusmenetelmien kehittäminen bioanalytikkokoulutuksessa, TurkuCRC T163/2017.

Opetusmateriaaliin kerättiin malliesimerkkejä erilaisista EKG-löydöksistä ja artefakteista. Opinnäytetyön tekijät keräsivät kyseiset EKG-tulosteet Tyksin kliinisen fysiologian osastolla. Henkilötiedot poistettiin keräyshetkellä tulosteista, joten potilaan henkilöllisyys ei käy niistä ilmi. EKG-rekisteröinnistä saatava tuloste menee normaalisti tietosuojajätteesseen, sillä lääkäri saa siitä sähköisen version. Täten tulosteiden keräämisestä ei aiheudu haittaa potilaan hoidon kannalta.



## 8 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tuotoksena syntyi EKG-oppimateriaali bioanalyttikko-opiskelijoille Tyksin kliinisen fysiologian osastolle. Oppimateriaalista tuli tiivis mutta kaiken olennaisen sisältävä kokonaisuus opiskelijoiden käyttöön ensisijaisesti kliininen laboratoriotyöosaaminen -harjoittelujaksolle. Työn tavoitteena oli, että bioanalyttikko-opiskelijat oppivat paremmin EKG:n teoriaa, jolloin he osaavat ottaa laadukkaan EKG-rekisteröinnin ja tulkita EKG-tulosteista yleisimpiä löydöksiä. Opinnäytetyö valmistui suunnitellussa aikataulussa.

Haasteita asetti aiheen laajuus, sillä tietoa EKG:stä on paljon tarjolla, eikä mitään olisi malttanut jättää pois. Aiheet pyrittiin rajaamaan toimeksiantajan toiveiden ja kliininen laboratoriotyöosaaminen -harjoittelujakson mukaan, muistaen että oppimateriaalin käyttäjillä on jo jonkinlainen tietopohja EKG:stä. Oppimateriaalin tehtävä on auttaa kertaamaan ja opettamaan pääpiirteitä mahdollisesti uusista asioista.

Keskeisessä roolissa työssä on mallitulosteet EKG-löydöksistä. Tulosteiden kerääminen onnistui hyvin, ja saimme kaikista työssä esitellyistä löydöksistä ja artefakteista hyvät mallitulosteet. Pyrimme käyttämään vain sellaisia tulosteita, joissa löydös näkyi tyypillisenä ja joissa ei ollut kyseisen löydöksen lisäksi muita löydöksiä.

Opinnäytetyön luotettavuutta parannettiin näyttämällä EKG-löydösten mallitulosteet Tyksin kliinisen fysiologian osaston lääkärille, joka varmisti löydökset oikeiksi. Lisäksi työssä käytettiin luotettavia ja mahdollisimman tuoreita lähteitä. Oppimateriaaliin valittiin kuvituskuvat pitkälti yhdestä samasta lähteestä, johtuen kuvien selkeydestä ja hyvästä laadusta.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli opettavainen prosessi. EKG:hen liittyy paljon teoriaa, ja löydöksistä ymmärtääkseen on pakko ymmärtää jonkin verran myös sydämen sähköisestä toiminnasta. Tämä työ vahvisti tekijöiden tietoa kaikista näistä. Kun perusasiat ovat vahvasti hallinnassa, on uusia ja spesifimpiä asioita helpompi oppia. Teoriasta ymmärtäminen tekee myös EKG:n rekisteröinnistä mieluisampaa rekisteröijän tiedonpuutteesta johtuvan epävarmuuden vähentyessä.

Jatkotutkimusaiheiksi sopisi oppimateriaalin teko syventävä erikoisalan osaaminen -harjoittelujaksolle, jossa voitaisiin käydä läpi EKG-rekisteröinnin erikoistilanteita kuten Mason-Likar -kytkennät, lasten EKG ja poikkeustilanteet EKG-rekisteröinnissä. Löydöksistä

ainakin toisen ja kolmannen asteen AV-katkokset, LVH ja WPW-oireyhtymä. Sydäninfarkti osoittautui laajaksi aihealueeksi, mutta sen ymmärtäminen olisi EKG-rekisteröijälle mielenkiintoista ja itsevarmuutta rekisteröijänä lisäävä tekijä. Sydäninfarktin kehittyminen ja sen vaiheiden näkyminen EKG:ssä olisi siitäkkin syystä tarpeellinen materiaali, että useimmiten EKG-laitteen antamat väärät diagnoosit liittyvät juurikin sydäninfarktiin.

Mikäli EKG-laitteissa tai rekisteröintitarvikkeissa ja -menetelmissä tulee muutoksia, voi toimeksiantaja joutua päivittämään joitakin oppimateriaalin yksittäisiä kohtia. Perusteoria sydäimestä ja sen löydöksistä kuitenkin säilyy, joten oppimateriaalin pitäisi olla melko pitkäikäinen palvelija.

## LÄHTEET

Aaltonen, M.; Hernesniemi, S. & Pihlaja, O. 2016. Sydän paikallaan anatomia ja fysiologia. Helsinki: Sanoma Pro oy.

Airaksinen, T. & Viikka, H. 2003. Toiminnallinen oppinäytetyö. Helsinki: Tammi.

Ekonoja, A. 2014. Oppimateriaalien kehittäminen, hyödyntäminen ja rooli tieto- ja viestintäteknikan opetuksessa. Väitöskirja. Tietotekniikan laitos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Viitattu 19.11.2018. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/44175>

Eteisvärinä. Käypä hoito -suositus. 2017. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 1.11.2018. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50036#R11>

Hartikainen, J. 2014. Tahdistinhoidon periaatteet hitaan sydämen tahdistuksessa. Sydänsairaudet. Duodecim. Viitattu 15.11.2018. [http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00255](http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00255)

Heikkilä, J. 2003. Infarkti-EKG:n synty. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.

Huikuri, H.; Raatikainen, P. & Yli-Mäyry, S. 2002. Miten tutkin ja hoidan kammiolisälyöntejä. Duodecim. Viitattu 18.11.2018. <https://www.terveyskirjasto.fi/xmedia/duo/duo92731.pdf>

HUSLAB. 2018. EKG, 12 kytKentää levossa. Tutkimusohjekirja. Viitattu 7.12.2018. <https://huslab.fi/ohjekirja/1270.html>

Iivanainen A.; Jauhiainen M. & Syväoja P. 2010. Sairauksien hoitaminen. Terveyttä edistäen. Keuruu: Tammi.

Jevon, P. 2010. Procedure for recording a standard 12-lead electrocardiogram. British Journal of Nursing. vol 19. no 10. Viitattu 6.11.2018. <http://web.a.ebsco-host.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=30f07dbe-e4ad-4564-9894-3bfd888ff207@sessionmgr4008>

Jormakka, J & Kettunen, J. 2018. EKG akuutihoidossa. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Karjalainen, K. N.d. Laadukasta verkko-oppimateriaalia tuottamassa. Lappeenrannan teknillisen yliopiston oppimiskeskus. Viitattu 5.11.2018. [http://www.oppi.uef.fi/uku/vopla/tiedostot/Laatukasi-kirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa\\_final.pdf](http://www.oppi.uef.fi/uku/vopla/tiedostot/Laatukasi-kirja/Oppimateriaali/laadukasta%20verkko-oppimateriaalia%20tuottamassa_final.pdf)

Kaukua, J. & Mustajoki, P. 2008. EKG (sydänfilmi). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Duodecim. Viitattu 2.11.2018. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03210](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03210)

Kaukua, J. & Mustajoki, P. 2008. Sydänsairauksia, joissa EKG:stä on hyötyä. Laboratoriotutkimusten tulkinta. Duodecim. Viitattu 2.11.2018. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03211](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03211)

Kettunen, R.; Leppäluoto, J.; Lätti, S.; Rintamäki, H.; Vakkuri, O. & Vierimaa, H. 2017. Anatomia ja fysiologia: rakenteesta toimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy 2017. 7., uudistettu painos.

Kettunen, R. 2018a. Sydämen haarakatkos (RBBB ja LBBB). Lääkärikirja Duodecim. Duodecim. Viitattu 25.11.2018. [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00920](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00920)

Kettunen, R. 2018b. Sydäninfarkti ja sydänkohtaus. Lääkärikirja Duodecim. Duodecim. Viitattu 15.10.2018. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00086](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00086)

- Laine, M. 2014. Sydänsairaudet. Sydänfilmi eli EKG. Duodecim. Viitattu 5.11.2018. [http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00195](http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00195)
- Linnaluoto, M. & Raatikainen, P. 2003. Pysyvä tahdistin leikkauspotilaalla. FINNANEST. Viitattu 15.11.2018. [http://www.finnanest.fi/files/a\\_raatikainen.pdf](http://www.finnanest.fi/files/a_raatikainen.pdf)
- Mustajoki, P. & Kaukua, J. 2008. EKG (sydänfilmi). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Duodecim. Viitattu 30.10.2018. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03210](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03210)
- Mäkijärvi, M. 2003. EKG:n rekisteröinti ja tulkinta. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.
- Mäkijärvi, M. 2003b. Epänormaali sinustakykardia. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.
- Mäkijärvi, M. 2003c. Kammiolisälyönnit. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.
- Mäkijärvi, M.; Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005. EKG:n tulkinnan periaatteet. EKG. EKG-tulkinnan lähtökohdat. Duodecim. Viitattu 5.11.2018. <https://www.terveysportti.fi/dtk/aho/koti>
- Mäkijärvi, M. 2014. Sydänsairaudet. Eteislisälyönnit. Duodecim. Viitattu 15.11.2018. [http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00348](http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00348)
- Opetushallituksen työryhmä. 2006. Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit. Opetushallitus. Viitattu 5.11.2018. [http://www.oph.fi/download/47132\\_verkko-oppimateriaalin\\_laatukriteerit.pdf](http://www.oph.fi/download/47132_verkko-oppimateriaalin_laatukriteerit.pdf)
- Opetushallitus. 2012. Laatusuhteita e-oppimateriaaleihin. Viitattu 5.11.2018. [https://www.oph.fi/download/144415\\_Laatusuhteita\\_e-oppimateriaaleihin\\_2.pdf](https://www.oph.fi/download/144415_Laatusuhteita_e-oppimateriaaleihin_2.pdf)
- Pakarinen, S & Oksanen, T. 2003. Tahdistinpotilas yleislääkärin vastaanotolla. Duodecim. Viitattu 15.11.2018. <https://www.duodecimlehti.fi/api/pdf/duo93605>
- Parikka, H. 2003. Haarakatkokset. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.
- Parikka, H. 2014. Sydänsairaudet. Eteis-kammiojohtumisen häiriöt. Duodecim. Viitattu 18.11.2018. [http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00386](http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00386)
- Raatikainen, P. 2014. Sydänsairaudet. Eteislepatustyytit ja eteislepatuksen toteaminen. Duodecim. Viitattu 15.11.2018. [http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p\\_artikkeli=syd00365](http://www.ebm-guidelines.com/dtk/syd/avaa?p_artikkeli=syd00365)
- Riski, H. 2004. EKG-rekisteröinti. Turun yliopiston julkaisu – Annales Universitatis Turkuensis. Sarja – ser. C osa – tom. 215. Väitöskirja. Lääketieteellinen tiedekunta. Turku: Turun yliopisto.
- Thaler, M. 2007. The only EKG book you'll ever need. Lippincott Williams and Wilkins.
- Turun ammattikorkeakoulu. 2018. Opinnäytetyön lajit. Opiskelu. Turun ammattikorkean intranet Messi. Viitattu 14.11.2018. <https://messi.turkuamk.fi/opiskelu/9/Sivut/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6n-vaiheet.aspx>
- TUTKIMUKSEEN.FI. N. d. Sydänsähkökäyrä EKG. Viitattu 2.11.2018. <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/eri-tutkimuksia/yleisimm%C3%A4t-kuvantamistutkimukset/syd%C3%A4ns%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4yr%C3%A4-ekg>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 30.10.2018. [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

Viitasalo, M. 2003a. Eteis-kammiokatkos. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.

Viitasalo, M. 2003b. Sinusrytmin häiriöt. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim.