



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

EKG-REKISTERÖINTI

Perehdytysmateriaali ja yleisimmät löydökset

Satu-Maria Rantala

Emilia Vuorimaa

Opinnäytetyö
Elokuu 2017
Bioanalytikkokoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Bioanalytikkokoulutus

RANTALA, SATU-MARIA & VUORIMAA, EMILIA:
EKG-rekisteröinti
Perehdytysmateriaali ja yleisimmät löydökset

Opinnäytetyö 66 sivua
Elokuu 2017

EKG eli elektrokardiografia on yksi yleisimmistä potilaille tehtävistä tutkimuksista. Tutkimuksen menetelmä perustuu sydämen sähköiseen toimintaan ja sen vaihteluun. Sydänlihaksen aktivoitumiseen ja lepotilaan palautumiseen liittyvät sähkökentän muutokset piirtyvät EKG:ssä käyräksi, jolloin aaltojen järjestyksestä sekä niiden muodosta ja kestosta saadaan paljon erilaista informaatiota. EKG-tutkimus auttaa saamaan käsityksen sydämen rytmistä, syketaajuudesta ja sen vaihteluista, sydämen johtoradan toiminnasta, sydänlihaksen hapensaannista, mahdollisen vaurioalueen koosta ja sijainnista sekä sydämen seinämien liikakasvusta. EKG-rekisteröinti on suoritettava oikeaoppisesti, jotta saatuihin tuloksiin voidaan luottaa. Tutkimuksen suorittajan on huolehdittava vakioinneista, tunnistettava mahdolliset artefaktat sekä havaittava välitöntä hoitoa vaativat löydökset.

Opinnäytetyön aiheena oli luotettavan EKG-rekisteröinnin suorittaminen sekä yleisimpien löydösten tunnistaminen. Tarkoituksena oli laatia selkeä ja informatiivinen opas perehdytysmateriaaliksi laadukkaan EKG:n ottamiseen ja tulkintaan. Opas sisältää esimerkkejä yleisimmistä löydöksistä, joita kliinisen fysiologian osaston tutkimuksissa tulee vastaan. Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimi Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen kliinisen fysiologian osasto. Opinnäytetyön tavoitteena oli kattavan perehdytysmateriaalin avulla varmistaa EKG-rekisteröinnin laadun toteutuminen sekä auttaa uutta työntekijää toimimaan EKG-rekisteröintityöpisteellä mahdollisimman virheettömästi.

EKG-rekisteröinnin perehdytysmateriaalin suunnittelu ja valmistaminen toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä. Työhön sisältyy raporttiosuus sekä tuotoksena perehdytysmateriaali eli opas. Tuotos on Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen kliinisen fysiologian työntekijöiden käytössä, perehdytysmateriaalina uusilla työntekijöillä sekä opimateriaalina terveystieteen opiskelijoilla.

Asiasanat: EKG, elektrokardiografia, perehdytysmateriaali, perehdyttäminen, laatu

ABSTRACT

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

RANTALA, SATU-MARIA & VUORIMAA, EMILIA:
ECG recording
Orientation Material and the Most Common ECG Findings

Bachelor's thesis 66 pages
August 2017

ECG, also known as electrocardiography, is one of the most common examinations performed on patients. The method of examination is based on the electrical activity of the heart and its variation. With ECG, the activation of the myocardium and its reversion to a diastole are drawn as a curve, which yields pervasive information from the order, shape and duration of the observed waves. ECG examination helps understanding the rhythm of the heartbeat, the heart rate and its variation, the functioning of the electrical conduction of the heart and the size and location of the potential areas of injury. To receive reliable results, the ECG registration should be executed properly. The examiner should consider the relevant standardisations and recognise possible artifacts and findings requiring immediate medical attention.

The subject of this study was the reliability of ECG recording and the identification of the most common ECG findings. The purpose of this study was to create an unambiguous and informative guide to be used as employee orientation material to ensure the recording of a high-quality ECG and recognition of the most common ECG findings. The guide includes examples of the most significant changes in the ECG performed in the clinical physiology examinations.

This study was requested by the Clinical Physiology Department of the Imaging Centre And Pharmacy. This study had a functional approach, involving the design and preparation of the introductory guide and a written report. The guide is intended to be used by the new employees of the Clinical Physiology Department of the Imaging Centre And Pharmacy as well as the students of the biomedical laboratory science.

Key words: ECG, electrocardiography, orientation material, orientation, quality

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄ.....	7
3	OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT	8
4	PEREHDYTYSMATERIAALI	9
4.1	Perehdyttämisen suunnittelu	10
4.2	Perehdytysmateriaalin vaatimukset	10
4.3	Visuaalinen suunnittelu.....	11
5	SYDÄMEN TOIMINTA	13
5.1	Sydän osana verenkiertojärjestelmää.....	13
5.2	Sydämen anatomia ja fysiologia	15
5.3	Johtoratajärjestelmä	16
6	EKG-REKISTERÖINTI	18
6.1	EKG-käyrät.....	19
6.2	EKG-rekisteröinnin suoritus	22
6.2.1	Esivalmistelu	22
6.2.2	Vakioinnit.....	22
6.2.3	Ihonkäsittely	23
6.2.4	Elektrodien sijainnit	25
6.2.5	Kalibrointi ja piirtonopeus	27
6.3	Kytkenät.....	28
6.3.1	Unipolaariset ja bipolaariset kytkenät.....	29
6.3.2	Kytkenät tarkastelun apuna	30
7	EKG-REKISTERÖINNIN TARKASTELU	31
7.1	Normaali EKG	31
7.2	EKG:n systemaattinen tulkinta	32
7.3	EKG-Artefaktat.....	34
7.3.1	EKG-virheet	35
7.3.2	EKG-häiriöt.....	36
8	EKG:N YLEISIMMÄT LÖYDÖKSET.....	39
8.1	Johtumishäiriöt.....	39
8.1.1	Haarakatkokset.....	40
8.1.2	Eteis-kammiokatkokset.....	41
8.2	Rytmihäiriöt	43
8.2.1	Muutokset sinusrytmissä.....	44
8.2.2	Lisälyönnit	45
8.2.3	Eteisvärinä.....	47

8.2.4	Eteislepatus	47
8.2.5	Kammiotakykardia	48
8.2.6	Kammiovärinä	49
8.3	Tahdistimen aiheuttamat muutokset	50
8.4	QT-ajan muutokset	51
8.5	Iskemia- ja infarktimuutokset	51
8.5.1	ST-nousuinfarkti	53
8.5.2	Ei-ST-nousuinfarkti	53
8.6	Infarktin tarkempi tarkastelu	53
8.6.1	Infarktin eteneminen	54
8.6.2	Infarktia muistuttavat tilat	55
9	OPINNÄYTETYÖN PROSESSI	56
10	POHDINTA	59
	LÄHTEET	62

1 JOHDANTO

EKG eli elektrokardiografia on yksi yleisimmistä potilaille tehtävistä tutkimuksista. EKG-rekisteröinti auttaa selvittämään sydämen johtoratajärjestelmän sekä sinussolmukkeen toimintaa. Sydämen sähkökentän muutokset piirtyvät EKG-rekisteröinnissä käyräksi, jolloin aaltojen muodosta, järjestyksestä ja kestosta saadaan paljon erilaista informaatiota. (Mäkijärvi & Heikkilä 2003, 16-17.) EKG-rekisteröinnin suorittajan on osattava teknisesti laadukkaan EKG-rekisteröinnin suoritus, jotta saadut tulokset ovat luotettavia. Rekisteröijän on huolehdittava vakioinneista, tunnistettava mahdolliset artefaktat sekä havaittava välitöntä hoitoa vaativat löydökset. Tässä työssä käytetään jatkossa lyhennettä EKG, termin elektrokardiografia sijaan.

Opinnäytetyön aiheena on laatia selkeä ja informatiivinen perehdytysmateriaali EKG:n ottamiseen ja tulkintaan Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen klinisen fysiologian osastolle. Perehdytysmateriaali eli opas sisältää esimerkkejä yleisimmistä löydöksistä, joita klinisen fysiologian osaston tutkimuksissa tulee vastaan. Opas suunnataan klinisen fysiologian työntekijöille sekä oppimateriaaliksi terveysalan opiskelijoille. Perehdytyksen avulla pystytään tuottamaan laadukkaampia EKG-rekisteröintejä, jolloin saadaan varmistettua rekisteröintien luotettavuus.

Toimeksiantajana opinnäytetyöllemme toimii Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen klinisen fysiologian osasto. Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos on Pirkanmaan sairaanhoitopiiriin kuuluva liikelaitos, jonka palveluksessa työskentelee yli 400 henkilöä. Organisaatio tuottaa radiologian, klinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen sekä klinisen neurofysiologian tutkimuksia terveydenhuollon yksiköille ja potilaille. Klinisen fysiologian osaston tutkimuksiin kuuluu muun muassa lepo-EKG, EKG:n ja verenpaineen pitkäaikaisrekisteröinnit sekä erilaiset keuhkojen, ruuansulatuskanavan ja hermoston tutkimukset. Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos vastaavat myös Pirkanmaan julkisen terveydenhuollon yksiköiden lääkehuollosta. (Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos 2016.)

2 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN MENETELMÄ

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella ja valmistaa perehdytysmateriaali EKG-rekisteröintiin. Työhön sisältyy raporttiosuus sekä tuotoksena perehdytysopas. Kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö. Perehdytysmateriaali on opas työelämään, joka sisältää perusteet EKG-rekisteröintiin sekä yleisimpien löydöksen tunnistuskriteerit. Menetelmän valinta oli selkeä, koska tarkoituksena on tuottaa kattava perehdytys EKG:n työtavoista ja tulkinnasta työelämälle.

Toiminnallisen opinnäytetyön toteuttamistapa voi olla omasta aiheesta ja alasta riippuen fyysinen tuotos eli kirja, kansio, vihko, opas, video, kotisivut, järjestetty näyttely tai tapahtuma. Opinnäytetyötä tehtäessä on otettava huomioon kohderyhmän asettamat vaatimukset, kuten ikä, asema sekä aikaisempi tietämys aiheesta. Toiminnallisessa opinnäytetyössä on tärkeää, että käytännön toteutus ja raportointi yhdistyvät tutkimusviestinnän keinoin. (Vilka & Airaksinen 2003, 9.) Toiminnalliseen opinnäytetyöhön kuuluu fyysisen tuotoksen lisäksi raporttiosuus, jota kirjoitetaan toiminnallisen osuuden ohessa. Raportti toimii näytteenä opiskelijan ammatillisesta kehittymisestä, sivistyksestä, tiedoista ja taidoista. (Vilka 2006, 76-77.)

Aiheeseen liittyviin lähteisiin perehdytään huolellisesti ennen teoriaosuuden kirjoittamista sekä perehdytysmateriaalin tuottamista. Opinnäytetyössä käytetään mahdollisimman ajantasaisia sekä luotettavia lähteitä. Kirjallisuutta valittaessa on otettava huomioon lähdekriittisyys. Raporttiosuudessa käytetään mahdollisimman paljon alkuperäisiä lähdemateriaaleja.

Opinnäytetyöprosessin aikana noudatetaan hyvää tieteellistä käytäntöä sekä huolehditaan tietosuojan toteutumisesta ja kuvien käyttöoikeuksista. Aikaansaatu tuotos annetaan luettavaksi muille opiskelijoille sekä klinisen fysiologian osaston työntekijöille palautteen saamiseksi. Tämän jälkeen perehdytysmateriaali voidaan viimeistellä lopulliseen muotoonsa.

3 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TEHTÄVÄT

Opinnäytetyön tavoitteena on kattavan perehdytysmateriaalin avulla varmistaa EKG-rekisteröinnin laadun toteutuminen sekä auttaa uutta työntekijää toimimaan EKG-rekisteröintityöpisteellä mahdollisimman virheettömästi. Perehdytysmateriaali auttaa myös opiskelijoita sisäistämään EKG-rekisteröinnin perusteet sekä tunnistamaan rekisteröinnistä yleisimpiä virhelähteitä ja löydöksiä.

Tarkoituksena on tuottaa sähköisessä sekä paperisessa muodossa oleva perehdytysmateriaali työelämään. Perehdytysopas sisältää perusteita EKG-rekisteröinnistä sekä opastusta rekisteröinnin suorittamiseen mahdollisimman virheettömästi. Perehdytysmateriaalissa käsitellään myös esimerkkejä virhelähteistä sekä yleisimmistä löydöksistä. Materiaaliin sisällytetään mahdollisimman paljon havainnollistavia kuvia EKG-käyristä, jotka helpottavat erilaisten löydöksiä tunnistamista. Perehdytysmateriaali on informatiivinen, selkeä ja helppolukuinen, jotta sen hyödyntäminen työpisteellä olisi mahdollisimman vaivatonta. Materiaalin toteutuksessa panostetaan erityisesti työn visuaalisuuteen ja yleisilmeseen, jotta tuotos olisi mahdollisimman houkutteleva ja helposti lähestyttävä.

Tutkimustehtävät:

- Millainen on hyvä perehdytysmateriaali?
- Miten varmistetaan EKG-rekisteröinnin laatu?
- Mitkä ovat yleisimmät löydökset EKG-tutkimuksissa?

4 PEREHDYTYSMATERIAALI

Perehdyttämistä ja työnopastusta tarvitaan työpaikan vaihtuessa, mutta myös työtehtävien tai -menetelmien muuttuessa. Perehdyttäminen on tukena olemista, kunnes yksilö on varma omasta tekemisestään ja toiminnastaan. Hyvä perehdytys auttaa uutta tulokasta tai muutoksiin perehdytettävää työntekijää kykenemään mahdollisimman pian itsenäiseen työskentelyyn. Hyvin suunniteltu perehdytys takaa laadun säilymisen sekä osaltaan auttaa parantamaan organisaation yrityskuvaa. Perehdytyksen tulisi aina koskea kaikkia, oli sitten kyseessä työpisteen vaihtaminen, opiskelijan harjoittelujakso tai tilanne, jossa yksilö itse kokee tarvitsevansa jo opitun kertaamista tai muistinvirkistystä. (Kangas & Hämäläinen 2007, 1; Viitala 2003, 259.)

Perehdyttäminen luo myös edellytyksiä työntekijän kunnossa pysymiselle ja tyytyväisyydelle. Mikäli työntekijä sairastaa vähemmän ja haluaa osaltaan edesauttaa työn tuottavuutta, perehdyttämisellä on myös suuri kansantaloudellinen merkitys. (Kupias & Peltola 2009, 20.) Työnopastus on tärkeä osa perehdyttämistä, koska työvälineiden käytön opettaminen ja oikeaoppinen hyödyntäminen auttavat parantamaan työtulosta (Kjelin & Kuusisto 2003, 234). Tehokkuuden lisäksi kattavan perehdytyksen avulla voidaan varmistaa työergonomian parempi toteutuminen. Huolellisen opastuksen avulla voidaan myös välttää esimerkiksi laitteiden virheellinen käyttö ja näin parantaa työturvallisuutta. Työturvallisuuslaki vaatii työnantajaa antamaan työntekijälle riittävän perehdytyksen työhön, työssä käytettäviin työvälineisiin ja täydentämään työntekijälle annettua opetusta ja ohjausta tarvittaessa (Työturvallisuuslaki 2002/738 14§).

Perehdytysmateriaalia tehtäessä on pidettävä mielessä, että jokaisella julkaisulla on ulkoasu ja mahdollinen suunnitelmattomuus näkyä. Pahimmillaan se voi antaa kuvan julkaisijan välinpitämättömyydestä, jolloin viestin uskottavuus saattaa kärsiä. Ulkoasu on tärkeä osa viestiä ja sen välittämistä vastaanottajalle. (Pesonen & Tarvainen 2003, 4-5; Huovila 2006, 10.)

4.1 Perehdyttämisen suunnittelu

Suunnitelmallisuudella saadaan johdonmukaisuutta ja tehokkuutta kaikkeen toimintaan, myös perehdyttämiseen. Perehdyttämisen päätavoitteena on oppiminen, mutta ensimmäiseksi on määriteltävä tavoitteet eli minkälaisia tietoja ja taitoja perehdytettävän on opittava ja missä ajassa. Oppimistavoitteet voidaan määritellä kaikille yhteiseksi rungoksi, mutta yksilölliset erot on kuitenkin huomioitava. Perehdyttämisohjelma sisältää käsiteltävät aiheet ja asiat, mahdolliset työssä käytettävät apuvälineet sekä oheismateriaalit, jolloin se toimii hyvänä tarkistuslistana sekä perehtyjälle että perehdyttäjälle. Perehdyttämisen oheismateriaalia ovat esimerkiksi perehdyttämiskansiot, erilaiset manuaalit, työohjeet ja käyttöturvallisuustiedotteet. (Kangas & Hämäläinen 2007, 6-10.)

Perehdyttäjältä tai työnopastajalta odotetaan hyvän ammattitaidon lisäksi myös motivaatiota ja positiivista asennetta perehdyttämiseen. Työpaikalla on oltava selkeä käytäntö, kenen vastuulla perehdyttäminen on ja tarvittaessa on nimettävä perehdyttämisen vastuhenkilöt. Kun työpaikalla tehdään perehdyttämissuunnitelmia, on aina myös suunniteltava, kuinka oppimista seurataan ja kuinka se varmistetaan. Suunnitelmaan onkin hyvä sisällyttää mahdollisten seuranta- tai arviointikeskustelujen ajankohdat, jolloin perehdytettävän kanssa käydään läpi opittuja asioita sekä mahdollisia lisäohjauksen tarpeita. (Kangas & Hämäläinen 2007, 6-7, 17.)

Suunnitelmallisesti toteutetun perehdytyksen ja työnopastuksen tuloksena perehtyjä oppii tekemään työtehtävät heti oikein. Lopulta työn laatu ja tehokkuus paranevat ja ammattitaito kehittyy. Työnopetuksen tulee olla yksilöllistä, jotta oppiminen olisi mahdollisimman tehokasta. (Kangas & Hämäläinen 2007, 13.)

4.2 Perehdytysmateriaalin vaatimukset

Onnistunut perehdyttäminen tulee hoitaa siten, että toiminnan laatu saadaan turvattua. Kun perehdyttäminen lisää työmotivaatiota ja auttaa tehokkaasti sisäistämään työtehtävät, antaa se työntekijälle mahdollisuuden onnistumiseen. (Viitala 2003, 260.) Perehdytysmateriaalin tulee olla helppolukuinen, miellyttävä yleisilmeeltään ja suunniteltu visuaalisesti niin, että se lisää lukijan motivaatiota ja kiinnostusta opittavaa asiaa kohtaan.

Perehdytysmateriaali on myös aina suunniteltava käyttötilanteeseen sopivaksi ja vastaamaan käyttäjän tarpeita. Perehdytysmateriaalissa on käytävä selkeästi ilmi kyseessä olevan organisaation toimintatavat ja työpistekohtaiset menetelmäohjeet.

Hyvä perehdytysmateriaali sisältää helppolukuiset menetelmäohjeet, jotka esimerkiksi määrittävät erilaisten toimenpiteiden suoritusjärjestyksen ja tavat, joilla työ toteutetaan. Sisältö tulee organisoida siten, että se tukee mahdollisimman hyvin sekä kokeneita että kokemattomia työntekijöitä. (Kasvi & Vartiainen 2000, 35.) On tärkeää, että perehdytysmateriaalin käyttäjä saa selkeän käsityksen tehtävänkuvasta ja omaksuu työn mahdollisimman nopeasti. Toisaalta lähtötilanteesta ja käyttötarkoituksesta riippuen perehtyjän on saatava tarpeeksi aikaa tehtävien sisäistämiseen, oppimiseen sekä niiden huolelliseen ja laadukkaaseen hallintaan.

4.3 Visuaalinen suunnittelu

Visuaalinen suunnittelu on tärkeä osa julkaisun toteuttamista. Huolellisesti toteutetun visuaalisen suunnittelun ansiosta ulkoasu edesauttaa sanoman välittymistä lukijalle. Visuaalinen suunnittelu tulee aina aloittaa kartoittamalla kohderyhmä eli kenelle julkaisu on tarkoitettu ja mikä on julkaisun tarkoitus. Julkaisun tarkoituksena on keskeisimmän viestin välittäminen kohderyhmälle. Vaikka keskeisimpänä osana olisi kirjoitettu sisältö, liittyy julkaisun ulkoasun suunnitteluun myös monien tiedostamattomien viestien ja merkityksien hallinta sekä luominen. (Pesonen & Tarvainen 2003, 2-4.)

Julkaisua suunnitellessa valitaan julkaisun formaatti eli esimerkiksi sen muoto ja sivukoko. Julkaisulle luodaan asettelumalli, joka helpottaa suunnittelua ja antaa sille yhtenäisen ilmeen kautta koko julkaisun. Suunnitteluvaiheessa ratkaistaan, millaista värimaailmaa käytetään, päätetään kuvitukselle yhtenäinen linja ja otetaan huomioon typografian merkitys. (Pesonen & Tarvainen 2003, 4.)

Typografialla tarkoitetaan julkaisun ulkoasua kokonaisuudessaan, ulkoasun muotoa ja sääntöjä sekä erilaisten elementtien valintaa ja niiden asettelua. Erilaisilla kirjaintyypeillä eli fonteilla vaikutetaan julkaisun ulkoasuun ja erityisesti sen välittämiin tiedostamattomiin viesteihin. Tekstin asettelussa huomioidaan esimerkiksi sopivat rivivälit sekä tyhjän tilan harkittu käyttö. Harkitusti suunniteltu tyhjä tila kehystää ja kiinnittää huomiota ja se

saattaa monessa tilanteessa toimia jopa paremmin kuin kehykset ja reunalinjat. Tyhjä tila ohjaa katsetta, rytmittää, jäsentee ja keventää yleisilmettä. (Huovila 2006, 19; Pesonen & Tarvainen 2003, 12, 29, 34, 46.)

Kuvalla voi olla julkaisussa useita eri tehtäviä. Se kiinnittää huomiota, orientoi lukijaa, selvittää ja selittää asioita sekä auttaa viestin sisäistämisessä. Hyvä kuvitus välittää samaan aikaan tarpeellista viestiä ja rikastuttaa julkaisun ulkoasua. Kuva voi olla luonteeltaan tekstiä täydentävä tai esimerkiksi yksityiskohtaa korostava. (Loiri & Juholin 1998, 53; Pesonen & Tarvainen 2003, 47.)

Otsikon tehtävänä on kertoa ytimekkäästi tekstin sisältö ja houkutella lukija tekstin pariin. Otsikon täytyy olla riittävän vahva ja tehokas, jotta se erottuu muusta tekstistä, eikä anna ulkoasullaan väärää kuvaa tekstin sisällöstä. Väliotsikoiden avulla saadaan jäsenneltyä tekstiä lukijaystävällisemmäksi, jolloin lukija voi myös löytää hakemansa tiedon tekstistä helpommin. (Pesonen & Tarvainen 2003, 41-42.)

5 SYDÄMEN TOIMINTA

Sydän sykkii levossa keskimäärin 50 - 80 kertaa minuutissa ja rasituksessa jopa 160 - 200 kertaa. Sydämen sykli koostuu supistusvaiheesta eli systolesta sekä sitä seuraavasta lepo- vaiheesta eli diastolesta. Sinussolmuke aikaansaa sähköimpulssin, joka leviää lihasker- roksen läpi eteisistä väliseinämään ja kammioihin saaden sydänlihassolut aktivoitumaan ja lihaksen supistumaan. (Holmström 2012a, 13-14.)

Sydän ylläpitää elimistön verenkiertotarvetta vastaavaa pumppaustehoa reagoimalla rasi- tukseen ja muihin stressitilanteisiin lisäämällä syketaajuutta ja lyöntien voimakkuutta. Normaali sydänlihas pystyy venymään niin, että sydämen iskuvoima suurenee. (Holm- ström 2012a, 16.) Sepelvaltimot ovat vastuussa sydämen oman verenkierron toiminnasta ja huolehtivat sydänlihaksen aineenvaihdunnan tarpeista eri olosuhteissa. Rasituksen ai- kana sepelvaltimoiden verenkierron kokonaisvirtaus on suurempaa kuin levossa. (Park- kila 2016, 15.)

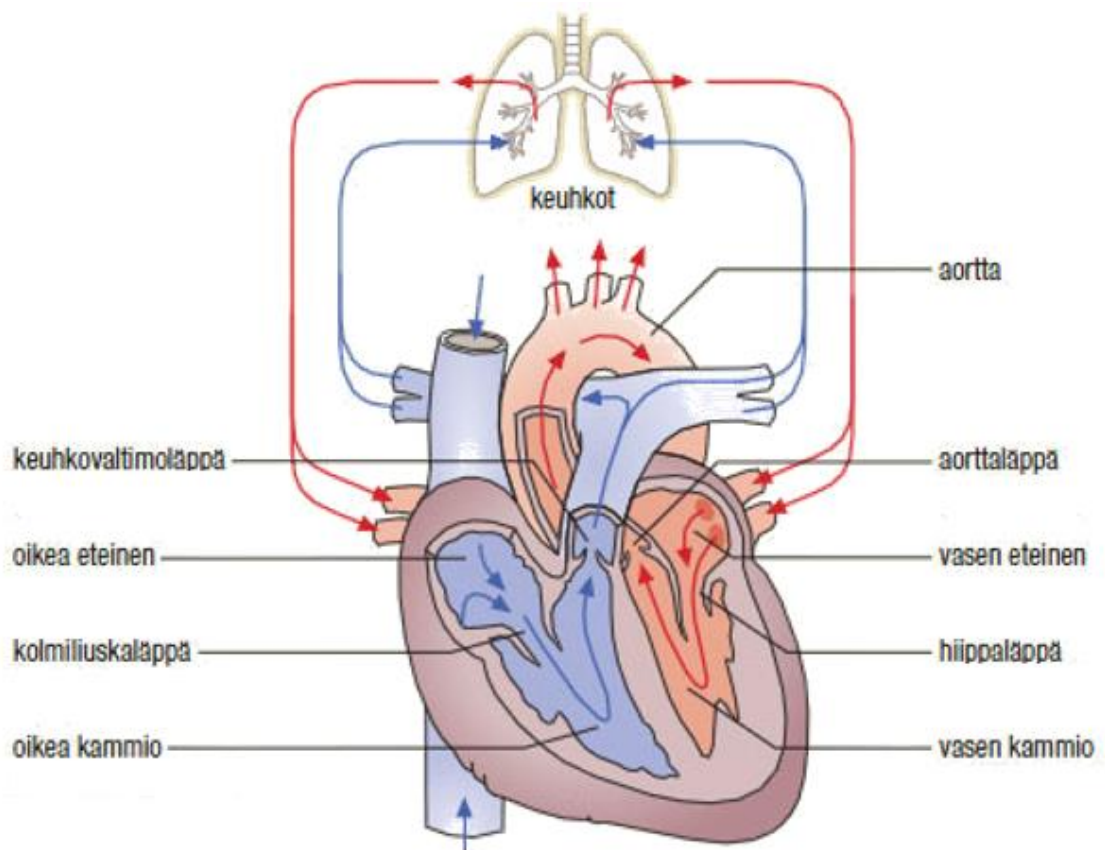
5.1 Sydän osana verenkiertojärjestelmää

Verenkiertojärjestelmä on verenkierrosta huolehtivien elinten muodostama kokonaisuus, jonka päätavoitteina on huolehtia hapen ja ravintoaineiden kuljettamisesta kudoksiin sekä aineenvaihdunnassa syntyvän hiilidioksidin ja kuona-aineiden kuljettamisesta pois ku- doksista. Verenkierto osallistuu myös elimistön lämmönsäätelyyn sekä välittää elimis- tölle humoraalista informaatiota. Nämä tekijät yhdessä ovat tärkeitä elimistön sisäisen tasapainon eli homeostaasin ylläpitämisessä. (Antila & Hartiala 2012, 154.) Verenki-ertoelimistön toimintaa säätelee ja valvoo autonominen hermosto, joka jaetaan sympaatti- seen ja parasympaattiseen hermostoon. Sympaattisen hermoston tehtävänä on kiihdyttää sydämen toimintaa, kun taas parasympaattinen hermosto toimii sympaattisen hermoston aktivaation vastavaikuttajana. (Junttila & Mäkilä 2016, 58.)

Sydän pumppaa verta laskimoista valtimoihin ja hiussuoniin, joissa aineenvaihdunta ta- pahtuu. Tämän jälkeen veri kulkeutuu laskimoiden kautta takaisin sydämeen ja sieltä keuhkoihin, jossa tapahtuu hapen ja hiilidioksidin vaihto. Verenkiertojärjestelmä voidaan jakaa siis kahteen kiertoon: pieneen verenkiertoon eli keuhkoverenkiertoon ja suureen eli

ääreisverenkiertoon. Sydän pumpppaa verta eteenpäin elimistön tarpeen mukaan ja sydämen pumpppaustoiminnasta huolehtivat sydämen sisäiset mekanismit. (Kettunen 2011b, 20-21, 26.)

Sydämen oikea puoli huolehtii veren pumpppauksesta keuhkoihin ja vasen puoli ääreisverenkiertoon. Veri palautuu ääreisverenkierrasta alaonttolaskimon kautta sydämen oikeaan eteiseen ja edelleen oikeaan kammioon. Oikeasta kammioista veri siirtyy keuhkoverenkiertoon keuhkovaltimon kautta. Keuhkoverenkierrassa veri kiertää keuhkorakkuloiden pinnalla olevien hiussuonten ja keuhkolaskimoiden kautta sydämen vasempaan eteiseen. Veri jatkaa matkaansa vasemman kammion kautta aorttaan ja ääreisverenkiertoon. (Kettunen 2011b, 20-21.) Kuvassa 1 on havainnollistettuna sydän osana verenkiertojärjestelmää sekä sydämen anatomiset rakenteet.



KUVA 1. Sydämen anatomia. Nuolet osoittavat veren kulkusuunnan; sydämen oikea kammio pumpppaa hiilidioksidipitoisen veren keuhkoihin ja hapekas veri palaa sydämen vasempaan eteiseen (Kettunen 2011b, 21, muokattu)

5.2 Sydämen anatomia ja fysiologia

Sydän painaa noin 200 - 350 grammaa ja koostuu suurimmaksi osaksi lihasmassasta (Partanen 2000, 14). Sydän sijaitsee rintaontelossa keuhkojen välissä ja on edestäpäin katsottuna osaksi rintalastan vasemmalla puolella. Sydämessä on neljä lohkoa: oikea eteinen, vasen eteinen, oikea kammio ja vasen kammio sekä neljä läppää: kaksi eteis-kammioläppää, aorttaläppä ja keuhkovaltimoläppä. Läpät varmistavat, että veri virtaa oikeaan suuntaan eteisistä kammioihin ja sieltä valtimoihin. Esimerkiksi keuhkovaltimoläppä estää veren takaisinvirtauksen oikeaan kammioon kammioden ollessa lepotilassa. Ääreisverenkierrossa vallitsee korkea paine, jonka vuoksi sydämen vasemman kammion seinämä on noin kaksi kertaa paksumpi kuin oikean kammion seinämä. Oikea kammio pumpppaa verta keuhkoverenkiertoon, jossa vallitsee matala paine. Paine-eron vuoksi vasemman kammion energian tarve on paljon suurempi kuin oikean kammion. (Kettunen 2011b, 20-24; Parkkila 2016, 13-14.)

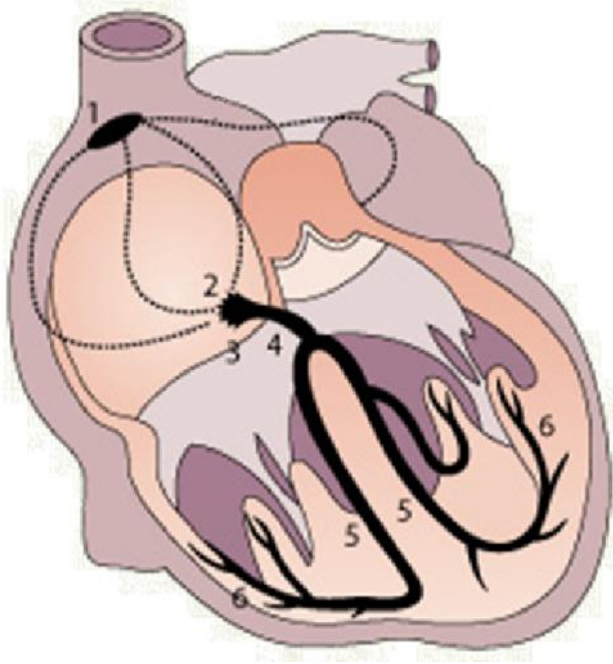
Sepelvaltimoita on kaksi ja ne sijaitsevat sydämen vasemmalla ja oikealla ulkopinnalla. Vasen sepelvaltimo haarautuu laskevaan ja kiertävään haaraan, joten sepelvaltimohaaroja on kaiken kaikkiaan kolme. Laskevan haaran suonitusalue kattaa kammioväliseinämän sekä etuseinämän alueet. Kiertävä haara suonittaa vasemman kammion sivuseinää. Oikea sepelvaltimo kiertää oikeaa eteistä ja kulkee sydämen takapintaa alas sydämen kärkeen. Sepelvaltimot huolehtivat sydänlihaksen tarvitsemista ravinteista ja hapen saannista. (Kettunen 2011b, 31; Partanen 2000, 19-20; Holmström 2012a, 11-12.)

Sydänlihas koostuu sydänlihassoluista, jotka ovat kiinnittyneet tiiviisti toisiinsa. Sydänlihas sisältää suuren määrän valkuaisäikeitä eli myofilamentteja, jotka voidaan jakaa aktiinimolekyyleistä koostuviin ohuihin säikeisiin sekä myosiinimolekyyleistä rakentuviin paksuihin säikeisiin. (Holmström 2012a, 9-10.) Solutasolla sydänlihaksen supistuminen perustuu sydänlihassolujen myosiini- ja aktiinisäikeiden liukumiseen toisiinsa nähden ja näin aiheuttaen sydänlihassolujen supistumisen (Kettunen 2011b, 23). Sydänlihaksen solujen kalvoilla ja sisällä tapahtuvat sähkökemialliset muutokset ovat perustana sydämen sähköiselle toiminnalle. Solukalvojen ionivirtojen tärkeimmät ionit ovat natrium (Na^+), kalsium (Ca^{2+}) ja kalium (K^+). (Mäkynen & Mäkijärvi 2016, 48-49.)

Sydänlihassolua ympäröivä solukalvo säätelee ionien pitoisuutta eri puolilla solukalvoa ja ylläpitää sähköistä jännite-eroa pintaproteiinien avulla. Pintaproteiinit kuljettavat natriumioneja solusta ulos ja kaliumioneja solun sisälle. Sähköpotentiaalien muuttuessa soluun virtaa ensin natriumioneja, jonka jälkeen kalsiumkanavat avautuvat ja solun kalsiummäärä pääsee suurenemaan. Jo pieni määrä solukalvon läpäissyttä kalsiumia riittää vapauttamaan suuren kalsiummäärän solunsisäisistä varastoista. Tämä saa aikaan lihas- syiden liikkumisen, jolloin solu supistuu aiheuttaen sydämen supistusvaiheen eli systolen. Solukalvon molemmilla puolilla olevaa ionivirtauksen aiheuttamaa positiivista jännitettä kutsutaan aktiopotentiaaliksi. Depolarisaatiolla tarkoitetaan solukalvon lepojännitteen purkautumista ja repolarisaatiolla solun latautumista uutta aktiopotentiaalia varten. (Holmström 2012a, 10-11.)

5.3 Johtoratajärjestelmä

Sydämen rytmi perustuu sähköilmiöön, jossa sähkövarauksen muutos saa sydämen supistumaan. Rytmia ylläpidetään ja säädellään sydämen johtoratajärjestelmän sekä itse sydänlihaksen avulla. Johtoratajärjestelmän tarkoituksena on synnyttää ja välittää eteenpäin supistusta laukaiseva sähköaalto eli aktiopotentiaali. Sydämen lyönti saa alkunsa sinus-solmukkeesta, josta impulssi etenee eteisten läpi eteis-kammiosolmukkeeseen aiheuttaen eteisten supistumisen. Eteis-kammiosolmuke jatkuu sydämen väliseinämän sisällä Hisin kimppuna, jonka kautta impulssi kulkeutuu vasempaan ja oikeaan haaraan. Oikea (right bundle branch eli RBB) ja vasen (left bundle branch eli LBB) haara jakautuvat Purkinjen säikeiksi, joita pitkin impulssi etenee aiheuttaen lopulta kammiodien supistumisen. Eteis-kammiosolmukkeesta käytetään myös nimitystä AV-solmuke eli atrioventrikulaarisolmuke. (Alapappila, Hasu & Mutikainen 2007, 3; Holmström 2012a, 13; Raatikainen, Parikka & Mäkijärvi 2013a.) Kuvassa 2 on havainnollistettuna impulssin kulku sydämen johtoratajärjestelmässä.



KUVA 2. Sydämen johtoratajärjestelmä. Impulssi saa alkunsa sinussolmukkeesta (1) ja leviää eteisten läpi (2) eteis-kammiosolmukkeeseen (3), jonka jälkeen impulssi kulkeutuu Hisin kimpun (4) kautta oikeaan ja vasempaan haaraan (5). Haarat jakaantuvat lopulta Purkinjen säikeiksi (6) (Kettunen 2011b, 22, muokattu)

6 EKG-REKISTERÖINTI

EKG-rekisteröintiä on käytetty tutkimusmenetelmänä jo yli sadan vuoden ajan ja se on edelleen yksi yleisimmistä sydänpotilaille tehtävistä tutkimuksista. EKG on helppo suorittaa eikä se aiheuta vaaraa tai kipua potilaalle. Poikkeavalta vaikuttava löydös ei välttämättä aina viittaa sydänsairauteen, joten on tärkeää osata tunnistaa vaarattomat muutokset rakenteellisen sydänsairauden aiheuttamista muutoksista. (Aro & Parikka 2015, 301–307.) Tavallisimmin EKG-tutkimuksen indikaationa on erilaisten sydänoireiden selvittely. Tutkimus auttaa saamaan käsityksen sydämen rytmistä, syketaajuudesta ja sen vaihteluista, sydämen johtoradan toiminnasta, sydänlihaksen ravinnon- ja hapensaannista, mahdollisen vaurioalueen koosta ja sijainnista sekä sydämen seinämien liikakasvusta. (Mäkijärvi & Heikkilä 2003, 16-17.)

EKG-tutkimuksen hyvä tekninen laatu ja virheettömyys takaavat muun muassa sydänlihaskemian, rytmihäiriöiden ja muiden EKG-muutosten luotettavan tunnistamisen. Nykyaikaiset EKG-laitteet ehdottavat diagnoosia automaattisesti, mutta pelkästään koneen tulkintaan ei pidä luottaa, vaan merkinnät tulisi tarkistaa ja täydentää ennen lopullista hyväksymistä. EKG:n tulkinnessa tietoa mahdollisista rytmihäiriöistä sekä aktivaation kulkeutumisesta saadaan tarkastelemalla EKG-heilahdusten järjestystä. Heilahdusten muodot taas kertovat sydämen rakenteista ja patologisista muutoksista. Lisäksi muutosten suuruus ja vaihtelu ajan suhteen antavat tietoa sydänsairauksista, niiden vaikeusasteesta sekä kehitysvaiheesta. (Raatikainen ym. 2013a.)

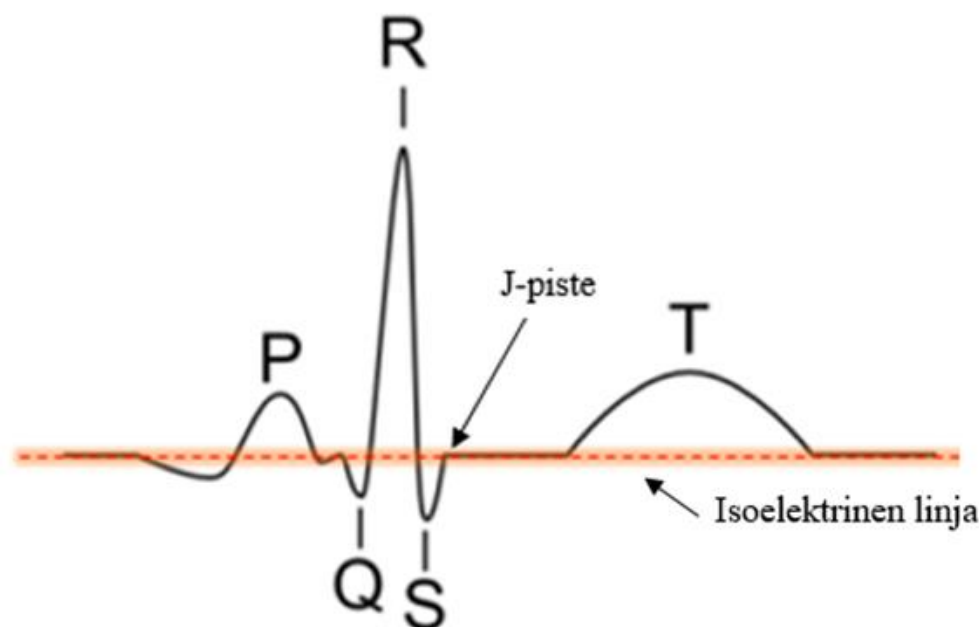
EKG-rekisteröinti perustuu sydämen sähköiseen toimintaan. Sydänlihaksen aktivoitumiseen ja lepotilaan palautumiseen liittyvät sähkökentän muutokset piirtyvät EKG:ssä käyräksi, jolloin aaltojen järjestyksestä sekä niiden muodosta ja kestosta saadaan paljon erilaista informaatiota. (Mäkijärvi & Heikkilä 2003, 16-17.) EKG-laite mittaa impulssit ja piirtää niiden perusteella käyrän, jossa ensimmäisenä näkyy eteisten aktivaatiosta syntyvä P-aalto. Kammioden depolarisaatio eli aktivaatiovaihe näkyy käyrällä QRS-kompleksina ja palautumisvaihe eli repolarisaatio T-aaltona. (Nikus & Mäkijärvi 2016, 124.)

Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista (TLT-laki) määrää, että terveydenhuollon laitteen parissa työskentelevä henkilö on saanut tarvittavan perehdytyksen laitteen käyttöön. Laitteen välittömässä läheisyydessä on oltava turvallisen käytön kannalta tarpeelliset merkinnät ja käyttöohjeet, joihin työntekijän on tutustuttava ennen laitteen käyttöä. (Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista 2010/629 24 §.)

6.1 EKG-käyrät

Sydämen syklin eri osat ovat nähtävissä EKG-käyrästä. Eteisten supistusta laukaiseva sähköinen aktivaatio näkyy EKG-käyrällä P-aaltona. Alkuosa P-aallosta kuvaa oikean eteisen ja loppuosa vasemman eteisen depolarisaatiota. EKG-käyrä palaa perusviivalle eli isoelektriselle linjalle, kun molemmat eteiset ovat aktivoituneet. (Holmström 2012a, 14; Mäkijärvi 2003a, 40; Phalen 2001, 26.)

QRS-kompleksi muodostuu kammioiden aktivoitumisesta eli depolarisaatiosta. QRS-kompleksi voidaan jakaa Q-, R- ja S-aaltoihin, mutta on huomioitava, etteivät kaikki QRS-kompleksit sisällä kaikkia aaltoja. R-aalto on QRS-kompleksissa ensimmäinen positiivinen heilahdus, joka alkaa heti, kun sydänsähkökäyrä poikkeaa isoelektriseltä linjalta ylöspäin ja palaa samalle linjalle takaisin. Q- ja S-aallot ovat negatiivisia heilahduksia, eli sydänsähkökäyrä lähtee isoelektriseltä linjalta alaspäin ja palaa isoelektriselle linjalle takaisin. Kuvassa 3 isoelektrinen linja nähdään punaisella katkoviivalla. Q-aalto esiintyy aina ennen R-aaltoa ja S-aalto vasta R-aallon jälkeen. Jos käyrällä esiintyy myös toinen positiivinen heilahdus, sitä kutsutaan R'-aalloksi. Mikäli positiivista R-aaltoa ei ole ollenkaan, eli koko QRS-kompleksi on negatiivinen, kutsutaan sitä QS-kompleksiksi. Normaalisti QRS-kompleksin kesto on 80-100 millisekuntia ja ylärajana pidetään 120 millisekuntia. (Phalen 2001, 26-31). Kuva 3 havainnollistaa EKG-käyrän aaltokompleksit.

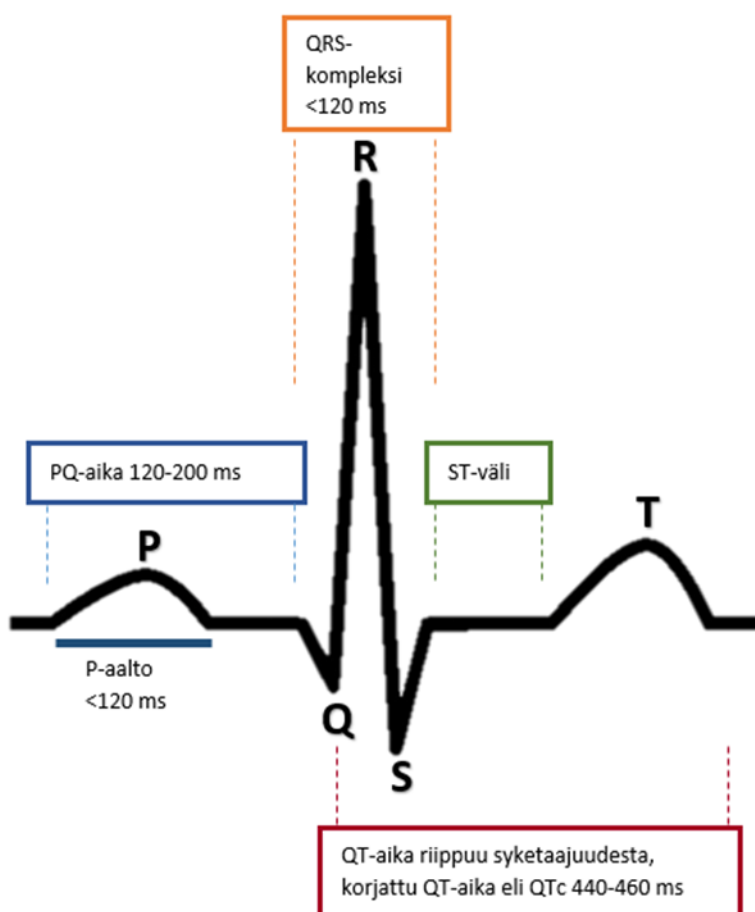


KUVA 3. EKG-käyrän aaltokompleksit ja isoelektrinen linja sekä J-piste (Bourne 2010, muokattu)

Q-aalto voi olla täysin normaali löydös, mutta se saattaa olla myös merkki sydäninfarktista. Infarktin seurauksena esiintyvistä patologisissa Q-aalloissa kesto on yleensä 40 ms tai enemmän ja amplitudin heilahdustaajuus on yli kolmasosa verrattuna R-aallon heilahdustaajuuteen. Normaalit, eli fysiologiset Q-aallot ovat yleensä kestoltaan alle 40 ms ja amplitudi on alle kolmasosa R-aallosta. Vaikkei Q-aallon leveys ja syvyys vielä täyttäisi patologisten Q-aaltojen kriteerejä on huomioitava, että infarktiin viittaavaa on erityisesti, jos Q-aallot levenevät tai syvenevät peräkkäisillä tutkimuskerroilla. (Phalen 2001, 28.)

ST-väli kuvastaa kammioden palautumisvaiheen alkua eli repolarisaatiota. ST-välin katsotaan alkavan QRS-kompleksin loppumispisteestä, jota kutsutaan myös J-pisteeksi. Normaalisti ST-väli on isoelektrinen, mutta mikäli ST-väli poikkeaa isoelektrisestä linjalta 0,5 mm:n tai enemmän, on poikkeama jo merkitsevä. ST-välin poikkeamat, nousu tai lasku, saattavat johtua esimerkiksi infarktista tai sydänlihaksen iskemian eli hapenpuutteen aiheuttamasta verenkierron vajauksesta. (Nikus 2017; Phalen 2001, 29; Kettunen 2011a, 263.) EKG:n T-aalto muodostuu kammioden repolarisaatiosta, jolloin sydänlihas rentoutuu ja palautuu lepotilaan (Mäkijärvi 2003a, 40).

Kuvasta 4 nähdään normaalit aaltojen ja kompleksien kestot. P-aallon kesto on yleensä alle 120 ms. PQ-aika voi tavallisesti vaihdella 120-200 ms välillä. QRS-kompleksin kesto on normaalissa tapauksessa oltava alle 120 ms. QT-ajaksi kutsutaan aikaväliä, joka kuvaa sydämen kammioiden sähköisen toiminnan kestoa sähköpurkauksen alusta siihen asti, kunnes toiminta päättyy. Jos QT-aika on poikkeavan pitkä, altistuu sydän rytmihäiriöille. Siihen, kuinka pitkä QT-aika on, vaikuttavat monien perinnöllisten tekijöiden lisäksi elimistön neste- ja suolatasapainoon liittyvät tekijät. QT-ajan kesto mitataan Q-aallon alusta T-aallon loppuun, jolloin se pitää sisällään QRS-kompleksin, ST-välin sekä T-aallon. QT-aika riippuu syketaajuudesta, joten se lyhenee rytmin nopeutessa ja pitenee rytmin hidastuessa. Korjattu QT-aika (QT_c) ottaa huomioon syketason muutokset. Korjausalgoritmeja on useita, mutta Bazettin kaava on yleisimmin käytetty. Kaavassa käytetään QT-aikaa ja RR-väliä (eli kahta peräkkäistä QRS-aaltoa) ja ne mitataan sekunneissa. $QT_c = QT / (R-R)^{1/2}$. (Mäkijärvi 2003a, 61-65; Swan ym. 2005, 6-9).



KUVA 4. EKG-käyrän normaalit aaltojen ja kompleksien kestot (Vuorimaa & Rantala 2017)

6.2 EKG-rekisteröinnin suoritus

EKG tulee aina rekisteröidä mahdollisimman korkealaatuisena ja virheettömänä. Teknisesti laadukas EKG edellyttää mahdollisten virheiden ja häiriöiden tunnistamista, joten tutkimuksen suorittajalla on oltava perustiedot EKG:n tulkinnasta. EKG-rekisteröinnissä tulisi aina kirjata potilaan nimen ja henkilötunnuksen lisäksi sukupuoli, etninen tausta ja ikä sekä potilaan pituus, paino ja mahdolliset tiedot lääkityksistä EKG-laitteelle. Myös rekisteröinnin ottopäivä ja kellonaika tulee ilmetä EKG-rekisteröinnistä. Näiden perustietojen lisäksi tutkimuksen suorittajan on hyvä merkitä ylös kaikki rekisteröintiin vaikuttava poikkeava, esimerkiksi potilaan liikehdintä rekisteröinnin aikana, hikka, vapina tai mahdollinen tahdistin. Myös potilaan tuntemukset, esimerkiksi kipu tai muljahdukset, on merkittävä EKG-käyrän yhteyteen. (Riski 2011a, 60; Mäkijärvi 2003a, 49, 52.)

6.2.1 Esivalmistelu

Ennen EKG-tutkimusta potilaan on aina noudatettava hoitoyksiköstään saamia potilasohjeita ja laboratorion henkilökunnan tulee varmistaa, että esivalmistautumisohjeita on noudatettu. Poikkeuksena ovat päivystystilanteet, jolloin EKG-rekisteröinti suoritetaan puutteellisesta esivalmistautumisesta huolimatta. Yleensä potilasta kehoitetaan välttämään runsasta kofeiinipitoisten juomien nauttimista, raskasta ateriaa sekä tupakoimista juuri ennen EKG-rekisteröintiä. Tiedot kofeiinin vaikutuksista rytmihäiriöihin, lisälyön-teihin sekä P-aallon PR-, QRS- ja QT- aikojen kestoon ovat kuitenkin tutkimusten mukaan ristiriitaisia (Riski 2011a, 60).

6.2.2 Vakioinnit

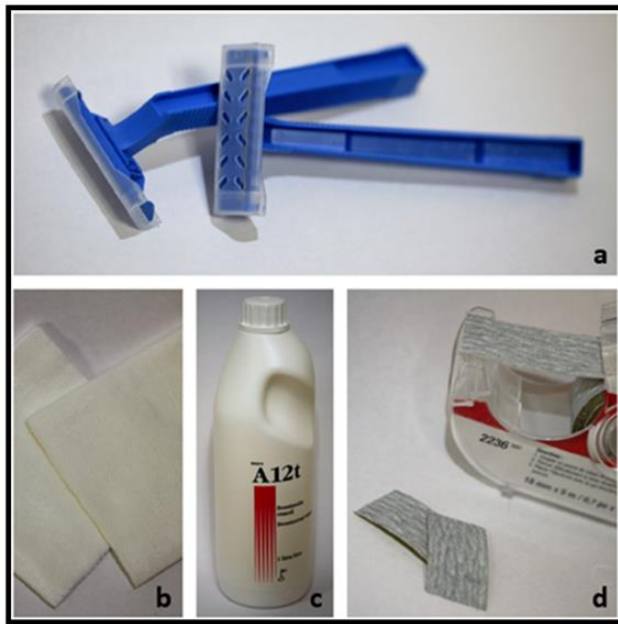
EKG-vakiointien tarkoituksena on mahdollistaa tulosten vertailu eri potilaiden rekisteröintien sekä saman potilaan eri rekisteröintikertojen välillä. Tärkeitä vakiointeja, jotka mahdollistavat luotettavan vertailun ovat muun muassa piirtonopeus, potilaan ihon käsittely sekä EKG-elektrodien sijainnit. (Riski 2011a, 60.) Ennen rekisteröinnin aloittamista tulee tarkastaa johtimien sijoittelu: niiden tulee kulkea mutkittelematta, eivätkä ne saa olla liian kireällä tai kulkea sähkölaitteiden ylitse. Potilaan tulee myös välttää koskemista

esimerkiksi potilassängyn metalliosiin. EKG-rekisteröinnissä potilaalle on luotava mahdollisimman rento ja miellyttävä olo. Tutkimushuoneen tulisi olla sopivan lämmin ja rauhallinen. (Mäkijärvi 2003a, 50-51.)

Potilaan asento on myös huomioitava ennen EKG-rekisteröinnin aloittamista. Potilaan olisi maattava selällään EKG-rekisteröinnin ajan, jotta peräkkäin otettuja rekisteröintejä voidaan verrata toisiinsa. Asennon vaihtaminen saattaa vaikuttaa EKG:hen, koska sydämen asento elektrodiin nähden muuttuu. Mikäli esimerkiksi rintakipupotilaan on mahdoton olla selällään EKG:tä rekisteröidessä, potilaan asento on merkittävä ylös tulkintaa varten. (Phalen 2001, 40.) Rekisteröinnin aikana potilas makaa mahdollisimman rentona, normaalisti hengittäen ja pitäen silmät suljettuina sekä pyrkii olemaan liikkumatta ja puhumatta (Riski 2011a, 62).

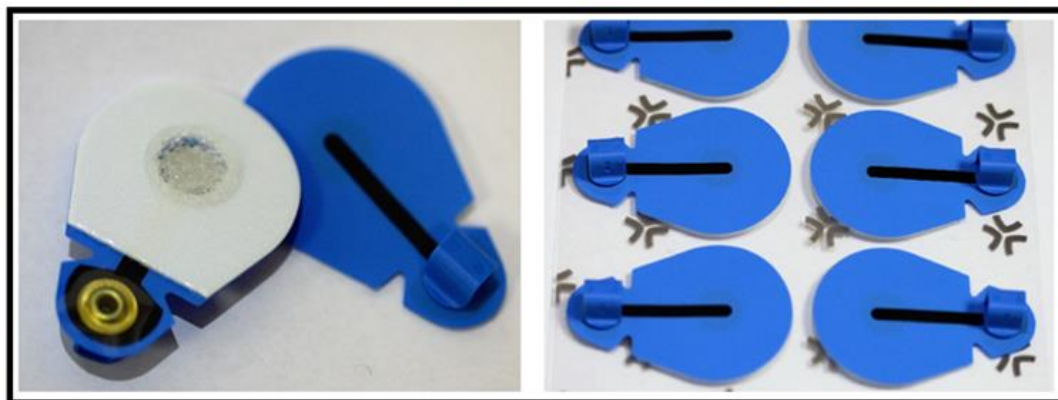
6.2.3 Ihonkäsittely

Jotta sähkövirta saadaan mitattua potilaan iholta, on suoritettava ennen rekisteröinnin aloittamista huolellinen ihonkäsittely. Ihonkäsittely aloitetaan potilaan rintakehältä, jonka jälkeen siirrytään ranteisiin sekä nilkkoihin. Elektrodien sijoittelukohdista poistetaan ihokarvat, koska ne estävät elektrodien kunnollisen kiinnittymisen ja ihokontaktin, eivätkä ne johda sähköä. Ihon pyyhkiminen alkoholilla poistaa rasvan ja hellävarainen rapsutus (5 voimakkaampaa tai 10 kevyempää vetoa) ihonkarhennusteipillä tai sideharsotaitoksella poistaa kuolleen ihokerroksen. (Phalen 2001, 39; Riski 2011a, 60-61.) Ihonkäsitteilyssä tarvittavat välineet ovat esiteltynä kuvassa 5.



KUVA 5. Ihonkäsittelyssä tarvittavia välineitä ovat kertakäyttöiset ihokarvanpoistohöylät (a), sideharsotaitokset (b), alkoholi (c) sekä ihonkarhennusteippi (d) (Vuorimaa & Rantala 2017)

Elektrodien (kuva 6) hyvä ihokontakti varmistetaan käyttämällä elektrodigeeliä, joka stabiloi ihon ja elektrodin välisen kosketuspinnan. Nykyään käytössä olevissa kertakäyttöelektrodeissa geeli on lisätty elektrodiin valmiiksi, joten erillistä geelin lisäystä ei tarvita. (Riski 2011a, 61.) Ihonkäsittelyn laiminlyöminen saattaa olla syynä huonolaatuiseen EKG-käyrään, joten ihonkäsittelyn tulisi kuulua rutiinitoimenpiteisiin. (Phalen 2001, 39-41). On huomioitava, että vain tervettä ihoa käsitellään ohjeita noudattaen ja luopumista ihonkäsittelystä harkitaan tapauskohtaisesti. Ihonkäsittelyä voidaan keventää diabetes-, sädehoito- ja sytostaattihoitopotilaan kohdalla. Mekaanisesta ihonkäsittelystä voidaan luopua kokonaan, mikäli potilaan iho on hyvin herkkä, alueella on ihottumaa tai luomia tai jos potilas on pieni lapsi. Rintakarvoja ei tule poistaa potilaalta, joka on menossa rintakehän alueen leikkaukseen, jotta vältetään mahdollinen infektiolle altistuminen. (Riski 2011a, 64.)



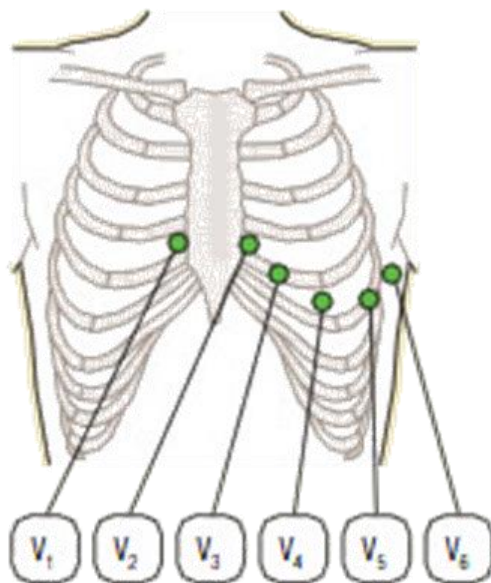
KUVA 6. Kertakäyttöisiä elektrodeja (Vuorimaa & Rantala 2017)

6.2.4 Elektrodien sijainnit

Raajaelektrodit sijoitetaan raajojen kärkeen eli yläraajoissa ranteiden sisäpuolelle. Alaraajojen elektrodit sijoitetaan nilkkojen sisäsyrtille niin, että ne eivät ole sääriluun eivätkä suurten lihasten päällä. Raajaelektrodeja ei saa koskaan sijoittaa potilaan vartalolle lepo-EKG-rekisteröinnissä. Mikäli potilaalla on esimerkiksi lihasvapinaa aiheuttava neurologinen sairaus, voidaan lihasjännityshäiriö minimoida sijoittamalla elektrodit raajojen tyviosiin. Sijoittaminen on kuitenkin tehtävä aina molemmin puolin symmetrisesti. Mahdollinen raajan amputointi tai kipsaus saattaa aiheuttaa pakollisen EKG-vakioinnista poikkeamisen. Aina on kuitenkin pyrittävä ensisijaisesti käyttämään raajan distaalisinta (etäisintä) kohtaa ja huomioitava, että raajaelektrodit siirretään samalle korkeudelle keskenään. Kaikista poikkeamista on hyvä lisätä merkintä EKG-käyrään. (Riski 2011a, 61-63.)

Rintaelektrodien $V_1 - V_6$ sijaintien (kuva 7) löytäminen vaatii tietoa ihmisen rintakehän anatomiasta. Rintakehältä elektrodien paikat haetaan sormin palpoimalla potilaan ollessa makuuasennossa ja tutkimuksen suorittajan seistessä potilaan vasemmalla puolella. Ensin aloitetaan paikallistamalla soliskuopasta noin 3-5 cm alaspäin sijaitseva rintalastan kulma, johon kiinnittyy toinen kylkiluu. Tästä edetään neljanteen kylkiluuväliin, joka sijaitsee neljännen kylkiluun alla. Ensimmäiset kaksi elektrodia eli V_1 ja V_2 sijoitetaan neljanteen kylkiluuväliin rintalastan molemmin puolin samalle tasolle. Seuraavaksi sijoitetaan V_4 -elektrodi vasemmasta keskisolisviivasta suoraan alaspäin viidenteen kylkiluuväliin. Mikäli keskisolisviiva on vaikea määrittää, voidaan V_4 asemoida myös soliskuopan

ja olkapään ulkoreunan keskikohdan mukaan, viidennen kylkiluun alle. V_3 sijoitetaan V_2 - ja V_4 -elektrodien puoliväliin. V_6 -elektrodi asetetaan vaakasuoraan V_4 -elektrodista kohti vasenta kainaloa, keskikainaloviivalle. Viimeiseksi asetetaan V_5 -elektrodi V_4 - ja V_6 -elektrodien väliin, vasemmalle etukainaloviivalle. Etukainaloviiva on solislun puolivälin ja sen loppuosan keskikohta. V_4 - ja V_5 -elektrodeja ei tule sijoittaa naisilla rinnan päälle. (Riski 2011a, 61-62.)

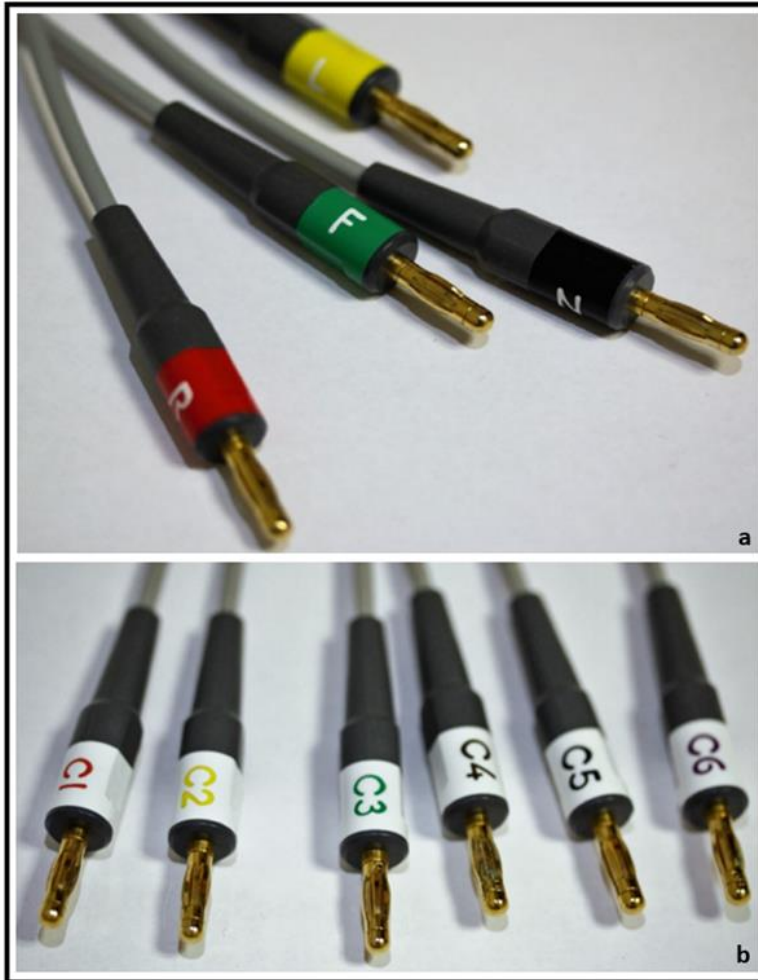


KUVA 7. Rintaelektrodien V_1 - V_6 sijainnit rintakehällä (Laine 2011, 42, muokattu)

Lisäkytkentöjä saatetaan tarvita esimerkiksi infarktia epäiltäessä. V_4R on peilikuvakytkentä, joka sijoitetaan rintakehän oikealle puolelle viidenteen kylkiluuväliin. Selän puolella sijaitsevat rintakytkentöjen lisäkytkennät V_7 - V_9 sijoitetaan samalle tasolle, kuin rintakytkennät V_4 - V_6 eli viidennen kylkiluuvälin korkeudelle. (Mäkijärvi 2003a, 49.)

Mikäli rintaelektrodeja ei voi sijoittaa esimerkiksi vamman tai leikkauksen vuoksi oikealle paikalleen rintakehällä, ne jätetään kokonaan sijoittamatta, koska rintaelektrodien siirto pois vakiopaikalta vaikuttaa QRS-kompleksin muotoon. Elektrodien sijoittelun jälkeen johtimet kiinnitetään huolellisesti väri-, kirjain- ja numerokoodien mukaan oikeille paikoilleen. (Riski 2011a, 61-62.) Rintakytkentöjen elektrodeihin V_1 - V_6 kiinnitetään numeroa vastaava johdin C_1 - C_6 . Oikean käden raajaelektrodiin kiinnitetään johdin, joka on merkitty R-kirjaimella. Vastaavasti vasempaan käteen kiinnitetään L-kirjaimella merkitty

johdin. F-kirjaimella merkitty johdin kiinnitetään vasemman jalan ja musta maadoitusjohto (N) oikean jalan elektrodiin. Johtimissa käytetyt kirjainlyhenteet tulevat englanninkielestä. Kuvassa 8 on rinta- ja raajakytkennöissä käytettävät johtimet.



KUVA 8. EKG-rekisteröinnissä raajakytkennöissä (a) sekä rintakytkennöissä (b) käytettävät johtimet (Vuorimaa & Rantala 2017)

6.2.5 Kalibrointi ja piirtonopeus

EKG-rekisteröinnin standardikalibroinniksi on sovittu $1 \text{ mV} = 10 \text{ mm}$ eli standardikalibrointi tuottaa 10 millimetrin korkuisen heilahduksen mitattua millivoltin jännitettä kohden. On tilanteita, jolloin standardikalibroinnista on poikettava, jotta tulkinta helpottuu. Esimerkiksi hyvin suuria komplekseja voidaan joutua pienentämään standardikalibroin-

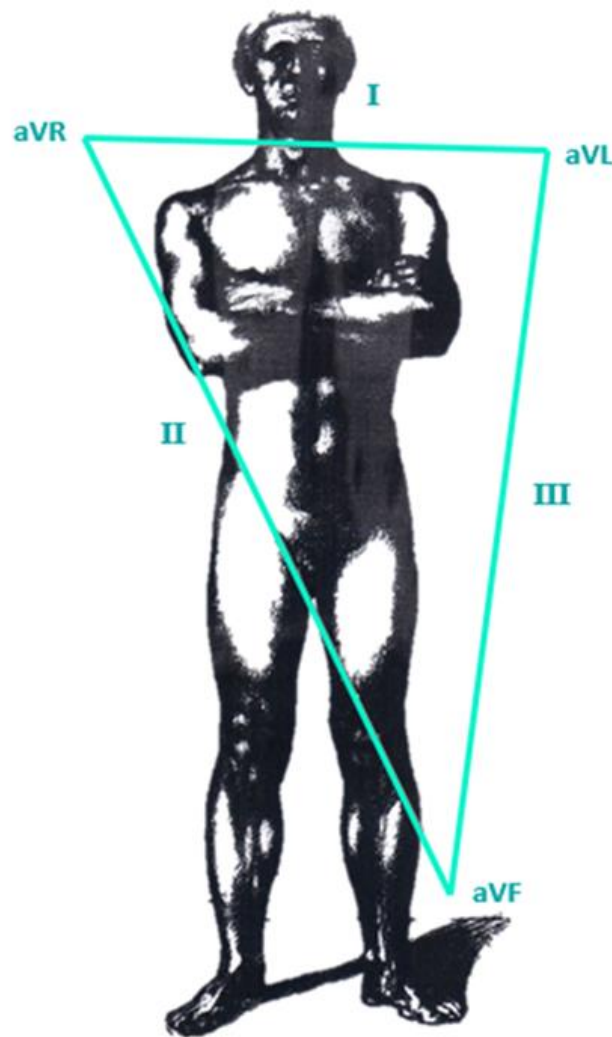
nin puolittamisella. Toisaalta jos QRS-kompleksi on hyvin pieni, kalibrointia kaksinkertaistamalla se saadaan paremmin näkyviin. On kuitenkin huomioitava, että kalibrointipulssi ja kalibroinnin muutokset on aina oltava selkeästi nähtävissä tulkintaa tehdessä. (Phalen 2001, 38.) Jokaisen kytkennän alussa tai lopussa on oltava standardivahvistusta kuvaava vakauslyönti eli kalibrointisignaali (Riski 2011a, 62).

Piirtonopeus on Suomessa normaalisti 50 mm/s ja paperin nopeus tulee aina olla merkittynä EKG-liuskaan. Piirtonopeuden ollessa 50 mm/s vakauslyönti on korkeudeltaan 10 mm ja kestoltaan 200 ms, eli leveydeltään 10 mm. (Nikus 2017; Mäkijärvi 2003a, 51; Riski 2011a, 62.)

6.3 Kytken­nät

EKG-rekisteröinnissä käytetään normaalisti 12 kytkentää: 6 raajakytkentää ja 6 rintakytkentää. Kytken­nät saadaan käyttämällä vain kymmentä elektrodia, sillä neljää raajaelektrodia käytetään eri kytkennöissä eri tavoin. Potilaan käsivarsiin ja jalkoihin asetetut elektrodit muodostavat kytkennät I, II, III, aVR, aVL ja aVF. Rintakehälle asetetut elektrodit muodostavat kytkennät V₁-V₆. (Phalen 2001, 21.) Kytken­nät rekisteröivät sydämen sähköistä aktivaatiota eri suunnista niin, että elektrodia kohti suuntautuva heilahdus on positiivinen ja elektrodista poispäin suuntautuva heilahdus on negatiivinen. Tämä helpottaa sydäninfarktin tai rytmihäiriöiden paikantamista, kun tiedetään mistä suunnasta kukin kytkentä tarkastelee sydäntä. (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2008, 9.)

Raajakytkennät (kuva 9) antavat sydäimestä informaatiota kunkin raajan suunnasta. Rintakytkennät antavat yksityiskohtaisempaa informaatiota sydämen sähköisen toiminnan aktivaatiosta erityisesti vasemman kammion osalta. (Mäkijärvi 2003a, 42.) Kytken­nöissä II, III ja aVF positiivinen elektrodi sijaitsee vasemmassa jalassa eli näillä kaikilla kytkennöillä tarkastellaan sydämen vasemman kammion alaseinää hieman eri kulmista. Kytken­nät I ja aVL antavat molemmat informaatiota vasemman kammion sivuseinästä, sillä positiiviset elektrodit ovat sijoitettuna vasempaan käsivarteen. (Phalen 2001, 24-25.) Eri kytkentöjen avulla sydämen sähköisestä aktivaatiosta saadaan tietoa kahdessa eri tasossa. Kuusi raajakytkentää tarkastelee sydäntä frontaalitasossa ja kuusi rintakytkentää horisontaalitasossa. Frontaalitaso ja horisontaalitaso ovat kohtisuorassa toisiaan vastaan. (Mäkijärvi 2003a, 42-44; Harold, Hamel, Kovach, Bilotta, & DeZego. 2005, 3.)



KUVA 9. Raajakytkennät I, II, III sekä aVR, aVL ja aVF (Barcsay 2004, 293, muokattu)

6.3.1 Unipolaariset ja bipolaariset kytkennät

Unipolaarisiksi kytkennöiksi kutsutaan rintakytkentöjä sekä vahvistettuja raajakytkentöjä. Kytkennöillä on selkeästi erotettava positiivinen napa, mutta ei selvää negatiivista napaa, vaan pikemminkin negatiivinen kenttä, jonka keskellä sydän sijaitsee. Rintakytkennöissä V_1 - V_6 positiivinen elektrodi sijaitsee rintakehällä niille nimetyssä paikassa, jolloin teoreettinen negatiivinen napa on sydän. Vahvistetuissa raajakytkennöissä aVR, aVL ja aVF kaksi elektrodiä on yhteen liitettynä negatiivisia ja kukin elektrodi vuorollaan toimii positiivisena elektrodina. Positiivinen elektrodi tulee ilmi kytkennän nimestä: aVR kytkennässä positiivinen elektrodi sijaitsee oikeassa kädessä (R=right), aVL kytkennässä

taas vasemmassa kädessä (L=left) ja aVF kytkennässä elektrodi sijaitsee vasemmassa jalassa (F=foot). Vahvistettuja raajakytkentöjä kutsutaan myös nimellä Goldbergin kytkennät ja rintakytkentöjä Wilsonin unipolaarisiksi kytkennöiksi. (Phalen 2001, 21-23; Mäki-järvi 2003a, 42-45.)

Bipolaarisissa kytkennöissä I, II ja III on selvästi erotettavissa negatiivinen ja positiivinen napa. Kytkennän I positiivinen elektrodi on vasemmassa ranteessa ja kytkennöillä II ja III vasemmassa jalassa. Kytkennän I muodostavat oikean ja vasemman käden elektrodit, kytkennän II muodostavat oikea käsi ja vasen jalka ja kytkennän III muodostavat vasen käsi ja vasen jalka. Bipolaarisia kytkentöjä kutsutaan myös Einthovenin raajakytkennöiksi. (Phalen 2001, 22; Mäki-järvi 2003a, 43-47.)

6.3.2 Kytkennät tarkastelun apuna

Kytkennoillä II, III ja aVF tarkastellaan samaa aluetta sydämessä, kuitenkin hieman eri kulmasta. Koska kytkentöjen II, III ja aVF positiivinen elektrodi on vasemmassa jalassa, ne katsovat vasemman kammion alaseinään. Kytkennät V₁ ja V₂ sijaitsevat rintalastan molemmin puolin, joten ne katsovat sydämen väliseinään. V₃ ja V₄ ovat rintakehän keskiosasta hieman vasemmalla ja katsovat vasemman kammion etuseinään. Loput kytkennät katsovat vasemman kammion sivuseinää, V₅ ja V₆ vasemman kainalon puolelta ja I ja aVL vasemman käsivarren kiinnityskohdista. (Phalen 2001, 23-25.) Sydämen samaa aluetta katsovien kytkentöjen käyrät tulisi piirtyä suunnilleen samanmuotoisina (Holmström & Puolakka 2013, 142). Taulukosta 1. nähdään mitä sydämen kohtaa kukin kytkentä tarkastelee.

TAULUKKO 1. Kytkentöjen tarkastelemat sydämen alueet (Phalen 2001, 24, 141, muokattu)

Kytkennot	Kohde
II, III, aVF	Alaseinä
V ₁ , V ₂	Väliseinä
V ₃ , V ₄	Etuseinä
V ₅ , V ₆ , I, aVL	Sivuseinä

7 EKG-REKISTERÖINNIN TARKASTELU

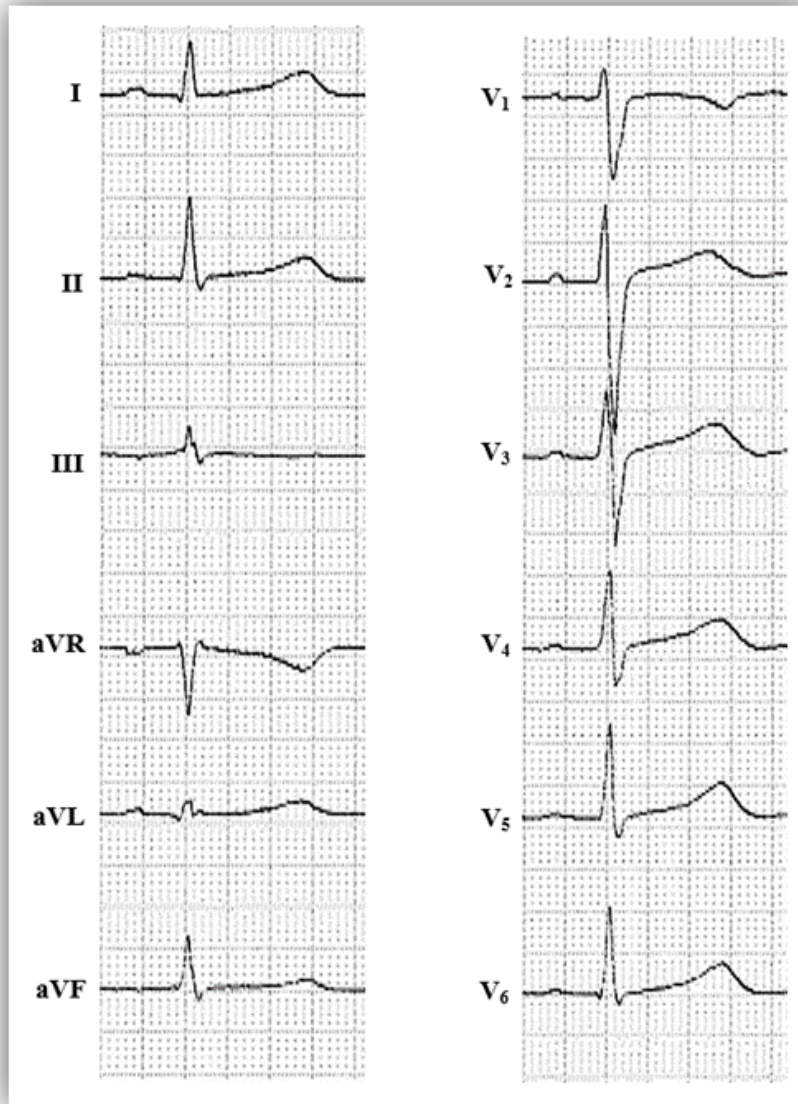
EKG-käyrää on opeteltava tarkastelemaan järjestelmällisesti, jotta havaitaan mahdolliset poikkeavuudet ja vältetään virheitä (Mäkijärvi 2003a, 61). EKG:tä tulkitaan aina kaikkien kytkentöjen osalta ja mahdolliset löydökset yhdistetään potilaan kliiniseen tilaan (Holmström & Puolakka 2013, 141). Apuna tarkastelussa voidaan käyttää EKG:n systemaattista tulkintaa. Olennaista on tunnistaa löydökset, jotka viittaavat välittömän hoidon tarpeeseen. Rekisteröinnin suorittajan on tarkastettava, että EKG on edustavan ja tulkit-tavan näköinen, eikä siinä saa olla tulkintaa häiritseviä artefaktoja. Artefaktojen havaitseminen käyrästä jälkikäteen on usein vaikeaa tai jopa täysin mahdotonta (Riski 2011c, 167).

7.1 Normaali EKG

Normaalisti EKG-rekisteröinnissä P-aalto on positiivinen kytkennöissä I, II, aVF ja V₁-kytkennästä V₆:seen. Kytkenässä aVR P-aalto on negatiivinen. (Harold ym. 2005, 15; Nikus & Mäkijärvi 2016, 132.)

QRS-kompleksi on yleensä aina positiivinen kytkennöissä I, II, III, aVL, aVF ja V₄-kytkennästä V₆:seen. QRS-kompleksi on negatiivinen kytkennöissä aVR, V₁ ja V₂. (Harold ym. 2005, 16.) R-aallon progressio on ilmiö, jossa QRS-kompleksi muuttuu V-kytkennöissä enimmäkseen negatiivisesta (V₁) enimmäkseen positiiviseksi (V₆). Yleensä QRS-kompleksi on negatiivinen kytkennässä V₁ eli siinä on hallitseva S-aalto ja hyvin pieni R-aalto. Edetessä kohti kytkentää V₆ R-aallon korkeus kasvaa ja S-aallon syvyys vähenee. (Phalen 2001, 30.) Kytkennoissä V₄-V₆ R-aallon korkeus vaihtelee, mutta normaalisti kytkennöissä V₁-V₄ R-aallon tulisi suurentua. Kytkenän V₆ R-aalto saattaa olla pienempi, kuin kytkennöissä V₄ ja V₅. (Nikus 2017.)

T-aalto on positiivinen kytkennöissä I, II, aVL, aVF ja V₂-kytkennästä V₆:seen. Negatiivinen T-aalto kytkennöissä III, aVR ja V₁ on normaalia. Poikkeava löydös on T-aallon inversio kytkennöissä I, II, aVL, aVF ja V₂-kytkennästä V₆:seen ja se voi viitata sydänlihasiskemiaan. (Harold ym. 2005, 19; Nikus & Mäkijärvi 2016, 137.) Esimerkki normaalista EKG-käyrästä on kuvassa 10.



KUVA 10. Normaali EKG (Vuorimaa & Rantala 2017)

7.2 EKG:n systemaattinen tulkinta

Taulukossa 2 on esitetty EKG:n systemaattisen tulkinnan vaiheet. Tarkastelujärjestys voi vaihdella potilaan oireiden ja tuntemusten mukaan, mutta tärkeintä on käydä kaikki vaiheet läpi. Taulukosta nähdään analyysin kohde sekä tarkastelun sisältö.

Ensimmäiseksi tarkastetaan rytmien nopeus eli kammiotaajuus. Normaali sinusrytmi on levossa 60-90 lyöntiä minuutissa. Rytm, joka on alle 60 lyöntiä/minuutti kutsutaan bra-

dykardiaksi ja rytmi, joka on nopeampi, kuin 100 lyöntiä minuutissa, kutsutaan takykardiaksi. (Mäkijärvi 2003a, 61; James & Nelson 2011, 30; Holmström & Puolakka 2013, 142.) Seuraavaksi tarkastetaan rytmien säännöllisyys sekä esiintyykö P-aalto ja QRS-kompleksi tasaisin väliajoin. Epäsäännöllisen rytmien osalta on vielä tarkastettava, esiintyykö epäsäännöllisyys koko ajan vai ainoastaan ajoittain. Sisäänhengityksen aikana nopeutuva sydämen rytmi on täysin normaali fysiologinen ilmiö. (James & Nelson 2011, 31; Holmström & Puolakka 2013, 142.)

Kolmantena tarkastetaan löytyvätkö P-aallot ja esiintyvätkö ne epätavallisen muotoisina tai epäsäännöllisessä järjestyksessä. P-aallot kuvaavat eteisten sähköistä aktivaatiota eli eteisten supistumista. Jos P-aallot puuttuvat, voi kyseessä olla mm. eteisvärinä, jolloin eteiset eivät supistu normaalisti vaan värisevät. Nopeissa rytmihäiriöissä P-aallot saattavat piiloutua QRS-kompleksin alle. Käyrältä tarkastetaan myös, löytyykö P-aaltoja yksi vai useampi ennen QRS-komplekseja. Myös PR-välin säännöllisyys on syytä tarkastaa. (James & Nelson 2011, 34-36; Mäkijärvi 2003a, 61-63.)

Käyrältä tarkastetaan myös seuraavatko QRS-kompleksit P-aaltoja säännöllisesti ja säännöllisen välimatkan päässä. Tärkeää on myös katsoa QRS-kompleksin leveys ja muoto. Normaalisissa QRS-kompleksissa kammiodepolarisaatio tapahtuu nopeasti ja sähköimpulssi johtuu eteenpäin sydämen johtoratajärjestelmää pitkin, jolloin QRS-kompleksin kesto alle 120 ms. QRS-kompleksi mitataan Q-aallon alusta S-aallon loppuun. (Mäkijärvi 2003a, 61-63; James & Nelson 2011, 33-34; Holmström & Puolakka 2013, 142.)

Mittaamalla PQ-aika, saadaan tietoa aktivaation johtumisesta eteis-kammiosolmukkeessa. PQ-aikaa tarkastellessa katsotaan sen keston lisäksi säännöllisyyttä. Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkoksessa PQ-aika on yli 200 ms, toisen ja kolmannen asteen katkoksissa PQ-aika vaihtelee. PQ-aika mitataan P-aallon alusta QRS-kompleksin alkuun. (Mäkijärvi 2003a, 61-63; Viitasalo 2003, 427-432.)

Mikäli potilaan kliininen kuva antaa viitteitä infarktimuutoksille, on ST-välin muutokset katsottava EKG-käyrältä ensimmäisenä. T-aallon inversio tai ST-välin lasku viittaavat iskemiaan. ST-välin nousu kertoo mahdollisesta akuutista infarktista. (Mäkijärvi 2003a, 65; Heikkilä 2003, 255-257, 315; James & Nelson 2011, 40.)

TAULUKKO 2. EKG:n systemaattinen tulkinta (Vuorimaa & Rantala 2017)

Järjestys	Analyysin kohde	Tarkastelun sisältö
1.	RYTMIN NOPEUS	Normaali sinusrytmi 60-90 /min
		Bradykardia alle 60 /min
		Takykardia yli 100 /min
2.	RYTMIN SÄÄNNÖLLISYYS	Säännöllinen
		Epäsäännöllinen
3.	P-AALLOT	Löytyykö P-aaltoja
		Esiintyvätkö säännöllisesti
		Seuraako P-aaltoa QRS-kompleksi
4.	QRS-KOMPLEKSI	Kompleksin leveys
		Kompleksin muoto
5.	PQ-AIKA	Kesto
6.	ST-VÄLIN MUUTOKSET	ST-välin lasku
		ST-välin nousu

7.3 EKG-Artefaktat

EKG-artefaktalla tarkoitetaan yleensä jotain EKG-käyrällä havaittavaa poikkeamaa tai löydöstä, joka ei kuitenkaan ole peräisin sydämen toiminnasta. Yleisimpiä artefaktoja aiheuttavat virheellisesti kytketyt elektrodit, potilaan liikehdintä, vaihtovirta sekä huono elektrodien ihokontakti. Rekisteröintitilanteessa on aina pyrittävä mahdollisimman häiriöttömään ja teknisesti laadukkaaseen EKG-käyrään, koska EKG-artefaktat voivat peittää alleen tärkeää diagnostista tietoa tai ne saatetaan virheellisesti tulkita EKG-löydöksiksi. EKG-artefaktoiden eli erilaisten virheiden tai häiriöiden syy on yleensä inhimillinen tekijä tai ympäristöstä aiheutuva häiriö. (Mäkijärvi 2003a, 52; Riski 2011b, 124.)

7.3.1 EKG-virheet

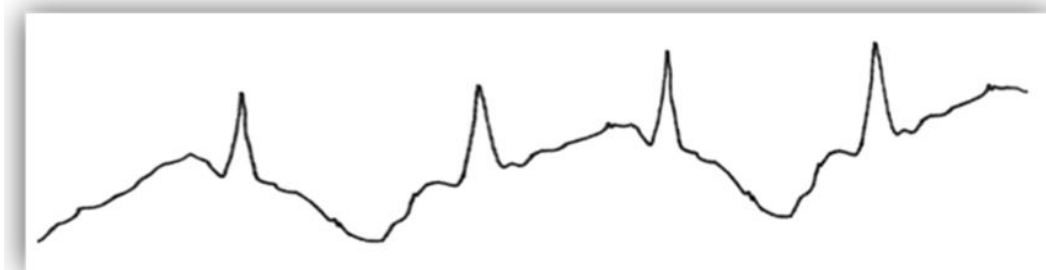
Merkittävän virhelähteen tulkintaan aiheuttavat rintaelektrodien sijoitusvirheet. Jo muutamien senttimetrin sijaintivirhe saattaa aiheuttaa muutoksia aaltoihin, jolloin potilaan tulosten vertaaminen aikaisempaan tilanteeseen vaikeutuu ja ajan myötä tapahtuvien muutosten luotettava tarkastelu estyy. (Riski 2011c, 169.) Rintakytkennän V_1 elektrodin sijoitus liian alas tai ylös rintakehällä saattaa vääristää P-aaltojen korkeutta ja muotoa (Nikus 2017). Ennen rekisteröinnin aloittamista on huolellisesti tarkastettava johtimien sijoittelu. Niiden on sijaittava niille nimetyissä kohdissa ja kuljettava mutkittelematta. (Mäkijärvi 2003a, 50.)

EKG-koneen tulkintaohjelma pystyy yleensä tunnistamaan vain muutamia yläraajajohdinvirheitä, joten virheellinen johdinten sijoittelu saattaa aiheuttaa vääriä diagnooseja tai turhia lisätutkimuksia. Epäiltäessä yläraajajohdinten liittämismvirhettä, tulee tarkastaa, että aVR-kytkennässä QRS-kompleksi ja T-aalto ovat negatiivisia. Virheellisesti kytketyt yläraajajohtimet aikaansaavat aVR:n muuttumisen positiiviseksi. Johdinvirhettä tulee epäillä, jos I-kytkentä on V_6 -kytkennän peilikuva tai jos I-kytkennästä löytyy negatiivinen P-aalto. Rintajohtimien liittämismvirheen yhteydessä EKG-käyrältä puuttuu normaali R-aallon progressio. Raaja- ja rintajohdinten sekoittuminen aiheuttaa muutoksia QRS-kompleksiin ja tilanne saattaa EKG-käyrän mukaan vaikuttaa jopa akuutilta infarktilta. (Riski 2011c, 167-168.)

Kontaktihäiriön tai elektrodin ja johtimen irtoamisen tunnistaa yleensä kytkentään piirtyvästä suorasta viivasta. Sähköinen silta elektrodien välille saattaa syntyä potilaan hikoilun lisäksi myös, jos elektrodipastaa on liikaa, jolloin elektrodeja yhdistää toisiinsa kostea kalvo tai jos elektrodit ovat hyvin lähekkäin ja ne koskevat toisiaan. Ääritapauksissa toisiinsa koskevat elektrodit saattavat aiheuttaa normaalin R-aallon progression puuttumisen ja kyseiset kytkennät piirtyvät käyrälle täysin samanmuotoisina. Riittävän hyvä kontakti ihon ja elektrodien välillä on tärkeää onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. (Riski 2011c, 170; Mäkijärvi 2003a, 42.)

7.3.2 EKG-häiriöt

Perustason vaellushäiriö (kuva 11) voi näkyä yhdessä tai useammassa kytkennässä. Tällöin piirtoviiva vaeltaa ylös ja alas ja se tuo ongelmia erityisesti ST-välin muutosten luottettavaan tarkasteluun. Perustason vaellusta saattavat aiheuttaa elektrodien huono ihokontakti, potilaan liikehdintä, voimakas hikoilu tai sisään- ja uloshengitys. (Riski 2011b, 124-125.)



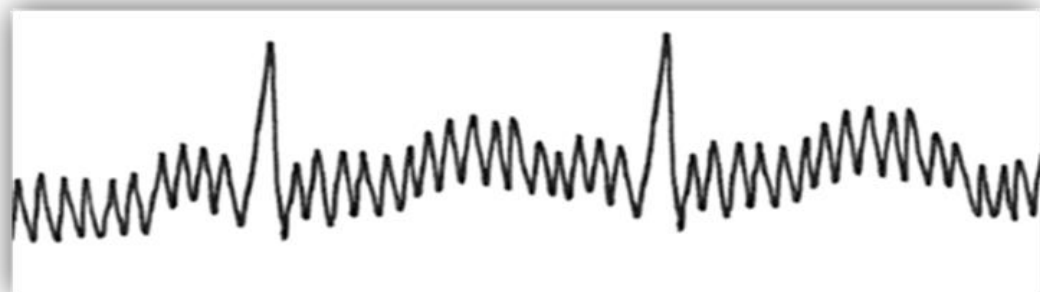
KUVA 11. Perustason vaellushäiriö (Vuorimaa & Rantala 2017)

Lihaskäynnitys saattaa aiheuttaa EKG-käyrälle perustason nopeaa ja epäsäännöllistä heilahtelua, joka osittain tai kokonaan peittää P-QRS-T-kompleksin osia (kuva 12). Potilaan kaikenlainen liikehdintä, paleleminen tai esimerkiksi levottomuus näkyvät erikorkuisina piikkeinä EKG-käyrällä. Epämukava makuuasento ja kipu voivat myös aiheuttaa käyrälle lihaskäynnityshäiriötä. Lihaskäynnityshäiriö voi toisinaan vaikuttaa EKG-käyrällä eteisvärinältä, mutta eteisvärinä tunnistetaan V₁-kytkennän puuttuvista P-aalloista sekä kammio-rytmien epäsäännöllisyydestä. (Riski 2011b, 124; Mäkijärvi 2003a, 52.) Potilaan liikehdintä on tavallinen, mutta yleensä helposti poistettavissa oleva EKG-häiriö. Voimakkaat hengitysvaihteet, potilaan puhuminen tai esimerkiksi hikka voivat luoda käyrälle tulkintaa vaikeuttavia häiriöitä. Potilaan vapina, esimerkiksi Parkinsonin taudin tai palelun takia, näkyy helposti perustason häiriönä. Mikäli vapina ei ole poistettavissa, voidaan elektrodit siirtää raajojen proksimaaliosiin. (Mäkijärvi 2003a, 56.)



KUVA 12. Lihasjännityshäiriö (Vuorimaa & Rantala 2017)

Vaihtovirtahäiriön (kuva 13) tunnistaa EKG-käyrältä säännöllisenä sahanteräkuviona, toistuvan jännitteen muutoksen vuoksi. Vaihtovirtahäiriön ollessa suuri, voidaan harkiten käyttää filttteriä eli suodinta, joka poistaa 50 Hz:n taajuista häiriötä, mutta käyttö vähentää jonkin verran rekisteröinnin herkkyyttä. (Riski 2011b, 125; Mäkijärvi 2003a, 51.) On huomioitava, että EKG-suodattimia saa käyttää vain, jos EKG-häiriöitä ei muilla keinoilla saada poistettua. Suodattimien käytöstä on tehtävä aina merkintä EKG-käyrään ja lisäksi lääkärille tulee lähettää aina myös alkuperäinen, ilman suodatinta rekisteröity käyrä. (Riski 2011b, 127.) Elektrodien tarkastaminen, johtimien sijoittelu uudelleen tai rekisteröintipaikan muutos voivat auttaa pääsemään vaihtovirtahäiriöstä eroon (Mäkijärvi 2003a, 56). Häiriön esiintymistä voi lisätä potilaaseen liitetyt virtalähteet, kuten tahdistin tai defibrillaattori. Häiriötä voi syntyä myös potilaan koskettaessa potilassängyn metalliosiin. (Riski 2011b, 125; Mäkijärvi 2003a, 50.)



KUVA 13. Vaihtovirtahäiriö (Vuorimaa & Rantala 2017)

EKG-häiriöiden poistaminen edellyttää potilaan ja rekisteröijän välistä yhteistyötä. Jännittävää potilasta on autettava rentoutumaan, esimerkiksi rupattelutuokion avulla tai kehoittamalla sulkemaan silmänsä. Epämukava tai kivulias asento on mahdollisuuksien mukaan korjattava. Jalkojen rentona pitämiseen saattaa auttaa esimerkiksi tyyny polvitaipeden alla. Staattinen koko vartalon jännittäminen ennen rekisteröintiä voi myös vähentää lihasjännityshäiriötä. Potilas ei saa palella tutkimuksen aikana, joten sopivan lämmön tutkimushuone (23°C - 25°C) tai tarvittaessa potilaan peitteleminen kevyellä peitteellä estävät palelemisesta aiheutuvat häiriöt. Perustason vaellus- ja vaihtovirtahäiriöiden poistamisessa tai ennaltaehkäisyssä ihon oikeaoppinen käsittely ja hyvä elektrodikontakti ovat tärkein toimenpide. (Riski 2011b, 126.)

8 EKG:N YLEISIMMÄT LÖYDÖKSET

EKG:n yleisimpien löydöksen tunnistamiseen on hoitajan syytä kiinnittää huomiota. Lääkäri tulkitsee EKG-rekisteröinnin vertaamalla sitä potilaan aikaisempiin EKG-käyriin. Potilaan sen hetkisestä tilasta on vastuussa rekisteröinnin suorittaja, jolloin sydämen toiminnan muutoksiin on osattava reagoida tilanteen vaatimalla tavalla. Rekisteröinnissä on syytä muistaa, että laitteen automaattinen tulkinta on apuväline eikä siihen saisi luottaa täysin. Automaattinen tulkinta saattaa olla virheellinen erilaisten EKG-häiriöiden tai -virheiden johdosta. Rekisteröinnin suorittajan on pystyttävä arvioimaan rekisteröinnin teknistä laatua samalla huomioiden potilaan sen hetkinen vointi sekä mahdolliset löydökset. Löydökset saattavat olla vaarattomia potilaan sen hetkisen voinnin kannalta, mutta niihin tulisi aina suhtautua kriittisesti. (Riski 2004, 24-26.)

Erilaisten rytmihäiriöiden yhteydessä olisi rekisteröinnin suorittajan tärkeää ottaa rytmikäyrä eli normaalia pidempi rekisteröinti. Rytmikäyrää tulisi rekisteröidä vähintään neljä arkkia hitaalla nopeudella eli nopeudella 25 mm/s. (Riski 2017; Mäkijärvi 2003a, 51-52.) Jos potilaalla epäillään sepelvaltimokohtausta, tulee rekisteröinnin suorittajan ottaa vähintään 14 kytkeä EKG-käyrä. Rintakipupotilaan EKG-käyrään on merkittävä ”Kipu-EKG”, jos rekisteröinti on suoritettu oireiden aikana. (Riski 2017; Sydäninfarktin diagnostiikka: Käypä hoito -suositus 2014.)

Tässä kappaleessa tarkastellaan EKG:n yleisimpiä löydöksiä aikaisemmin käsitellyn systemaattisen tulkinnan avulla. Infarktia sekä iskeemisiä muutoksia tarkastellaan lopuksi tarkemmin kappaleessa 8.5. Sydäninfarktimuutosten havaitseminen on tärkeää, jotta tunnistetaan välitöntä hoitoa tarvitseva potilas.

8.1 Johtumishäiriöt

Sinussolmukkeessa syntyvä sähköinen ärsyke eli impulssi kulkeutuu johtoratajärjestelmässä sydämen eri osiin, eteisiin ja kammioihin. Johtumishäiriöksi kutsutaan tilanteita, joissa impulssin kulkeutuminen johtoradoissa on hidastunut tai estynyt kokonaan. Johtumishäiriöt voidaan jakaa oikean ja vasemman haaran katkoksiin sekä eteis-kammiokatkoksiin. (Parikka 2011, 469-472.)

Häiriöt, jotka tapahtuvat vasemman tai oikean haaran johtuvuudessa, kutsutaan haarakatkoksiksi eli kammionsisäisiksi johtumishäiriöiksi. Oikea haarakatkos lyhennetään kirjaimin RBBB eli right bundle branch block ja vasen haarakatkos lyhennetään kirjaimin LBBB eli left bundle branch block. Eteis-kammiokatkoksisista puhuttaessa tarkoitetaan impulssin poikkeavaa kulkua eteisistä kammioihin, jolloin sydämen toiminnassa voi esiintyä taukoja. Eteis-kammiokatkokset voidaan jaotella ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen katkoksiin ja niistä puhuttaessa käytetään myös nimitystä AV-blokki (AV eli atrioventricular). (Parikka 2011, 469-472; Raatikainen, Parikka & Mäkijärvi 2013b.)

8.1.1 Haarakatkokset

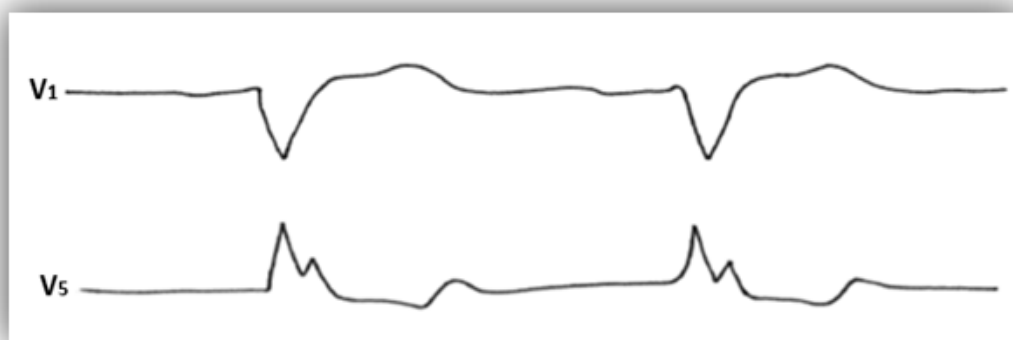
Haarakatkokset eivät vaikuta potilaan rytmiin, sen säännöllisyyteen eikä P-aaltoihin. Tarkasteltaessa QRS-kompleksia havaitaan kuitenkin haarakatkoksille tyypillisiä muutoksia eli QRS-kompleksi levenee ja muoto on poikkeava (Parikka 2011, 769-470; Nikus 2017). QRS-kompleksin kesto on oikeassa haarakatkoksessa vähintään 120 ms. Vasemmassa haarakatkoksessa QRS-keston rajaksi on määritetty vähintään 140 ms miehillä ja 130 ms naisilla. (Nikus & Mäkijärvi 2016, 135.)

Oikeassa haarakatkoksessa impulssin kulku katkeaa Hisin kimpun oikeassa haarassa. Oikeassa haarakatkoksessa V_1 -kytkennässä nähdään katkokselle tyypillinen leveä M-muoto QRS-kompleksissa (kuva 14), mutta katkos on yleensä potilaalle harmiton. Haittana voi kuitenkin olla se, ettei muita poikkeavia löydöksiä huomata, kun kammioheilahdus on valmiiksi poikkeava. (Parikka 2011, 469-473.) V_1 -kytkennässä voidaan havaita ST-välin laskua ja T-aallon inversio (Nikus & Mäkijärvi 2016, 135).



KUVA 14. Oikea haarakatkos rintakytkennässä V_1 (Vuorimaa & Rantala 2017)

Vasemmassa haarakatkoksessa impulssin kulku katkeaa Hisin kimpun vasemmassa haarassa. Vasemmassa haarakatkoksessa tyypillinen leveä M-muotoinen QRS-kompleksi nähdään V_5 ja V_6 -kytkennöissä. (Parikka 2011, 470-471.) Kytkennöissä I, aVL ja V_5 - V_6 nähdään ST-välin laskua ja T-aallon inversio. Rintakytkennöissä V_1 - V_2 nähdään syvä ja leveä S-aalto tai Q-aalto. Vasen haarakatkos liittyy usein rakenteelliseen sydänvikaan. (Nikus & Mäkijärvi 2016, 135). Kuvassa 15 havainnollistettuna leveä M-muotoinen QRS-kompleksi kytkennässä V_5 ja syvä S-aalto kytkennässä V_1 .



KUVA 15. Vasen haarakatkos kytkennöissä V_1 ja V_5 (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.1.2 Eteis-kammiokatkokset

Eteis-kammiokatkoksissa potilaan sydämen rytmi ja sen säännöllisyys saattavat olla täysin normaalit. P-aalto muodoltaan ja PP-väli kestoltaan ovat normaaleja, mutta toisaalta EKG-käyrässä saattaa näkyä yksittäisiä P-aaltoja ilman QRS-kompleksia. QRS-kompleksi voi myös ilmestyä jäljessä P-aallosta tai vain joka toisen P-aallon jälkeen. Eteiskammiokatkokset voidaan luokitella kolmeen vakavuusasteeseen: ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen eteis-kammiokatkoksiin. (Ylitalo & Viitasalo 2016, 457-459.)

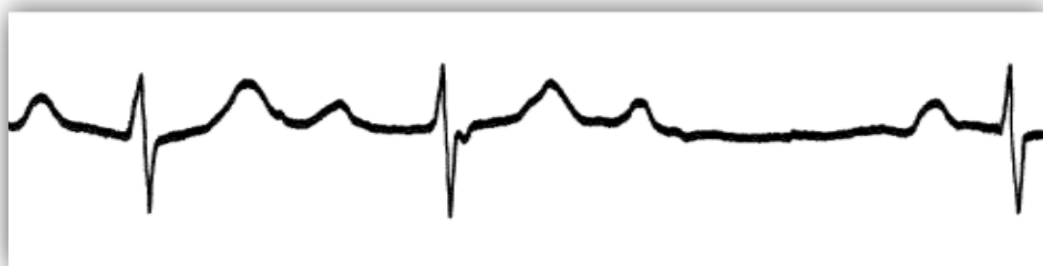
Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkoksessa PQ-väli pidentyy. Impulssi johtuu aina kammioon asti, jolloin QRS-kompleksi muodostuu normaalin muotoisena jokaisen P-aallon jälkeen, mutta vain hiukan viivästyneenä (kuva 16). PQ-aika on normaalisti alle 200 ms, mutta ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkoksessa aika on yli 200 ms. Potilailla ei tällöin välttämättä esiinny minkäänlaisia oireita ja katkoksen kliininen merkitys on vähäinen. (Parikka 2011, 472; Raatikainen ym. 2013b.)



KUVA 16. Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos (Vuorimaa & Rantala 2017)

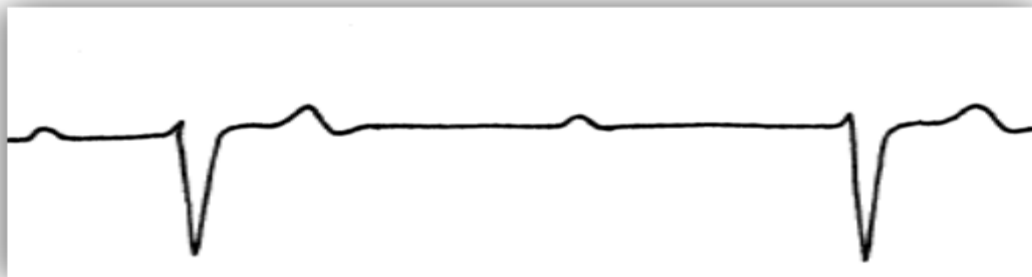
Toisen asteen eteis-kammiokatkoksessa vain osa eteisaalloista johtuu kammioihin, jolloin rekisteröinnissä esimerkiksi vain joka toisen P-aallon jälkeen näkyy QRS-kompleksi. Eteiset toimivat siis normaalisti ja P-aallot ilmestyvät rekisteröinnissä säännöllisesti. Katkokset johtuvat siitä, ettei AV-solmuke päästä yksittäisiä impulsseja lävitse, jolloin tätä seuraava QRS-kompleksi putoaa pois. Katkokset voivat olla Mobitz 1- tai Mobitz 2-tyyppisiä. (Parikka 2011, 472-473.)

Mobitz 1 -tyypin katkokksessa PQ-aika pitenee asteittain, kunnes eteisaalloista yksi ei johdu kammioon asti (kuva 17). Seuraava P-aalto johtuu kammioihin normaalisti. Tätä katkosta voi esiintyä terveillä ihmisillä, erityisesti kestävyysurheilijoilla, aiheuttaen epäsäännöllisen tai hitaan rytmin tunnetta. Mobitz 2 -tyypin katkokksessa PQ-aika on säännöllinen, mutta kaikki P-aallot eivät johdu kammioon asti. Mobitz 2 -tyypin katkos voi enteillä kolmannen asteen eteis-kammiokatkosta. (Parikka 2011, 472-473; Raatikainen ym. 2013b.)



KUVA 17. Toisen asteen eteis-kammiokatkos, Mobitz 1 (Vuorimaa & Rantala 2017)

Täydelliseksi eteis-kammiokatkokseksi kutsutaan tilannetta, jolloin eteisten ja kammioiden toiminta on toisistaan riippumatonta, eivätkä P-aallot johdu kammioihin lainkaan (kuva 18). Tätä kutsutaan kolmannen asteen eteis-kammiokatkokseksi ja katkos voi johtaa tajunnan menetykseen, sillä syke on liian hidas ylläpitääkseen riittävää verenkiertoa. (Parikka 2011, 472-473.) Eteis-kammiokatkos vaatii yleensä välittömiä hoitotoimenpiteitä (Nikus 2017).



KUVA 18. Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos (Vuorimaa & Rantala 2017)

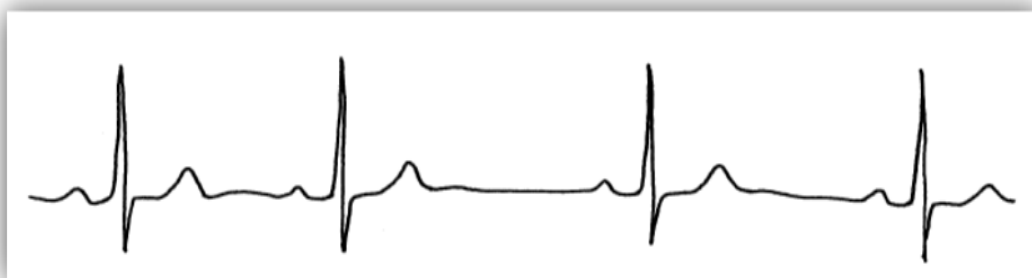
8.2 Rytmihäiriöt

Erilaiset rytmihäiriöt voivat olla vaarattomia tai vaarallisia ja jokainen voi kohdata niitä omassa elämässään. Kun rytmihäiriö alkaa häiritä normaalia elämää, on syytä tarkastella sen taustalla olevia syitä. Rytmihäiriöt voivat olla joko rytmin liiallista hidastumista, kiihtymistä tai epäsäännöllisyyttä. (Alapappila ym. 2007, 1-4.) Muutokset rytmissä on syytä osata tunnistaa, jotta tarvittaessa potilas osataan ohjata jatkotutkimuksiin. Nopea syke voi esimerkiksi johtua potilaan tuntemasta kivusta, pelosta tai ahdistuksesta tai jos potilaalla on kuumetta tai nestehukka. Vuorokausirekisteröinnillä saadaan yleensä parempi käsitys rytmihäiriöiden luonteesta kuin 12-kytkentäisellä EKG:llä. (Parikka 2011, 468; Nikus 2017). Eteislisälyönnit ovat harvoin vaarallisia, sen sijaan kammioisälyönnit voivat olla merkinä sydänsairaudesta (Mäkijärvi 2011, 411; Yli-Mäyry 2011a, 413).

8.2.1 Muutokset sinusrytmissä

Sinustakykardiasta puhutaan, kun sydämen rytmi on normaali, mutta syketaajuus normaalia korkeampi. Sinustakykardiassa syke on yleensä aikuisella yli 100 lyöntiä minuutissa. Jos työtyykseen liittyy muita oireita tai potilaalla on tajunnanhäiriöitä, on syytä ohjata potilas jatkotutkimuksiin. (Mäkijärvi 2011, 406, 454.) Jos aikuisella on sinusrytmi alle 50 lyöntiä minuutissa, puhutaan sinusbradykardiasta. Sinusbradykardia on tavallinen ilmiö unen aikana ja erityisesti urheilijoilla levossa. (Viitasalo 2003, 422.)

Sinusarytmia on yleensä normaali fysiologinen ilmiö, mutta se voi olla myös merkinä alkavasta sinussolmukkeen toiminnan häiriöstä. Sinusarytmiasta puhutaan, kun huomataan peräkkäisten sinuslyöntien välien vaihtelua (kuva 19). Sinusarytmia johtuu verenkierron muutoksista hengityksen mukaan: sisäänhengityksen aikana syketaajuus tihentyy ja uloshengityksen aikana harvenee ja siten PP-väli muuttuu. (Viitasalo 2003, 422.)



KUVA 19. Sinusarytmia (Vuorimaa & Rantala 2017)

Jos sinussolmukkeesta johtuva impulssi jää välillä kokonaan syntymättä, puhutaan sinusastoliasta eli sinustauosta. Tällöin rekisteröinnissä nähdään pitkä tauko P-aaltojen välillä, kuten kuvassa 20. Sinustauko voi olla vain hetkellinen häiriö sinussolmukkeessa, mutta se voi viitata myös sinussolmukkeen vaurioitumiseen. (Viitasalo 2003, 424.)

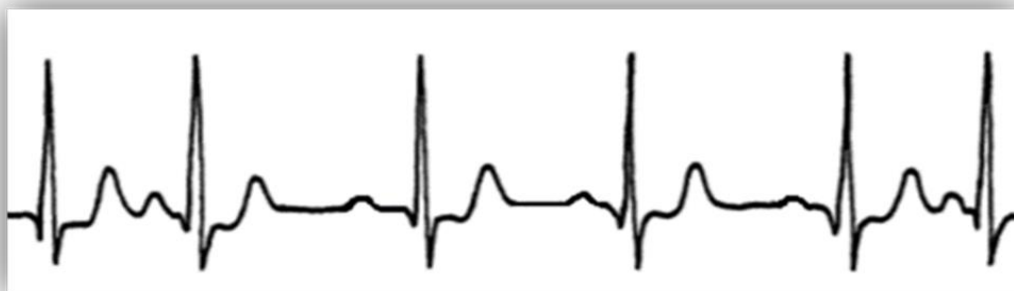


KUVA 20. Sinustauko (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.2.2 Lisälyönnit

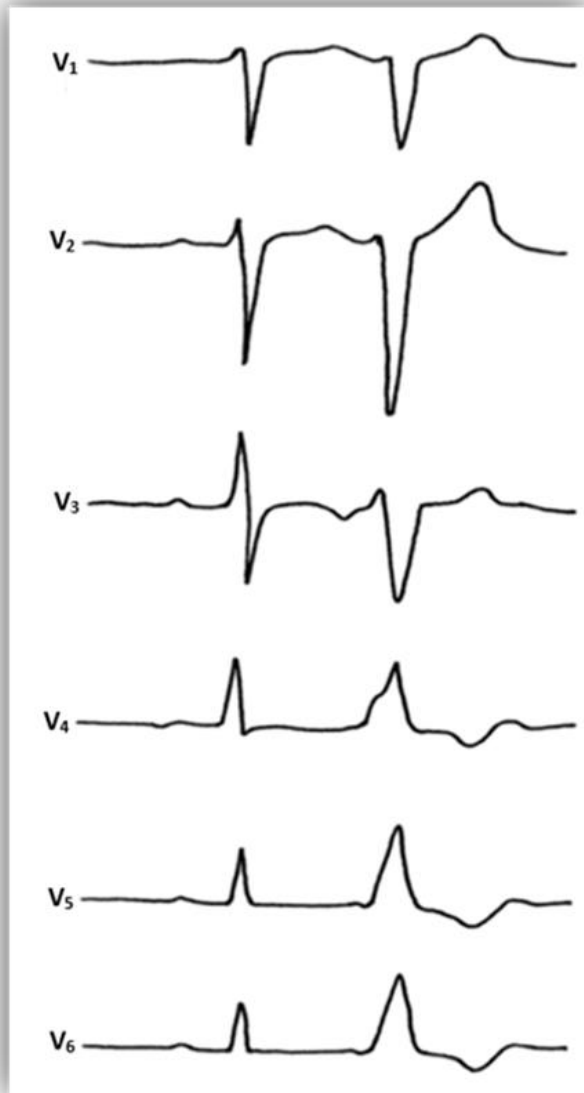
Lisälyönneillä tarkoitetaan ylimääräistä sydämen sähköistä impulssia, mikä on eteis- tai kammioperäinen ja mikä ilmenee aikaisemmin kuin normaalirytmien impulssi. Lisälyönnejä tavataan sekä täysin terveillä sekä sydänsairailla ihmisillä. (Mäkijärvi 2011, 404, 410.)

Eteislisälyönnit saattavat osua T-aallon päälle, jolloin niitä on hankala tunnistaa. Eteislisälyönti synnyttää impulssin, joka etenee oikean tai vasemman eteisen kautta eteis-kammiosolmukkeeseen ja lopulta sydämen kammioihin. EKG-rekisteröinnissä P-aallon muoto on poikkeava, mutta se voi olla vaikeasti huomattavissa. QRS-kompleksi on yleensä normaalin muotoinen. Rekisteröinnissä nähdään eteislisälyönnin vaikutuksesta eteisten ennenaikainen sähköinen aktivaatio (kuva 21). (Mäkijärvi 2011, 410-411; Nikus 2017.)



KUVA 21. Eteislisälyönti (Vuorimaa & Rantala 2017)

Kolme peräkkäistä kammiolisälyöntiä yli 100/min taajuudella tarkoittaa kammiotakykardiaa. Kammiolisälyönti on normaalilyöntiä leveämpi ja QRS-kompleksin muoto on poikkeava (kuva 22). Vähintään 120 ms kestävä QRS-kompleksi ilman edeltävää P-aaltoa on merkki kammioperäisestä lisälyönnistä. T-aallon suuntautuminen QRS-kompleksiin nähdessä vastakkaiseen suuntaan viittaa myös kammiolisälyöntiin. (Yli-Mäyry 2011a, 412-414; Lund & Mäkijärvi 2016, 486; Nikus 2017.)



KUVA 22. Kammiolisälyönti rintakytkennoissä V₁-V₆ (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.2.3 Eteisvärinä

Eteisvärinä eli ”flimmeri” on yksi yleisimmistä sydämen rytmihäiriöistä. Eteisvärinässä sydämen eteiset toimivat nopeasti ja kaaosmaisesti. Eteisten sähköinen toiminta on järjestäytymätöntä ja sydämen rytmi on tiheä ja epäsäännöllinen. Eteiset voivat supistella jopa 600 kertaa minuutissa. Eteisvärinän aikana veri ei virtaa eteenpäin ja eteisiin voi muodostua hyytymiä. Eteisvärinän aikana myös kammiot supistelevat epäsäännöllisesti, koska impulssi etenee normaalista poikkeavalla tavalla eteisistä kammioihin. (Raatikainen, Lehto & Huikuri 2016, 528-533; Raatikainen 2011, 414-415; Mäkijärvi 2003b, 393-394.)

EKG-rekisteröinnissä eteisvärinän tyypilliset piirteet ovat yleensä helposti tunnistettavissa. Eteisvärinän aikana peruslinja on sekava ja aaltomainen. P-aaltoja ei rekisteröinnissä pystytä tunnistamaan ja QRS-kompleksit ilmestyvät epäsäännöllisin väliajoin. QRS-kompleksi on yleensä kapea. (Raatikainen ym. 2016, 528-533; Mäkijärvi 2003b, 393-394.) Edellä kuvatut eteisvärinän tunnuspiirteet havainnollistettuna kuvassa 23.

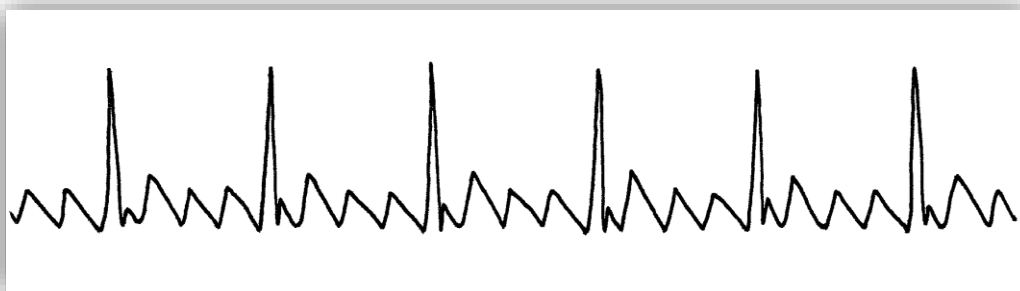


KUVA 23. Eteisvärinä (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.2.4 Eteislepatus

Eteislepatus eli ”flutteri” on eteisvärinän jälkeen yksi tavallisimmista eteisperäisistä rytmihäiriöistä. Monilla potilailla voi esiintyä samaan aikaan eteislepatusta ja eteisvärinää. Eteislepatuksessa syke on säännöllinen ja eteiset supistuvat 240-360 kertaa minuutissa. (Raatikainen & Uusimaa 2016, 518-521; Nikus 2017.)

Eteislepatuksen voi tunnistaa kytkennoistä II, III, aVF ja V₁. Kytkennoissä nähdään sahalaitamainen P-aaltojen sarja, joita kutsutaan myös F-aalloiksi eli Flutter waves. Yleensä joka toinen - joka neljäs aalto johtuu kammioihin asti, jolloin nähdään QRS-kompleksi. QRS-kompleksi on yleensä myös kapea. (Raatikainen & Uusimaa 2016, 518-521; Mäki-järvi 2003b, 389; Nikus 2017.) Edellä kuvatut eteislepatuksen tunnuspiirteet havainnollistettuna kuvassa 24.

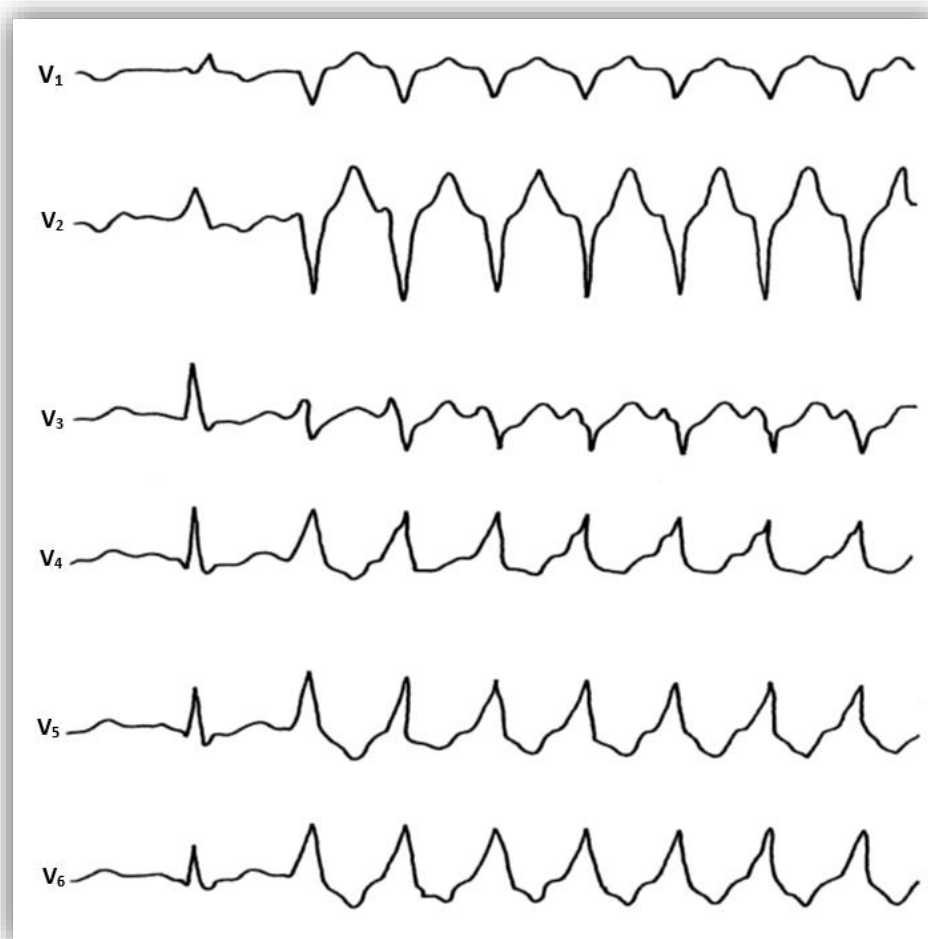


KUVA 24. Eteislepatus (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.2.5 Kammiotakykardia

Rytmihäiriötä, jossa nähdään vähintään kolme peräkkäistä kammiolisälyöntiä rekisteröinnissä, kutsutaan kammiotakykardiaksi. Kammiotakykardiaa voi esiintyä terveessä sydämessä, mutta tavallisemmin sitä esiintyy rakenteellisesti poikkeavassa sydämessä. Kammiotakykardia voi olla lyhyt- tai pitkäkestoinen. Lyhytkestoinen kammiotakykardia kestää kerrallaan korkeintaan 30 sekuntia, eikä potilaalla välttämättä ole minkäänlaisia oireita tänä aikana. Pitkäkestoinen kammiotakykardia, yli 30 sekuntia kestävä, aiheuttaa yleensä potilaalle huimausta ja jopa tajunnanmenetyskohtauksia. Pitkäkestoinen kammiotakykardia voi muuttua lopulta kammiovärinäksi ja johtaa sydämenpysähdykseen. (Yli-Mäyry 2011b, 457-458.)

Kammiotakykardiassa syketaajuus on yli 100 lyöntiä minuutissa ja rytmi on säännöllinen. EKG:ssa nähdään leveä QRS-kompleksi ilman P-aaltoja. (Raatikainen & Mäkyne 2016, 554-555.) Kuvassa 25 kammiotakykardia rintakytkennöissä V₁-V₆.

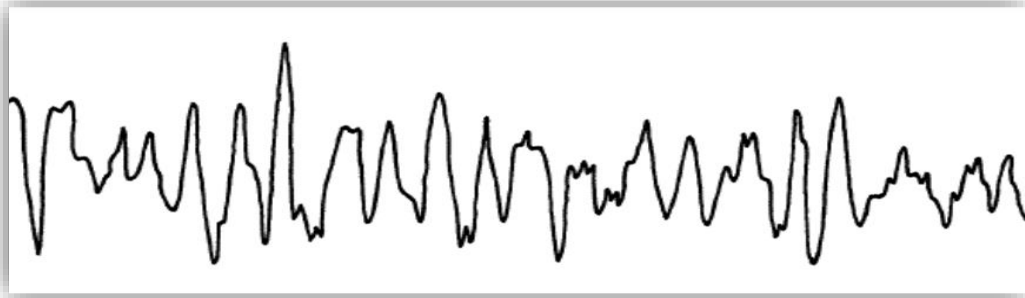


KUVA 25. Kammiotakykardia rintakytkennoissä V₁-V₆ (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.2.6 Kammiovärinä

Kammiovärinäessä sydämen kammiot värisevät kaaosmaisesti, joka johtaa lopulta sydämen normaalin pumppaustoiminnan loppumiseen ja verenkierron romahtamiseen. Kammiovärinän taustalla on yleensä jokin sydänsairaus, kuten sepelvaltimotauti tai akuutti sydäninfarkti. Kammiotakykardia tai hitaat rytmihäiriöt voivat johtaa lopulta kammiovärinään ja pahimmassa tapauksessa potilaan menehtymiseen. (Mäkijärvi 2011, 466-467.)

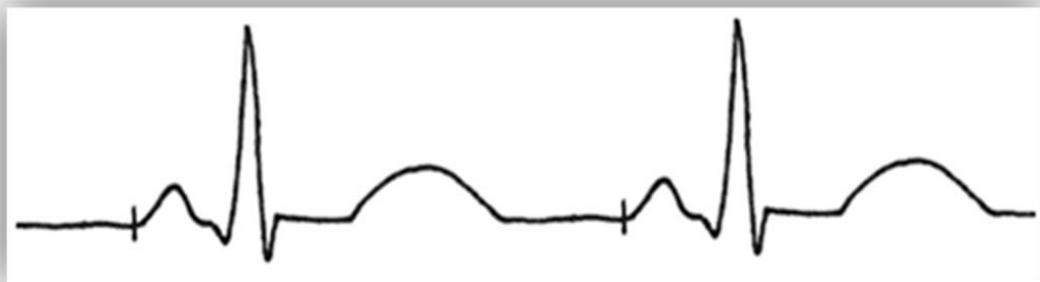
Kammiovärinäessä syketaajuus on erittäin nopea. Kammiovärinä nähdään EKG-rekisteröinnissä epäsäännöllisenä perusviivan aaltoiluna ilman erotettavia P-aaltoja tai QRS-komplekseja (kuva 26). (Raatikainen & Mäkynen 2016, 556-558; Holmström 2012b, 126.)



KUVA 26. Kammiovärinä (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.3 Tahdistimen aiheuttamat muutokset

Tahdistimia on olemassa erilaisia, jotka tahdistavat eteisiä, kammioita tai molempia yhtäaikaaisesti. Eteistahdistin näkyy EKG-rekisteröinnissä piikkinä ennen P-aaltoa ja eteistahdistusta käytetään sinussolmukkeiden häiriöissä (kuva 27). Kammiotahdistin näkyy EKG-rekisteröinnissä piikkinä ennen QRS-kompleksia. Kammiotahdistin on voitu asettaa potilaalle estämään vain hetkelliset hidaslyöntisyyskohtaukset, joten kammiotahdistin piikkejä ei EKG:ssä näy välttämättä säännöllisesti. (Hartikainen 2011, 496-498; Raatikainen ym. 2013b.) Tahdistinpiikki saattaa olla vaikeasti havaittavissa EKG-käyrältä, sillä nykyaikaisilla tahdistinsäädöillä tahdistinpiikki on yleensä pieni. (Nikus 2017).



KUVA 27. Eteistahdistin (Vuorimaa & Rantala 2017)

8.4 QT-ajan muutokset

Pitkä QT-aika voi johtua sydänlihassoluissa olevasta poikkeamasta ionikanavien toiminnassa, joka altistaa vakaville rytmihäiriöille. Pitkän QT-ajan aiheuttajana on yleensä perimässä oleva muutos, mutta myös tietyt lääkeaineet voivat olla aiheuttajana. Oireina ovat rytmihäiriökohtaukset, joihin voi liittyä äkillinen tajunnanmenetys. (Swan ym. 2005, 6-9.) Sydänlihassolujen ionikanavien poikkeava toiminta aikaansaa sydänlihaksen repolarisaation häiriintymisen ja EKG:ssa tämä nähdään poikkeavan pitkänä QT-aikana sekä muuntuneena T-aaltona (Holmström 2012b, 115).

QT-aika täytyy aina suhteuttaa mittaushetkellä olevaan syketasoon, jolloin puhutaan korjatusta QT-ajasta eli QTc-ajasta. EKG-laitteen antamassa mittausraportissa näkyy laskeutu QTc-aika. Pidentynyt QT-aika on kyseessä, kun QTc-aika on naisilla yli 470 ms ja miehillä yli 450 ms. (Swan ym. 2005, 8-9; Nikus 2017.)

8.5 Iskemia- ja infarktimuutokset

Sydäninfarktilla tarkoitetaan sydänlihaksen kuoliota, mutta käytännössä sanaa käytetään koko prosessista, joka johtaa siihen. Sydäninfarktiprosessi saa tavallisesti alkunsa siitä, että sepelvaltimot eivät kykene tekemään tehtäväänsä ja kuljettamaan riittävästi hapekasta verta sydänlihaskudokseen. Prosessi voi saada alkunsa esimerkiksi sepelvaltimoon syntyneestä verihyytymästä, joka tukkii veren virtauksen ja aiheuttaa sydänlihaksen soluille hapenpuutteen eli iskemian. Mikäli tukos jää paikoilleen, se aiheuttaa sydänlihaskudoksen tuhoutumista jo ensimmäisen tunnin aikana. (Phalen 2001, 43.)

EKG:ssä infarktin tunnistaminen perustuu QRS-kompleksin, T-aallon ja ST-välin morfologisten muutosten havaitsemiseen. Muutokset seuraavat infarktin kehittyessä sen kulkua ja ilmenevät yleensä etukäteen ennustettavana kuviona. Muutokset eivät näy jokaisessa kytkennässä, vaan ainoastaan niissä, jotka katsovat kehittyneen infarktin aluetta. (Phalen 2001, 44.) EKG:n avulla voidaan erottaa iskemia infarktista ja paikantaa mahdollinen vaurioitumassa oleva sydänlihaksen alue. (Lehikoinen 2016, 19.)

Iskeemisessä vauriossa solukalvon sähköinen lepopotentiaaliero heikkenee, aktiopotentiaali hidastuu ja lyhenee sekä kuoliassa lopulta häviää. Iskemian ensimmäisessä vaiheessa

repolarisaation nopeuteen tulee muutos, ja repolarisaatio hidastuu. Lievä iskemia ilmenee EKG:ssä vain repolarisaatiota kuvaavan T-aallon muuttumisena. Vauriovirta on syvempiasteisen iskeemisen häiriön ilmentymä. Tässä vaiheessa solun latautumisaste jää pysyvästi vajavaiseksi ja EKG:ssä näkyy ST-välin poikkeama. ST-välin muutosten lisäksi solukalvohäiriöt voivat johtaa myös kammioperäisiin vakaviin rytmihäiriöihin. Kun solun hapenpuute on kestänyt pitkään, noin ½ - 1 tunnin ajan, syntyy infarktikuolio. Kudoksen tuhoutuessa kaikki sähköinen toiminta lakkaa. Ensin kuolioalueen kytkennöissä R-aalto madaltuu ja suuren kuolion merkinä kehittyvä QS-aalto voidaan havaita noin 5-12 tunnin kuluttua sepelvaltimon tukkeutumisesta. (Heikkilä 2003, 255-260.) Taulukosta 3 nähdään iskemian syvyyttä kuvaavia muutoksia EKG:ssa.

TAULUKKO 3. Iskemian syvyyttä kuvaavat muutokset EKG:ssa (Heikkilä 2003, 255, muokattu)

Iskemia-aste	EKG-muutos
Lievä iskemia	T-aallon muutos
Vauriovirta	ST-välin muutos
Kuolio	QRS-heilahduksen muutos

Infarktin tunnistamista opeteltaessa on tärkeää muistaa, ettei jokainen infarkti seuraa samaa kaavaa. Muutokset saattavat esiintyä eri järjestyksessä, joissakin infarkteissa ei näy Q-aaltoa ollenkaan ja joillakin ST-välin nousu saattaa näkyä vielä infarktin jälkeenkin. On myös huomioitava, että myöskään normaali EKG ei sulje pois sydäninfarktin mahdollisuutta. (Phalen 2001, 65.) Epäselvissä tilanteissa aikaisemmin otettu vertailu-EKG tai seurannassa otettava kontrolli-EKG voivat helpottaa poikkeavien muutosten merkityksen arviointia. Toisinaan myös kollegan tai erikoislääkärin konsultointi voi olla tarpeen. (Sydäntautiliitto 2000, 5-6.)

8.5.1 ST-nousuinfarkti

Kun valtimotukos saa aikaan kovan hapenpuutteen, EKG:ssä on nähtävissä ST-välin nousuja. Näitä EKG-muutoksia sanotaan myös vauriovirroiksi ja ne ennakoivat merkittävää solumäärän vaurioitumista, mikäli sydänlihaksen perfuusiota eli läpivirtausta ei saada korjattua muutaman tunnin kuluessa. Näin syntynyttä sydäninfarktia kutsutaan ST-nousuinfarktiksi. Palautumaton seinämävaurio voi kehittyä kolmessa tunnissa, mutta ST-nousuinfarktin koko seinämän läpi ulottuvan kuolion kehittyminen vaatii jopa kuusi tuntia. Vaurioituneista sydänlihassoluista vapautuu verenkiertoon mm. troponiinia, jota käytetään infarktin diagnostiikassa merkkiaineena. (Kettunen 2011a, 265-266.)

8.5.2 Ei-ST-nousuinfarkti

Joskus sepelisuonen seinämän vauriokohtaan ei synnykään täysin virtausta tukkivaa hyytymää vaan ainoastaan osittainen este. Tällöin kyseisen suonialueen sydänlihas kärsii aluksi vain hapen puutteesta, jolloin EKG:ssä nähdään vain ST-välin laskuja tai T-aallon inversiota. Kun virtaus suonessa hidastuu, se osaltaan lisää veren hyytymistä. Hyytymästä saattaa myös irrota osia, jotka kulkevat myötävirrassa suonen latvaosiin aiheuttaen pieniä mikroinfarkteja. Myös mikroinfarktit saattavat aiheuttaa mm. troponiinin vapautumista verenkiertoon, mutta EKG:ssä ei kuitenkaan näy missään vaiheessa ST-välin nousuja. Sydänlihaksen vaurio ja lopullinen sydäninfarkti kehittyvät vaihteittain ja vyöhykkeittäin tukkeutuneen valtimon suonittamalla alueella. (Kettunen 2011a, 266.)

8.6 Infarktin tarkempi tarkastelu

Sydäninfarktin oireet voivat vaihdella suuresti, mutta yleensä tuntemuksena on kova, äkillinen rintakipu, joka voi säteillä käteen tai kaulalle. Joillakin kipu voi tuntua myös ylävatsalla tai selässä. Isossa infarktissa voi oireena olla myös shokki, jolloin ihminen voi olla hyvin kalpea, kylmän hikiinen, hän hengittää nopeasti ja hänen tajunnan tasonsa saattaa laskea. (Nikus 2017; Kettunen 2011a, 249-250.) 10-20%:lla infarktipotilaista ei välttämättä ole rintakipua ollenkaan, vaan pääoireena saattavat olla esimerkiksi hengenahdistus, rytmihäiriö tai tajunnanmenetys. Infarkti todetaan ensin rintakipuanamneesin sekä

EKG:n tulkinnan perusteella. Sydänlihaksen entsyymi- tai markkeritutkimuksien vastaukset saadaan myöhemmin verikokeilla, mutta niitä ei jääda odottamaan hoitopäätöstä tehtäessä. (Kettunen 2011a, 250; Sydäntautiliitto 2000, 4.)

8.6.1 Infarktin eteneminen

Infarktivaurio etenee asteittain lievästä iskemiasta lopulta kuolioon. Infarktin ensimmäisinä minuutteina eli infarktin hyperakuutissa vaiheessa saatetaan havaita korkea T-aalto, joka voi muuttua korkeuden lisäksi myös teräväkärkiseksi. Infarktin akuutissa vaiheessa, eli ensimmäisen tai muutaman ensimmäisen tunnin aikana saattaa esiintyä ST-välin nousu. Se on ensimmäinen merkki sydänlihaskvauriosta. ST-välin poikkeavuus on varhain kehittyvä infarktin viite, jonka nousu voi olla hyvinkin massiivinen infarktin alkutunteina. Se saattaa myös vähentyä pian, jos infarktin kehittyessä on syntynyt täysin mykkä kuolio. Akuutissa vaiheessa on myös mahdollista nähdä T-aallon kääntyminen eli inversio, joka voi olla merkinä iskemiasta. T-aallon inversio voi edeltää ST-välin nousua, mutta on myös mahdollista, että ne esiintyvät samanaikaisesti. (Heikkilä 2003, 260-261; Phalen 2001, 44, 46.) EKG-rekisteröinnissä havaittavia iskemia- ja infarktimuutoksia havainnollistettuna kuvassa 28.



KUVA 28. Iskemia- ja infarktimuutokset. ST-välin lasku (a), korkea T-aalto (b) ja ST-välin nousu (c) (Vuorimaa & Rantala 2017)

Muutaman tunnin kuluttua, kuitenkin vielä akuutissa vaiheessa, voi tulla esiin ensimmäiset merkit sydänlihaksen kudoskuoliosta, joka voidaan tunnistaa patologisen Q-aallon ilmentymisenä. Q-aalto säilyy todisteena infarktista, mutta ajan myötä ST-väli palautuu takaisin isoelektriselle tasolle ja T-aalto normalisoituu (kuva 29). ST-välin muutos vaihtelee selkeästi tunneissa, jolloin T-aallot yleensä syvenevät. Toisinaan ST-välin nousu saattaa myös jäädä pysyväksi tilaksi. Viimeistään kuukausien sisällä T-aallot lähes aina normalisoituvat täysin ja varsinkin pienissä infarkteissa on mahdollista, että Q-aallotkin saattavat kadota. (Phalen 2001, 46; Heikkilä 2003, 260-261; Nikus 2017.)



KUVA 29. Iskeemisen vaurion ikä voidaan arvioida EKG:stä tarkkailemalla QRS-ST-T-muutoksia (Heikkilä 2003, 265, muokattu)

8.6.2 Infarktia muistuttavat tilat

Vasemman kammion hypertrofiassa, kammiorytmeissä ja vasemman puolen haarakatkoksissa QRS-kompleksi ja T-aalto ovat erisuuntaiset. Kun QRS-kompleksi suuntautuu alaspäin, T-aalto suuntautuu ylös ja päinvastoin. Koska T-aalto vaikuttaa vetävän ST-välin mukaansa, ne saattavat näyttää EKG:ssä infarktilta. (Phalen 2001, 126-127.)

Aikainen repolarisaatio saattaa aiheuttaa EKG:hen infarktin tapaisen löydöksen terveillä ja oireettomilla potilailla. Aikaista repolarisaatiota pidetään täysin normaalina ja hyvälaatuisena löydöksenä. (Phalen 2001, 135-136.) Varhaisessa repolarisaatiossa kliininen kuva eroaa infarktista, eikä EKG muutu seurannassa. Kytkennoissä, joissa havaitaan ST-välin nousua, R- ja T-aallot ovat korkeita. (Sydäntautiliitto 2000, 6.) Perikardiitti eli sydänpussin tulehdus saattaa usein näkyä ST-välin nousuna missä tahansa kytkennä, mutta se voi aiheuttaa myös monia muita EKG-muutoksia. (Phalen 2001, 133-134.)

9 OPINNÄYTETYÖN PROSESSI

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin keväällä 2016 aiheiden valinnalla. Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitoksen klinisen fysiologian osasto oli ehdottanut Tampereen ammattikorkeakoulun bioanalytiikko-opiskelijoille opinnäytetyön aiheeksi EKG:n perehdytysmateriaalin kehittämisen. Kiinnostuksemme klinistä fysiologiaa kohtaan auttoi aiheen valinnassa. Tiesimme myös työn olevan hyödyllinen klinisen fysiologian osaston työntekijöille, meille itsellemme sekä muille alan opiskelijoille. Työn toteutuksen aikataulu näkyy taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Opinnäytetyön aikataulu

Opinnäytetyön aikataulu	
Aiheen valinta	Maaliskuu 2016
Opinnäytetyösuunnitelma	Toukokuu 2016
Työelämäpalaveri	Toukokuu 2016
Teoriaosuuden työstäminen	Syyskuu 2016 – Huhtikuu 2017
Tuotoksen suunnittelu ja toteutus	Maaliskuu – Toukokuu 2017
Opinnäytetyön esitysseminaari	Elokuu 2017
Opinnäytetyön julkaiseminen	Syksy 2017

Opinnäytetyöprosessi alkoi ideapaperin ja opinnäytetyösuunnitelman laatimisesta. Keväällä 2016 aloitettiin aiheeseen tutustuminen keräämällä lähdemateriaalia ja olemalla yhteydessä työelämäyhdyshenkilöön. Toukokuun alussa tutustuttiin opinnäytetyön puitteissa klinisen fysiologian osastoon ja sovittiin työn sisällöstä tarkemmin työelämäohjaajan kanssa. Heti prosessin alkuvaiheessa hahmoteltiin myös tulevan perehdytysmateriaalin sisältöä sekä sen toteutustapaa ja ulkoasua. Työelämän yhteyshenkilön kanssa käytiin vuoropuhelua työhön sisällytettävistä EKG- rekisteröinnin löydöksistä. Tarkoituk-

sena oli, että keskeisimmät EKG-löydökset olisivat työssä mukana, menemättä kuitenkaan liian syvälliseen tulkintaan. Perehdytysmateriaalin koostamisessa huomioitiin koko prosessin ajan työn kohderyhmä; EKG:tä rekisteröivät työntekijät, joiden on tärkeää tunnistaa tiettyjä muutoksia EKG-käyrältä, mutta ei tehdä lopullisia diagnooseja potilaan voinnista.

Raporttiosuuden työstäminen aloitettiin syksyllä 2016. Pitkän harjoittelujakson vuoksi raporttiosuuden kirjoittaminen vei odotettua enemmän aikaa, mutta kirjoitusprosessissa pysyttiin kuitenkin laaditussa aikataulussa. Opinnäytetyöprosessin aikana työelämäohjaajaan oltiin yhteydessä säännöllisesti ja saimme myös jatkuvasti palautetta aikaansaannoksesta. Palautteen avulla työtä oli vaivatonta lähteä muokkaamaan entistä järjestelmällisemmäksi ja myös virheet saatiin karsittua pois työn edetessä.

Teoriaosuuteen kerättiin tietoa alan kirjallisuudesta, erilaisista lehtiartikkeleista sekä väitöskirjoista. Perehdyimme myös aihetta koskeviin lakeihin ja asetuksiin, erilaisiin Duodecimin verkkokursseihin sekä Terveyskirjaston aineistoihin. Raporttiosuuden ollessa melkein valmis keväällä 2017, työhön lisättiin tarvittavat kuvat. Aluksi tarkoituksena oli ollut, että kuvat pyydetäisiin valmiina Sydänliitolta, Labquality Oy:ltä tai Kustannus Oy Duodecimilta. Tarkoitukseen sopivia kuvia ei näiltä tahoilta kuitenkaan ollut saatavilla, joten kuvat tuotettiin itse. Kuvat valittiin tarkoin, koska niiden tuli olla mahdollisimman selkeitä ja tarkoituksenmukaisia. Piirsimme EKG-käyrät oppaaseen sisältyvistä löydöksistä ja otimme valokuvat rekisteröinnissä tarvittavista tarvikkeista. Halusimme työssä olevien kuvien olevan laadukkaita ja siihen sopivia. Keväällä 2017 tekeillä olevan opinnäytetyömme ansiosta pääsimme osallistumaan Duodecimin valtakunnalliseen Ajokorttiaineisto-projektiin, joka osaltaan aiheutti lisätyötä opinnäytetyöprosessin rinnalle.

Perehdytysmateriaalin eli oppaan työstäminen aloitettiin keväällä 2017, kun työn teoriaosuus valmistui. Ennen varsinaisen tuotoksen työstämistä olimme tutkineet erilaisia jo olemassa olevia perehdytysmateriaaleja ja -oppaita, ja saimme luotua näin oman näkökulmamme oppaan ulkoasusta, sen tyylistä ja sisällöstä. Oppaan tekoon käytettiin paljon aikaa ja yksityiskohdat viimeisteltiin kohdilleen.

Oppaan ollessa valmis, lähetimme sen arvioitavaksi työelämään. Viimeiset muokkaukset oppaaseen tehtiin kesällä 2017 saadun palautteen avulla. Heinäkuussa 2017 kirjoitimme

muutamia lisäyksiä raporttiosuuteen ja kirjoitimme tiivistelmän, pohdinnan sekä prosessikuvauksen valmiiksi. Ennen opinnäytetyön palauttamista työ annettiin vielä tarkastettavaksi kardiologian erikoislääkäri, professori Kjell Nikukselle, jonka neuvojen mukaan työhön tehtiin vielä joitakin stilistisiä muutoksia.

Valmis opinnäytetyö esitetään elokuussa 2017 Tampereen ammattikorkeakoulun opinnäytetyöseminaarissa ja työn raporttiosuus julkaistaan Theseuksessa. Tuotos luovutetaan toimeksiantajalle paperisena sekä sähköisenä versiona. Toimeksiantajalle annetaan valtuudet tehdä tuotokseen tarvittavia päivityksiä. Tuotos annetaan myös opetuskäyttöön Tampereen ammattikorkeakoululle.

10 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli koostaa kattava perehdytysmateriaali EKG:n perusteista, EKG:n ottamisesta ja yleisempien löydösten tunnistamisesta. Tavoitteena oli oppaan avulla auttaa työntekijää toimimaan EKG-rekisteröintitilanteessa mahdollisimman virheettömästi, oppia tunnistamaan artefaktat sekä varmistaa omalla toiminnallaan laadukkaan rekisteröinnin suoritus. Tuotoksena syntyneestä oppaasta oli tarkoitus tehdä mahdollisimman visuaalisesti houkutteleva ja sisällöltään kiinnostavaksi koottu perehdytysmateriaali.

Opinnäytetyön tuotoksen hahmotteleminen oli vaivatonta, koska olimme tutustuneet erilaisiin jo olemassa oleviin oppaisiin. Vahva näkemyksemme tuotoksen visuaalisesta ilmeestä auttoi luomaan omannäköisemme oppaan. Opinnäytetyön tuotoksena syntyneestä oppaasta tuli raikkaan ja selkeän näköinen kokonaisuus, jossa informatiivisuutta pyrittiin korostamaan mahdollisimman paljon. Oppaan ulkoasusta pyrittiin tekemään yleisilmeeltään lukijaa houkutteleva typografisin keinoin. Luettavuuden helpottamiseksi oppaaseen valittiin selkeät kuvat ja raikas värimaailma. Tavanomaisesta poikkeavalla sivun asettelulla pyrittiin herättämään lukijan mielenkiintoa ja kiinnittämään huomion keskeisiin asioihin. Oppaasta hioutui lopulta stilististen muokkauksien ansiosta selkeä, houkutteleva ja yhtenäinen kokonaisuus.

Kerätyn palautteen avulla oppaan visuaalista ulkonäköä pyrittiin muokkaamaan entistä helppolukuisemmaksi. Ensimmäisessä työelämään lähetetyssä oppaan versiossa käytetyt värisävyt eivät toimineet odotetusti. Vaalean värin ja valkoisen tekstin kontrasti oli tietokoneen näytöllä epäselvä, vaikka se paperisena tulosteena toimikin. Korostamalla kontrastia tekstin ja värien välillä oppaan luettavuutta saatiin parannettua ilman, että haluttu kokonaistyyli muuttui.

Opas suunniteltiin toimeksiantajan toiveiden mukaan toteutettavaksi sekä paperisena että sähköisenä versiona, jolloin työntekijän on mahdollista avata opas esille myös omalta tietokonepäätteeltään. Oppaan käytettävyyttä olisi saattanut lisätä sen tekeminen ensisijaisesti vain digitaaliseen muotoon. Toimeksiantaja antoi kuitenkin täysin vapaat kädet oppaan suunnittelulle, joten halusimme, ettei oppaan lukeminen välttämättä vaadi tietokonetta. Toisaalta opas olisi voinut olla internet-versio, johon olisi ollut mahdollista liittää

myös erilaista liikkuvaa kuvaa, esimerkiksi EKG-käyrän piirtymistä tai lyhyitä videoita tekstin tueksi. Opetusmateriaalina olisi saattanut toimia myös älypuhelimeen asennettava sovellus, jonka avulla opiskelijan olisi helppoa ja mielekästä perehtyä aiheeseen tai testata omaa osaamistaan, paikasta riippumatta. Oma osaamisemme ei olisi riittänyt internetsivun tai älypuhelinsovelluksen luomiseen. Nämä voisivat kuitenkin olla mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

Päädymme tekemään oppaan A4-kokoisena (210 x 297 mm), koska halusimme esittää oppaaseen tulevat asiat selkeästi sivu tai aukeama kerrallaan. Oppaan valmistuttua käytettävyyttä testattiin myös A5-kokoisena (148 x 210 mm), joka osoittautui käyttökelpoiseksi kooksi. Toisaalta A5-kokoinen opaskaan ei ole työntekijän taskussa helposti mukana kulkeva vihkonen, vaan oppaan olisi täytynyt mahdollisesti olla jopa kokoa A6 (105 x 148 mm). Tässä koossa toteutettuna oppaan eri aihealueet olisi täytynyt kuitenkin jakaa useille eri sivuille ja aukeamille luettavuuden ja selkeyden mahdollistamiseksi. Koemme, että opas palvelee käyttötarkoitustaan sekä A5- että A4-kokoisena.

Ongelmia prosessin aikana aiheutti tarkoitukseen sopivien EKG-käyrien löytäminen. Tarkoituksena oli hankkia valmiit esimerkkikuvat löydöksistä Sydänliiton, Labqualityn tai Duodecimin kautta. Opinnäytetyöprosessin aikana selvisi, ettei kuvia ollut mahdollista saada Sydänliiton eikä Labqualityn kautta. Duodecimin kustantamien kirjojen kuvien käyttöön työssämme saimme luvan, mutta kustantamon kirjoissa ei ollut meidän tarpeisiimme sopivia EKG-löydösten kuvia. Lopulta piirsimme tarvitsemamme yksinkertaistetut EKG-käyrät itse, jotka todettiin toimiviksi ja käyttökelpoisiksi. Kuvat palvelivat tarkoitustaan hyvin.

Aiheen rajaaminen oli aluksi haasteellista laajan lähdemateriaalin vuoksi, mutta prosessin edetessä hahmottui selkeät raamit kokonaisuudelle. Haastavaa oli valikoida laajan lähdemateriaalin joukosta luotettavimmat lähdeaineistot. Käytimme työssämme kuitenkin mahdollisimman uusia, monipuolisia ja alkuperäisiä lähteitä työn luotettavuuden takaamiseksi. Työelämältä kerätystä palautteesta oli paljon apua aiheen rajaamisessa, sillä runsaan lähdemateriaalin vuoksi oli haasteellista olla tuottamatta liian yksityiskohtaista tekstiä. Liian yksityiskohtainen teksti ei olisi palvellut työmme kohderyhmää. Kohderyhmä pyrittiin huomioimaan koko kirjoittamisprosessin ajan.

Luotettavuutta tässä opinnäytetyössä lisää myös se, että kirjallisen osuuden sekä oppaan on tarkastanut työelämän ohjaaja Leena Heikkilä ja kardiologian erikoislääkäri, professori Kjell Nikus. Opas on todettu toimivaksi ja käytännönläheiseksi Tampereen Yliopistollisen sairaalan klinisen fysiologian osastolla sekä Seinäjoen Keskussairaalan klinisen fysiologian ja isotooppitutkimusten yksikössä.

Opinnäytetyön ansiosta pääsimme tekemään yhteistyötä Kustannus Oy Duodecimin kanssa Laiteajokorttikoulutus-kokonaisuudessa. Tämän yhteistyön ansiosta saimme myös Kjell Nikuksen työmme tarkastajaksi. Yhteistyö aiheutti opinnäytetyöprosessimme ajalle paljon lisätyötä, mutta periksi antamattomuuden ansiosta onnistuimme mielettämme erittäin hyvin molemmissa projekteissa. Molemmat projektit kehittivät meitä paremmiksi kirjoittajiksi ja koemme yhteistyötaitojemme kehittyneen tämän myötä. Projektien ansiosta syvensimme myös osaamistamme EKG-rekisteröinnissä.

Etukäteen laadittu aikataulu toteutui suunnitelman mukaan, mutta raporttiosuuden sekä oppaan viimeistelyyn kului yllättävän paljon aikaa. Harjoittelun aikana kirjoittamisprosessi oli katkonaista, mikä aiheutti omat haasteensa tekstin sujuvaan tuottamiseen, vaatien aina uuden orientoitumisen prosessiin. Lyhyet tauot kirjoittamisen välissä kuitenkin osaltaan auttoivat tekstiosuuden työstämisessä, mahdolliset puhekielisyydet olivat vaivattomampia havaita ja lopulta kokonaisuus saatiin jalostettua mahdollisimman yhtenäiseksi.

Toimeksiantajan odotukset täytettiin tekemällä työ mahdollisimman huolellisesti ja ottamalla kaikki toiveet ja kommentit huomioon, kuitenkin tehden työstä oman näköisemme. Opinnäytetyön tuotoksesta saadun palautteen perusteella oppaan toteutus oli kokonaisuudessaan erittäin hyvin onnistunut. Uskomme, että tästä opinnäytetyöstä on hyötyä tuleville terveysalan opiskelijoille sekä EKG:n parissa työskenteleville.

LÄHTEET

- Alapappila, A., Hasu, R. & Mutikainen, A. 2007. Sydämen rytmihäiriöt ja liikunta. Pro – luotettavaa tietoa terveydenhuollon ammattilaisille. Suomen Sydänliitto ry.
- Antila, K. & Hartiala, J. 2012. Verenkierron fysiologiaa ja patofysiologiaa. 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. 154-169.
- Aro, A. & Parikka, H. 2015. EKG-poikkeavuuksien kliininen merkitys. Lääkärilehti. 70 (6). 301–307.
- Barcsay, J. 2004 Anatomia opas taiteilijalle. 5. painos. Helsinki: WSOY.
- Bourne, M. 2010. Math of ECGs: Fourier Series. Luettu 1.4.2017. <http://www.int-math.com/blog/mathematics/math-of-ecgs-fourier-series-4281>
- Harold, C. E., Hamel, K. A., Kovach, P., Bilotta, K., & DeZego, T. 2005. ECG interpretation. Ambler, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hartikainen, J. 2011. Tahdistinhoidon periaatteet hitaan sydämen tahdistuksessa. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 495-498.
- Heikkilä, J. 2003. Sydäninfarkti ja iskemia. Teoksessa: Heikkilä, J & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 254-309.
- Holmström, P. 2012a. Sydämen ja verenkierron rakenne ja toiminta. Teoksessa: Vauhkonen, I. & Holmström, P. (toim.) Sisätaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 8-16.
- Holmström, P. 2012b. Johtumis- ja rytmihäiriöt. Teoksessa: Vauhkonen, I. & Holmström, P. (toim.) Sisätaudit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 104-127.
- Holmström, P. & Puolakka, J. 2013. EKG – perusteet ja tulkinta. Teoksessa: Kuisma, M., Holmström P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) Ensihoito. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 137-151.
- Huovila, T. 2006. ”Look” - visuaalista viestisi. Hämeenlinna: Inforviestintä Oy.
- James, S. & Nelson, K. 2011. ECG Interpretation. Lontoo: JP Medical Ltd.
- Junttila, J. & Mäkiäallio, T. 2016. Sydämen toiminnan säätely. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 58-61.
- Kangas, P. & Hämäläinen, J. 2007. Perehdyttämisen suunnittelu ja toteutus. 1.painos. Työturvallisuuskeskus TTK: Nykypaino Oy.

- Kasvi, J. & Vartiainen, M. 2000. Organisaation muisti – tieto työn tukena. Helsinki: Oy Edita Ab.
- Kettunen, R. 2011a. Sepelvaltimotauti ja sydäninfarkti. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parkkila, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 249-284.
- Kettunen, R. 2011b. Sydämen ja verenkierron toiminta. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 19-34.
- Kjelin, E. & Kuusisto, P-C. 2003. Tulokkaasta tuloksentehtäväksi. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Kupias, P. & Peltola, R. 2009. Perehdyttämisen pelikentällä. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press / Palmenia.
- Kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos. 2016. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin verkkosivut. Päivitetty: 6.9.2016. Luettu: 1.5.2017. http://www.pshp.fi/fi-FI/Toimipaikat/Kuvantamiskeskus_ja_apteekkiliikelaitos
- Laine, M. 2011. Sydänfilmi eli EKG. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 41-43.
- Lehikoinen, M. 2016. EKG:n tulkinnan perusteet. Kurssimateriaali 30.11.2016. Medstore. Seinäjoki.
- Loiri, P. & Juholin E. 1998. Huom! Visuaalisen viestinnän käsikirja. 2.painos. Jyväskylä: Inforviestintä Oy.
- Lund, J. & Mäkijärvi, M. 2016. Sydämen lisälyönnit. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 482-491.
- Mäkijärvi, M. 2003a. EKG:n rekisteröinti ja tulkinta. Teoksessa: Heikkilä, J & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 40-66.
- Mäkijärvi, M. 2003b. Eteislepatus & Eteisvärinä. Teoksessa: Heikkilä, J & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 387-400.
- Mäkijärvi, M. & Heikkilä, J. 2003. EKG:n perusteet. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 16-37.
- Mäkijärvi, M. 2011. Rytmihäiriöt. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 404-485.
- Mäkynen, H. & Mäkijärvi, M. 2016. Sydämen sähköinen toiminta. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 47-56.

Nikus, K. & Mäki­järvi, M. 2016. EKG. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 123-139.

Nikus, K. kardiologian erikoislääkäri, professori. 2017. Oppaamme EKG-rekisteröinti. Sähköpostiviesti. kjell.nikus@sydänsairaala.fi. Luettu 13.8.2017.

Parikka, H. 2011. Rytmihäiriöt. Teoksessa: Mäki­järvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 467-475.

Parkkila, S. 2016. Sydämen rakenne ja toiminta. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 12-38.

Partanen, J. 2000. Sydämen ja verenkierron rakenne ja toiminta. Teoksessa: Nieminen, M., Kaartinen, M., Partanen, J., Romo, M., Strandberg, T. & Vanhanen, H. Suomalaisen sydänkirja. Helsinki: Tammi. 10-29.

Phalen, T. 2001. EKG ja akuutti sydäninfarkti. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Pesonen, S. & Tarvainen, J. 2003. Julkaisun tekeminen. 1. painos. Porvoo: Docendo Finland Oy.

Raatikainen, P., Mäki­järvi, M. & Parikka, H. 2008. EKG-kytkennät, -heilahdukset ja -aikaintervallit. Teoksessa: Mäki­järvi, M., Parikka, H., Raatikainen, P. & Heikkilä, J. (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 8-13.

Raatikainen, P. 2011. Rytmihäiriöt. Teoksessa: Mäki­järvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 404-485.

Raatikainen, P., Parikka, H. & Mäki­järvi, M. 2013a. EKG:n perusteet ja systemaattinen tulkinta. Duodecim Oppi­portti. Verkkokurssi. Kustannus Oy Duodecim. Julkaistu 7.1.2013. Luettu 16.4.2016.

Raatikainen, P., Parikka, H. & Mäki­järvi, M. 2013b. EKG ja hitaat rytmihäiriöt. Duodecim Oppi­portti. Verkkokurssi. Kustannus Oy Duodecim. Julkaistu 19.12.2013. Luettu 19.11.2016.

Raatikainen, P. & Uusimaa, P. 2016. Eteis­le­patus. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 518-526.

Raatikainen, P., Lehto, M. & Huikuri, H. 2016. Eteisvärinä. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 528-552.

- Raatikainen, P. & Mäkynen, H. 2016. Kammiotakykardiat. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 554-579.
- Riski, H-M. 2004. EKG-rekisteröinti. EKG-käyrän teknisen laadun arviointi. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitos. Väitöskirja.
- Riski, H-M. 2011a. EKG-rekisteröinti (osa 1). Moodi 35 (2), 60-67.
- Riski, H-M. 2011b. EKG-rekisteröinti (osa 2a). Moodi 35 (4), 124-127.
- Riski, H-M. 2011c. EKG-rekisteröinti (osa 2b). Moodi 35 (5), 167-171.
- Riski, H-M. terveystieteiden tohtori. 2017. EKG-artefaktit ja tulkinta. Luento. Valtakunnallinen vieritutkimuspäivä. 10.5.2017. Tampere. Labquality Oy.
- Swan, H., Alapappila, A., Vanhanen, H., Salo, L., Nuotio, M-L., Laitinen, P., & Tainio, V-M. 2005. Pitkä QT-oireyhtymä. Suomen Sydänliitto ry.
- Sydäninfarktin diagnostiikka. 2014. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Luettu 4.6.2017. <http://www.kaypahoito.fi>
- Sydäntautiliitto. 2000. Sydäninfarktin trombolyyssihoito. Koulutuskansio terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Pirkanmaan Sydänpiiri r.y.
- Työturvallisuuslaki. Annettu Helsingissä 23.8.2002/738. 14§. Luettu 5.4.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2002/20020738>
- Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista. 24.6.2010/629. 24 §. Luettu 4.4.2017. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100629>
- Viitala, R. 2003. Henkilöstöjohtaminen. 2.-3. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Viitasalo, M. 2003. Hitaat rytmihäiriöt. Teoksessa: Heikkilä, J. & Mäkijärvi, M. (toim.) EKG. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 422-439.
- Vilkkä, H. 2006. Tutki ja havainnoi. 1.-2. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Vilkkä, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Vuorimaa, E. & Rantala, S-M. 2017. Kuvat 4-6, 8, 10-28 ja taulukko 2.
- Yli-Mäyry, S. 2011a. Kammiolisälyöntien hoito. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 412-416.

Yli-Mäyry, S. 2011b. Kammiotakykardia & Terveen sydämen (idiopaattinen) kammiotakykardia. Teoksessa: Mäkijärvi, M., Kettunen, R., Kivelä, A., Parikka, H. & Yli-Mäyry, S. (toim.) Sydänsairaudet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 457-461.

Ylitalo, K. & Viitasalo, M. 2016. Hitaat rytmihäiriöt. Teoksessa: Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.) Kardiologia. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 454-464.