

Opinnäytetyö (AMK)

Sairaanhoitajakoulutus

2020

Aku Heinonen

EKG-KORTTI ENSIHOIDON JA PÄIVYSTYKSEN UUSILLE TYÖNTEKIJÖILLE TYKS AKUUTTIIN

– Kirjallisuuskatsaus

Aku Heinonen

EKG-KORTTI ENSIHOIDON JA PÄIVYSTYKSEN UUSILLE TYÖNTEKIJÖILLE TYKS AKUUTTIIN

– Kirjallisuuskatsaus

Tutkimusten mukaan hoitajien sydänsähkökäyrän rekisteröinnissä on ollut puutteita (Riski 2004). Hoitajat ovat myös itse kokeneet epävarmuutta sydänsähkökäyrän tulkinnassa ja arvioinnissa, mikä he kokevat johtuvan vähäisestä kokemuksesta sydänsähkökäyrien tulkinnasta (Nickasch ym. 2016). Tarkoituksena oli selvittää sydänsähkökäyrän rakenne, sen rekisteröinnin perusteet ja yleisimmin tavatut sydämen rytmihäiriöt sekä niiden tyypillisimmät muutokset. Tavoitteena oli luoda työkalu sydänsähkökäyrän tulkintaan ja rytmihäiriöiden arviointiin, joka tukee hoitajan systemaattista sydänsähkökäyrän tulkitsemista, toimii muistin tukena rytmihäiriöitä arvioitaessa ja näin helpottaa työntekeä.

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tietoa haettiin useista alalla käytössä olevista tietokannoista ennalta valittujen hakusanojen mukaisesti. Kerätystä tiedosta muodostui ajantasainen kuva sydänsähkökäyrästä, sen rekisteröinnistä ja rytmihäiriöistä. Tämän tiedon pohjalta tuotettiin taskukokoinen EKG-kortti erityisesti ensihoidon ja päivystyksen uusille työntekijöille Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin Tyks Akuuttiin, jonka toimeksiannosta opinnäytetyö tehtiin. EKG-kortti on kaksipuoleinen, jonka toisella puolella on perustiedot sydänsähkökäyrästä, sen osien kestosta ja koosta, elektrodien sijoittelusta, vaurioiden paikantamisesta sydämessä ja sydämen sähköisen akselin määrittämisestä. Toisella puolella on mallikuvia rytmihäiriöistä ja niiden tyypillisimmistä muutoksista.

ASIASANAT:

elektrokardiografia, elektrokardiogrammi, ekg, sydänsähkökäyrä, rytmihäiriö, ensihoito, akuuttihoito

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Nursing

Spring 2020 | 71 pages, 6 pages in appendices

Aku Heinonen

A ECG-CARD FOR NEW EMERGENCY SERVICES AND CARE WORKERS FOR TYKS ACUTE

– Literature review

Studies have shown that there have been deficiency in the registration of electrocardiogram by nurses (Riski 2004). Nurses themselves have also experienced uncertainty in the interpretation and evaluation of the electrocardiogram, which they feel is due to limited experience in the interpretation of electrocardiograms (Nickasch et al. 2016). The purpose was to find out the basics of the electrocardiogram and its registration and the most commonly found cardiac arrhythmias, as well as their most typical changes. The aim was to create a tool for the interpretation of the electrocardiogram and the assessment of arrhythmias, which supports the nurses systematic interpretation of the electrocardiogram, acts as a memory aid in the assessment of arrhythmias and thus facilitates work.

The thesis was carried out as a descriptive literature review. Information was retrieved from several databases according to preselected keywords. The collected data formed an up-to-date picture of the electrocardiogram, its registration and arrhythmias. Based on this information, a pocket-sized ECG card was produced, especially for new emergency and acute care personnel to The Hospital District of Southwest Finland for Tyks Acute, on whose commission by the thesis was made. The ECG card is double-sided, with the other side providing basic information about the electrocardiogram, the duration and size of its parts, the placement of the electrodes, locating the lesions in the heart and determining the electrical axis of the heart. On the other side are model images of arrhythmias and their most typical changes.

KEYWORDS:

electrocardiography, electrocardiogram, ecg, arrhythmia, dysrhythmia, emergency care, acute care

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	10
3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	11
3.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	11
3.2 Aineiston keruu	11
3.3 Aineiston käsittely ja analysointi	12
4 SYDÄNSÄHKÖKÄYRÄ	13
4.1 Rakenne	13
4.2 Osat	15
4.3 Raajakytkennät	17
4.4 Rintakytkennät	20
4.5 Sähköinen akseli	21
4.6 3- ja 5-kytkentäinen EKG	23
4.7 Laadukas rekisteröinti	24
5 RYTMIHÄIRIÖT	26
5.1 Normaalit rytmit	27
5.1.1 Normaali sinusrytmi	27
5.1.2 Sinusbradykardia	27
5.1.3 Sinustakykardia	28
5.2 Eteisperäiset rytmihäiriöt	28
5.2.1 Eteisvärinä	28
5.2.2 Eteislepatus	29
5.2.3 Supraventrikulaarinen takykardia	30
5.2.4 Eteislisälyönti	31
5.3 Kammioperäiset rytmihäiriöt	32
5.3.1 Kammiotakykardia	32
5.3.2 Kääntyvien kärkien kammiotakykardia	33
5.3.3 Kammiovärinä	33
5.3.4 Junktionaalinen rytmi	34
5.3.5 Kammiolisälyönti	35

5.4 Sydämen sähkörataan liittyvät rytmihäiriöt	35
5.4.1 Sairas sinus -oireyhtymä	35
5.4.2 Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos	36
5.4.3 Toisen asteen eteis-kammiokatkos	37
5.4.4 Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos	38
5.4.5 Vasen haarakatkos	39
5.4.6 Oikea haarakatkos	39
5.5 Sairaustiloihin liittyvät rytmihäiriöt	40
5.5.1 Asystole	40
5.5.2 Pulssiton sähköinen toiminta	41
5.5.3 STEMI ja NSTEMI	41
5.5.4 Pitkä QT -oireyhtymä	43
5.5.5 Wolff-Parkinson-White -oireyhtymä	43
5.5.6 Keuhkoembolia	44
5.5.7 Elektrolyyttitasapainon häiriöt	45
5.5.8 Tahdistinrytmi	47
6 EKG-KORTTI	52
6.1 Sydänsähkökäyrä, sen osat ja nauhanopeus	53
6.2 Systemaattisen tulkinnan muistilista	53
6.3 Raaja- ja rintakytkennät	54
6.4 Vaurion paikannustaulukko, sydämen akselit ja sen poikkileikkaus	54
6.5 Viivaimet	54
6.5.1 Kammiotaaajuusviivain	55
6.5.2 Korjatun QTc -ajan viivain	56
6.6 Rytmit	56
7 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS	58
8 POHDINTA	60
LÄHTEET	64
LIITTEET	

Liite 1. Tiedonhakupöytä.

Liite 2. EKG-kytkentöjen eri nimeämistapojen vertailu.
Liite 4. Tyks Akuutin EKG-kortin graafiset peruselementit.
Liite 3. EKG-kortti.

KAAVAT

Kaava 1. Bazettin kaava.	16
Kaava 2. Korjatun QT-ajan yhteys mitattuun QT-aikaan.	17
Kaava 3. Kammiotaaajuus.	55
Kaava 4. R-R-välin (supistus) ollessa 50 mm, kammiotaaajuus on 60/min.	55

KUVAT

Kuva 1. Sydänsähkökäyrän osat ja niiden kestot.	14
Kuva 2. Nauhanopeus 50 mm/s ja vahvistus 10 mm/mV.	14
Kuva 3. Ensisijaiset raajakytkentöjen sijainnit.	19
Kuva 4. Raajakytkentöjen muodostamat parit.	19
Kuva 5. Rintaelektrodien sijoittelu.	20
Kuva 6. Rintaelektrodit suhteessa sydämen poikkileikkaukseen.	21
Kuva 7. Sydämen sähköinen akseli ja raajakytkentöjen katselusuunnat.	22
Kuva 8. Elektrodien sijoittelu 3-, 5- ja EASI-kytkentäisissä järjestelmissä.	23
Kuva 9. Normaali sinusrytmi.	27
Kuva 10. Sinusbradykardia.	28
Kuva 11. Sinustakykardia.	28
Kuva 12. Eteisvärinä.	29
Kuva 13. Eteislepatus 2:1 johtumisella.	30
Kuva 14. Supraventrikulaarinen takykardia (AVNRT).	30
Kuva 15. Eteislisälyönti, kuvassa 2. ja 5. kompleksi.	31
Kuva 16. Kammiotakykardia.	32
Kuva 17. Kääntyvien kärkien kammiotakykardia.	33
Kuva 18. Kammiovärinä.	33
Kuva 19. Junktionaalinen rytmi.	34
Kuva 20. Kammiolisälyönti.	35
Kuva 21. Sairas sinus -oireyhtymä, jossa hetkellinen sinustauko.	36
Kuva 22. Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos.	37
Kuva 23. Toisen asteen eteis-kammiokatkos, Mobitz 1.	37
Kuva 24. Toisen asteen eteis-kammiokatkos, Mobitz 2.	38
Kuva 25. Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos, totaaliblokki.	38
Kuva 26. Vasemman haarakatkoksen merkit rintakytkennöissä C1 ja C6.	39
Kuva 27. Oikean haarakatkoksen merkit rintakytkennöissä C1 ja C6.	40
Kuva 28. Asystole.	40
Kuva 29. Pulssiton sähköinen toiminta.	41
Kuva 30. ST-nousuinfarkti.	42
Kuva 31. Sydänlihaskvaurion paikannustaulukko.	42
Kuva 32. Pitkä QT-oireyhtymä.	43
Kuva 33. Wolff-Parkinson-White -oireyhtymässä esiintyvä delta-aalto.	44
Kuva 34. Keuhkoembolian merkit I- ja III-raajakytkennöissä.	44

Kuva 35. Hypokalemian (vasen) ja hyperkalemian (oikea) merkit.	45
Kuva 36. Hypokalsemian (vasen) ja hyperkalsemian) merkit.	46
Kuva 37. Eteistahdistus.	47
Kuva 38. Kammiotahdistus.	47
Kuva 39. Eteis- ja kammiotahdistus.	47
Kuva 40. EKG-kortti, A-puoli (vasen) ja B-puoli (oikea).	52
Kuva 41. Havaintokuva rytmihäiriön polkujen muokkaamisesta Inkscapessa.	61

KUVIOT

Kuvio 1. Kammiotaajuuden vaikutus QT-aikaan.	17
--	----

TAULUKOT

Taulukko 1. Sydämentahdistimen kirjainkoodaus kirjaimet 1-4.	48
Taulukko 2. Sydämentahdistimen kirjainkoodaus kirjain 5.	48
Taulukko 3. Yleisimmin käytetyt tahdistimet ja tahdistustavat.	50
Taulukko 4. Kammiotaajuuden vaikutus etäisyyksiin sydänsähkökäyrällä.	56

1 JOHDANTO

Hoitajien sydänsähkökäyrän rekisteröinnin teknisessä osaamisessa on havaittu puutteita. Erityisesti elektrodien sijoittelu ja sydänsähkökäyrän laadulliset virheet ovat aiheuttaneet ongelmia. (Riski 2004, 129–132.) Hoitajat kokevat myös epävarmuutta sydänsähkökäyrän tulkinnassa ja arvioinnissa, minkä he kokevat olevan seurausta sydänsähkökäyrien niukasta tulkinnasta (Nickasch ym. 2016, 418–422). Toisaalta eräässä tehosastolla, sydänvalvonnassa, sydänvuodeosastolla ja päivystyksyksikössä tehdyssä tutkimuksessa hoitajien sydänsähkökäyrän tietotaito on arvioitu korkeaksi (Tahboub & Yilmaz 2019, 83).

Elektrokardiografian eli sydänsähkökäyrän rekisteröiminen kuuluu jokaisen potilaan perustutkimuksiin peruselintoimintojen häiriöissä. Se onkin yksi käytetyimmistä tutkimismenetelmistä akuutisti sairastuneilla potilailla. Sydänsähkökäyrälle piirtyvät muutokset aiheutuvat sydämessä kulkevista aktiopotentiaaleista. Ensisijaisesti sydänsähkökäyrällä tutkitaan sydämen ja verenkierron tilaa, mutta se auttaa myös muiden elinten ja elinjärjestelmien oireiden taustojen selvittelyssä. (Jevon 2010, 649; Peate & Wild 2012, 331; Jormakka & Kettunen 2019, 10; McStay 2019, 756.) 12-kytkentäinen EKG on myös keskeisessä roolissa sydän- ja verisuonitautien arvioinnissa ja hoidon toteutuksessa perusterveydenhuollossa (Crawford & Doherty 2010, 622; Vauhkonen & Holmström 2019, 26).

Tyks Akuutti vastaa sairaalan ulkopuolisen ensihoidon ja ympärivuorokautisten päivystyspalveluiden tuottamisesta Turun yliopistollisen keskussairaalan ja koko Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin alueella. Työntekijöille järjestetään säännöllisesti viikko- ja kuukausikoulutuksia eri aiheista, joiden sisältöön he ovat itse voineet vaikuttaa. Työntekijät Tyks Akuutissa ovat kokeneet sydänsähkökäyrän ja sen tulkinnan yhdeksi halutuimmaksi koulutusaiheeksi. Kyseessä on siis ajankohtainen ja toivottu aihe ensihoidossa ja päivystyksessä.

Tarkoituksena on kartoittaa tietoa sydänsähkökäyrästä ja rytmihäiriöistä kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla, jonka pohjalta kehitetään EKG-kortti käytännön hoitotyön tueksi ja apuvälineeksi erityisesti uusille työntekijöille Tyks Akuuttiin. Tavoitteena on tuotettavan työkalun myötä tukea hoitajan systemaattista sydänsähkökäyrän tulkittamista, toimia muistin tukena rytmihäiriöitä arvioitaessa ja näin helpottaa työntekoa.

Tutkimuksen mukaan tarkistuslistan käyttö vähensi sydänsähkökäyrän analysoinnissa tapahtuvien virheiden määrää (Sibbald, de Bruin & van Merrienboer 2013). Toisaalta tuoreemmassa tutkimuksessa on havaittu, että tarkistuslistan käytöllä ei ollut vaikutusta analysoinnin tarkkuuteen (Reihani ym. 2019).

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää sydänsähkökäyrän rekisteröimisen ja rakenteen yleiset periaatteet sekä yleisimmin tavattuja rytmihäiriöitä ja niiden tyypillisimpiä muutoksia sydänsähkökäyrässä. Kerätystä tiedosta muodostuu erityisesti ensihoidon ja päivystyksen uusille työntekijöille suunnattu EKG-kortti Tyks Akuuttiin, jonka toimeksiantosta opinnäytetyö tehdään.

Uudella työntekijällä tarkoitetaan henkilöä, joka ei ole aikaisemmin työskennellyt kyseisessä yksikössä tai, jonka työkokemus on vielä melko vähäistä. Kortti on ensisijaisesti tarkoitettu hoitajien käyttöön. Opinnäytetyössä hoitajalla tarkoitetaan ketä tahansa hoitotyössä toimivaa ja potilastyöhön osallistuvaa laillistettua tai nimikesuojattua terveydenhuollon ammattihenkilöä (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994; Asetus terveydenhuollon ammattihenkilöistä 564/1994).

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda työkalu sydänsähkökäyrien tulkintaan ja rytmihäiriöiden arviointiin. Työkalu tukee hoitajan systemaattista sydänsähkökäyrän tulkitsemista, toimii muistin tukena rytmihäiriöitä arvioitaessa ja näin helpottaa työntekoa.

Opinnäytetyössä haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Mikä on sydänsähkökäyrä, miten se rekisteröidään, ja miten se muodostuu?
2. Mitä ovat sydämen rytmihäiriöt?
3. Millainen EKG-kortti rakentuu kirjallisuuden mukaan?

3 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

3.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyön myötä muodostuva EKG-kortti perustuu kirjallisuuskatsaukseen (eng. *literature review*). Kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan aiempaan tutkimuskirjallisuuteen perustuvaa tiedonhakua, jossa käytetään ennalta valittuja ja raportoitavia hakusanoja. (Salminen 2011, 4.) Kirjallisuuskatsauksella haetaan ratkaisuja opinnäytetyössä esitettyihin kysymyksiin etsimällä ja kokoamalla aiheen aikaisempaa tutkittua tietoa ja teorioita (Kananen 2015, 82). Tässä opinnäytetyössä kirjallisuuskatsaus on toteutettu kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus pyrkii kuvaamaan käsiteltävää aihetta laajasti ja tietoa kokoavasti pyrkien samalla muodostamaan yleiskuvaa tutkittavasta aiheesta (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 72; Salminen 2011, 7).

3.2 Aineiston keruu

EKG-kortin tietoperustaksi kerätty aineisto koostuu ajankohtaisista tieteellisistä julkaisuista ja alalla aihetta käsittelevistä oppikirjoista niin hoitotyöstä kuin lääketieteestäkin. Aineisto kerättiin tekemällä kuvailevaa kirjallisuuskatsausta niin kotimaisissa kuin ulkomaisissa alan kannalta keskeisissä tietokannoissa, joita opinnäytetyössä olivat Cinahl Complete, JBI CONNECT, Medic ja PubMed. Hakua tehtiin myös Google Scholarissa. Opinnäytetyössä esitetyt kysymykset olivat laajat, minkä vuoksi kirjallisuuskatsauksessa käytettiin yläkäsitteitä hakusanoina, joilla tavoiteltiin yleistettävän ja edustavan aineiston kokoamista esitettyihin kysymyksiin vastaamista varten. Hakusanat muodostettiin käyttäen Boolean operaattoreita, esimerkiksi *sydänsähkökäyrä tai ecg tai ekg JA hoitotyö tai hoitaja (electrocardiogram or ecg or ekg AND nursing or nurse)*.

Kirjallisuuskatsauksen ajantasaisuuden, luotettavuuden ja saatavuuden vuoksi tehtiin tiettyjä rajauksia tehtyihin hakuihin. Kaikissa hakusanoilla tehdyissä hauissa tulokset rajattiin vain vuoden 2010 aikana tai jälkeen julkaistuihin ja vain niihin, joista oli kokoteksti saatavilla. Tulosten kieli rajattiin suomeen tai Englantiin tulosten hyödynnettävyyden varmistamiseksi. Suomalaisessa Medic -tietokannassa hakuja tehtiin myös hakusanojen synonyymeja käyttäen laajemman hakutuloksen saamiseksi, mutta käytännön eroa ilman synonyymeja tehtyyn hakuun ei kuitenkaan ollut. Boolean operaattoreista poikkeavaa

hakua tehtiin tieteellisten julkaisujen hakupalvelu Google Scholarista käyttäen samoja hakusanoja kuin perinteisistä tietokannoista haettaessa. Katsauksen myötä valituilla hakusanoilla saatiin 652 (18 452) hakutulosta (Liite 1).

Hakutuloksista valittiin artikkelit joko otsikon, tiivistelmän tai sisällön perusteella. Opin- näytetyötä varten valittiin 59 artikkelia, joista suurin osa tekstin tai otsikon perusteella. Cinahl Completesta otsikon perusteella valitut artikkelit käsittelivät pääosin 12-kytkentäisen EKG:n rekisteröinnin perusteita ja käytännön osaamista, kun taas Medicistä otsikon perusteella valitut käsittelivät kliinistä tutkimista ja tulkintaa yleisimmissä potilasryhmissä sekä erilaisia rytmihäiriöitä. Tiivistelmän tai tekstin perusteella valittujen artikkeleiden tuli sisältää tutkimuskysymysten kannalta keskeisiä avainsanoja, kuten sydänsähkökäyrä, rytmihäiriö tai tarkistuslista. Kaikkien artikkeleiden kohdalla arvioitiin muun muassa myös artikkelin julkaisupaikkaa ja kirjoittajien asiantuntijuutta. Vertaisarvioidut artikkelit olivat ensisijaisia valintoja, vaikka kaikista artikkeleista ei vertaisarviointia ollut tehty. Kaikista hakutuloksista muodostettiin tiedonhakutaulukko (Liite 1).

3.3 Aineiston käsittely ja analysointi

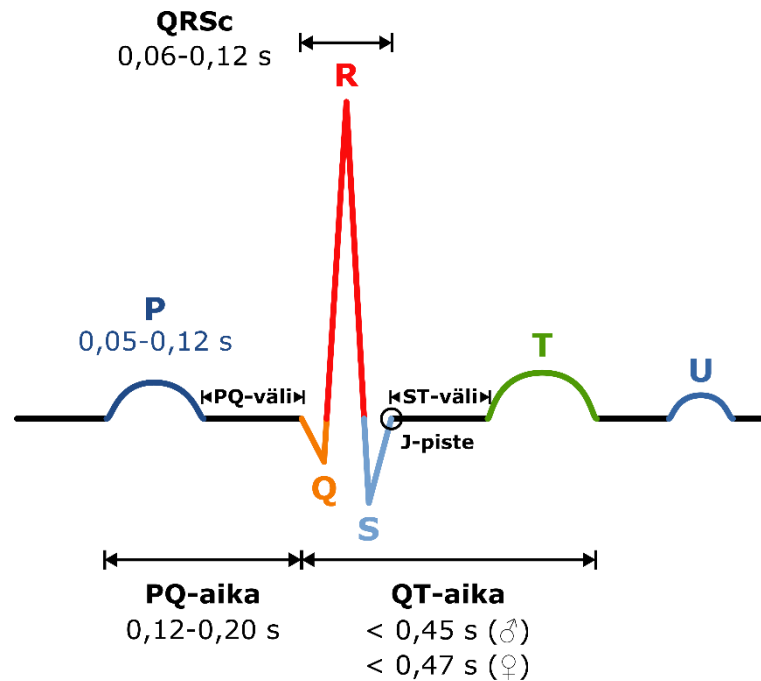
Kirjallisuuskatsauksella saatu aineisto analysoitiin induktiivisesti eli aineistolähtöisesti sisällönanalyysin yleisten periaatteiden mukaisesti. Aineisto jaoteltiin teemoittain tiettyä aihealuetta koskeviksi kokonaisuuksiksi, jotka toimivat myös analyysiyksikköinä sisällön analyysissa. Toisistaan erotettavia kokonaisuuksia olivat sydänsähkökäyrän rekisteröinti, sydänsähkökäyrän osat ja tulkinta sekä rytmihäiriöihin. Kerättyyn aineistoon tutustuttiin käymällä jokainen yksittäisen teeman artikkeli läpi pyrkien samalla rakentamaan yleiskuvaa teeman aiheena olevasta asiasta. Artikkeleista etsittiin yhdistäviä tekijöitä ja näitä vertailtiin sekä yhdisteltiin. Luotettavuuden arviointi kuului osana aineiston osien valintaan, mutta sitä tapahtui myös samanaikaisesti tutustuttaessa kerättyyn aineistoon. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 134–135.) Saman asian esiintyminen useassa eri artikkelissa antaa viitteitä ilmiön yleisyydestä, mikä lisää luotettavuutta.

4 SYDÄNSÄHKÖKÄYRÄ

Elektrokardiografialla (EKG; eng. *electrocardiography, ECG*) tarkoitetaan tutkimusta, jolla selvitetään sydämen sähköistä toimintaa. Tutkimus tehdään siihen tarkoitettulla laitteella, jolla voidaan seurata reaaliaikaisesti elektrokardiogrammia eli sydänsähkökäyrää tai tulostaa sydänsähkökäyrä paperille tietyltä ajanhetkeltä. Laite rekisteröi sydämen sähköistä toimintaa raajoihin ja rintakehälle kiinnitettyjen elektrodien avulla. Sydämen sähköisellä toiminnalla tarkoitetaan sydämessä ilmeneviä sydänlihasta supistavia sähköisiä impulsseja eli sähkövirtaa, joita pystytään rekisteröimään mittaamalla elektrodien välisiä potentiaalieroja. (Jevon 2010, 649; Peate & Wild 2012, 331; Jormakka & Kettunen 2019, 10; Mäkijärvi 2019.)

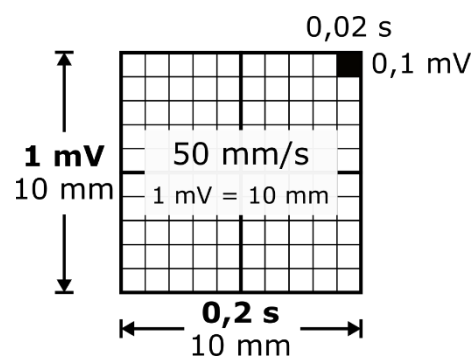
4.1 Rakenne

Sydämen sähköinen toiminta synnyttää potentiaalieroja, jotka pystytään kuvaamaan graafisesti sydänsähkökäyrän muodossa. Sähköisen toiminnan laukaisee normaalisti sydämen johtumisjärjestelmään kuuluva sinussolmuke oikean eteisen yläosassa, josta syntyvät impulssit kulkevat vasempaan eteiseen ja eteis-kammiosolmukkeen kautta Hisin kimpun ja Purkinjen säikeiden kautta muualle sydänlihakselle. Impulssi saa aikaan sydänlihassolujen supistumisen. (Korhonen & Mäkijärvi 2019.)



Kuva 1. Sydänsähkökäyrän osat ja niiden kestot (mukaiillen Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 13; Jormakka & Kettunen 2019, 26, 59; Mäkijärvi 2019).

Sydänsähkökäyrä koostuu tietyistä osista, joille on sovittu yhteiset nimitykset (Kuva 1). Yleisimmät sydänsähkökäyrästä havaittavat osat ovat P-aalto, QRS-kompleksi ja T-aalto. Näiden lisäksi puhutaan usein PQ-ajasta, ST-välistä ja QT-ajasta, joilla on merkitystä sydänsähkökäyrän tulkinnessa. Suomessa käytetään yleisesti 50 mm/s nauhanopeutta (Kuva 2), jossa viidenkymmenen millimetrin matka paperilla vastaa yhtä sekuntia. Amplitudin vahvistuksena on 10 mm/mV (Kuva 2), jossa yhden millivoltin rekisteröity potentiaalieron muutos piirtyy kymmenen millimetrin korkuisena. Kansainvälisesti on myös käytössä 25 mm/s nauhanopeus. (Jormakka & Kettunen 2019, 15; Mäkijärvi 2019.)



Kuva 2. Nauhanopeus 50 mm/s ja vahvistus 10 mm/mV (mukaiillen Jormakka & Kettunen 2019, 16).

4.2 Osat

P-aalto kuvaa eteisten depolarisaatiota eli jännitteen purkautumista. Normaalisti P-aalto on sydänsähkökäyrässä positiivinen eli perusviivan yläpuolella ja kestoaltaan 50-100 ms, mutta kuitenkin alle 120 ms. (Aro & Parikka 2015, 301; Raatikainen & Mäkijärvi 2019.) Aallon piteneminen voi olla seurausta eteisten laajentumisesta tai eteisvärinästä (Aro & Parikka 2015, 301). P-aallon korkeus voi kasvaa oikean eteisen kuormituksen lisääntyessä. Normaalisti P-aallon korkeus on alle 2,5 mm. Vasemman eteisen kuormitus voi aiheuttaa P-aallon muodon muuttumisen ja mahdollisesti myös aallon loppuosan tai koko aallon inversion eli laskun perusviivan alapuolelle. (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005; Ylitalo 2011, 47; Cadogan 2019.)

PQ-ajaksi (myös *PQ-intervalli*, *PR-aika* tai *PR-intervalli*) kutsutaan sydänsähkökäyrän osaa P-aallon alusta QRS-kompleksin alkuun. Se kuvaa impulssin kulkua eteisistä eteis-kammiosolmukkeeseen kautta kammioihin. PQ-aika on normaalisti perusviivan suuntainen ja kestoaltaan 120-200 ms. (Aro & Parikka 2015, 302; Raatikainen & Mäkijärvi 2019.) PQ-ajan ja PQ-välin piteneminen on seurausta eteis-kammiojohtumisen hidastumisesta esimerkiksi hermoston tai johtorataaurion vaikutuksesta (Aro & Parikka 2015, 302).

QRS-kompleksi (myös *QRS-heilahdus*) koostuu Q-, R- ja S-aallosta, jotka kuvaavat kammioiden depolarisaatiota. QRS-kompleksi on normaalisti kestoaltaan 60-100 ms, mutta kuitenkin alle 120 ms. (Aro & Parikka 2015, 301; Jormakka & Kettunen 2019, 28; Raatikainen & Mäkijärvi 2019; Mäkijärvi 2019.) QRS-kompleksin leveneminen voi olla seurausta johtojärjestelmän vauriota seuranneesta haarakatkoksesta (Jormakka & Kettunen 2019, 29).

ST-väliksi kutsutaan sydänsähkökäyrän osaa, joka alkaa J-pisteestä ja päättyy T-aallon alkuun. J-pisteellä tarkoitetaan S-aallon ja perusviivan yhtymäkohtaa QRS-kompleksin jälkeen. ST-välin aikana kammiot ovat supistuneena. Muutoksia ST-välissä voidaan havaita muun muassa sydänlihaskemian eli sydänlihaksen hapenpuutteen aikana. (Jormakka & Kettunen 2019, 28.)

T-aalloksi kutsutaan QRS-kompleksin jälkeistä sydänsähkökäyrän osaa, joka kuvaa kammioiden repolarisaatiota eli lepojännitteen palautumista. T-aallon aikana kammioiden lihassolut palautuvat lepopituuteensa (Korhonen 2011, 185). Normaalisti T-aalto on yksihuippuinen ja samansuuntainen QRS-kompleksin kanssa (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 39). T-aallon jälkeen esiintyvä **U-aalto** on harvinainen löydös

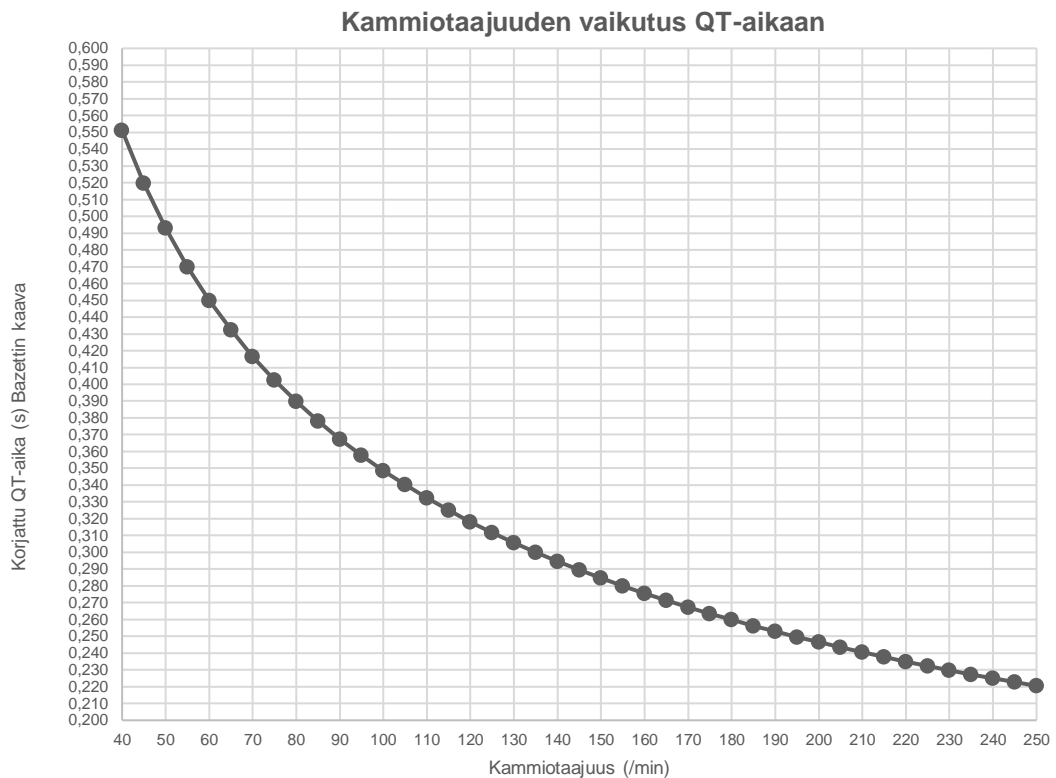
sydänsähkökäyrässä, ja sitä voidaan havaita esimerkiksi hypokalemian, iskemian tai joidenkin lääkkeiden yhteydessä (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 39; Jormakka & Kettunen 2019, 29).

QT-aikaan kuuluu QRS-kompleksi, ST-väli ja T-aalto. QT-aika kuvaa niin kammioiden depolarisaatiota kuin repolarisaatiotakin, joista jälkimmäistä enemmän. QT-aika vaihtelee kammiotaaajuuden mukaan (Kuvio 1) ja usein sydänsähkökäyrän tulkinnessa käytetäänkin korjattua QT-aikaa (QTc), joka saadaan esimerkiksi Bazettin kaavalla (Kaava 1). Tämän lisäksi myös sukupuoli vaikuttaa normaaliin QT-aikaan. Miehillä korjattu QT-aika on alle 430 ms ja naisilla alle 450 ms. Yli 10 % ero mitatun ja korjatun QT-ajan välillä on poikkeava. (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 37; Raatikainen & Mäkijärvi 2019.)

$$QTcB = \frac{QT - aika (s)}{\sqrt{R - R - aika (s)}}$$

Kaava 1. Bazettin kaava (mukaillen Korhonen 2011, 185; Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 36; Raatikainen & Mäkijärvi 2019).

Mitä nopeampi kammiotaaajuus on, sitä lyhyempi QT-aika on. Taulukossa 2 on esitetty kammiotaaajuuden vaikutus Bazettin kaavalla korjattuun QT-aikaan. Taulukko perustuu naisten QT-ajan ylärajaan 450 ms ja siihen perusolettamukseen, että sydänsähkökäyrästä mitattu QT-aika on korjattu QT-aika 60/min kammiotaaajuudella (Kaava 2). (Raatikainen 2018.)



Kuvio 1. Kammiotaajuuden vaikutus QT-aikaan. QT_c on 450 ms 60/min kammiotaajuudella.

$$QT_c = \frac{QT}{\sqrt{1 \text{ s}}} = \frac{QT}{1} = QT$$

Kaava 2. Korjatun QT-ajan yhteys mitattuun QT-aikaan. Kammiotaajuuden ollessa 60/min R-R-väli on 1 s. Neliöjuuri $1 = 1$, joten $QT_c = QT$.

4.3 Raajakytkennät

Sydänsähkökäyrän rekisteröinnissä käytetään neljää raajojen ääreisosiin kiinnitettävää elektrodia (Kuva 3). Poikkeuksena on 3-kytkentäinen EKG, jossa neljäs maadoituselektrodi puuttuu (Kuva 8). Nämä elektrodit muodostavat yhdessä kolme eri kytkentää.

Raajakytkentöjä on kahta erilaista tyyppiä, joita ovat bipolaariset ja unipolaariset raajakytkennät. Bipolaariset raajakytkennät I, II ja III kehitti 1900-luvun alussa Willem Einthoven. Näistä kytkennöistä käytetäänkin nimitystä Einthovenin raajakytkennät. Bipolaarisilla kytkennöillä mitataan elimistön potentiaalieroja kahden erillisen pisteen välillä (Kuva

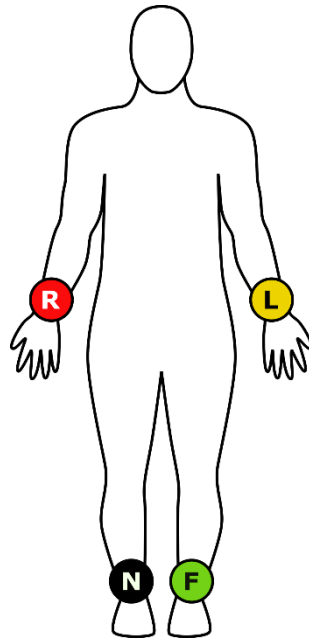
4). Sydämen sähköinen toiminta aiheuttaa muutoksia näihin potentiaalieroihin, mikä mahdollistaa sydänsähkökäyrän rekisteröinnin. (Mäkijärvi 2019.)

I-kytkennässä negatiivinen elektrodi on potilaan oikeassa ranteessa ja positiivinen elektrodi vasemmassa ranteessa. Elektrodit kiinnitetään ranteen sisäsyrylle. Tämä kytkentä mittaa kehon potentiaalieroja yläraajojen välillä ja kuvaa sydämen vasemman puolen toimintaa. II-kytkentä mittaa potentiaalieroja oikean käden ranteen negatiivisen elektrodin ja vasemman jalan nilkan sisäsyryään kiinnitetyn positiivisen elektrodin välillä ja kuvaa sydämen alaseinämää (inferiorinen). III-kytkennässä negatiivinen elektrodi on vasemmassa ranteessa ja positiivinen edelleen vasemmassa nilkassa. Mitattu potentiaaliero kuvaa sydämen alaseinämää II-kytkennän tavoin. (Jormakka & Kettunen 2019, 64; Mäkijärvi 2019.)

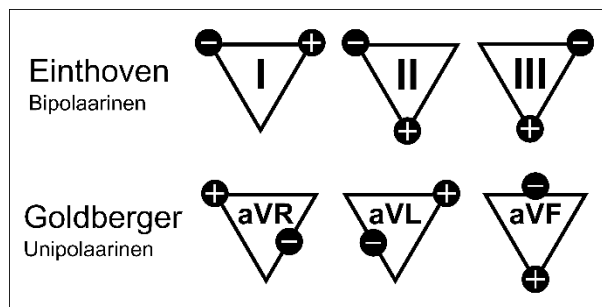
Unipolaariset raajakytkennot aVR, aVL ja aVF eli Goldbergerin kytkennät mittaavat kehon potentiaalieroja kahden elektrodin muodostaman negatiivisen parin ja yhden positiivisen elektrodin välillä. Raajoihin kiinnitettävät kolme elektrodia ovat samat kuin bipolaarisissa kytkennöissä. Unipolaarisista kytkennöistä voidaan käyttää myös nimitystä vahvennetut (eng. *augmented*) raajakytkennot. (Jormakka & Kettunen 2019, 64; Mäkijärvi 2019.)

aVR-kytkennässä negatiivisen parin muodostavat vasemman käden ja vasemman nilkan elektrodit ja positiivisena elektrodina on tällöin oikean käden ranteen elektrodi. aVR-kytkentä kuvaa sydämen oikeaa puolta. Sydämen sähköisen akselin ollessa normaali sähköiset impulssit kulkevat oikean kammion yläosassa sijaitsevasta sinussolmukkeesta muualle sydänlihakseen. Tämän vuoksi aVR-kytkentä piirtyy päinvastaisena muihin raajakytkennoihin nähden sydänsähkökäyrään. (Jormakka & Kettunen 2019, 64; Mäkijärvi 2019.)

aVL-kytkennässä negatiivisen parin muodostavat oikean käden ranteen ja vasemman jalan nilkan elektrodit ja positiivisena elektrodina on vasemman käden ranteen elektrodi. Tämä kytkentä kuvaa sydämen vasenta puolta I-kytkennän kanssa. aVF-kytkennässä negatiivisen parin muodostavat molempien käsien ranteiden elektrodit ja vasemman nilkan elektrodi. Kytkentä kuvaa sydämen alaseinämää kytkentöjen II ja III kanssa. (Jormakka & Kettunen 2019, 64; Mäkijärvi 2019.)



Kuva 3. Ensijaiset raajakytkentöjen sijainnit (mukaillen Alanen, Jormakka & Saikko 2016, 43; Jormakka & Kettunen 2019, 12; McStay 2019, 757).



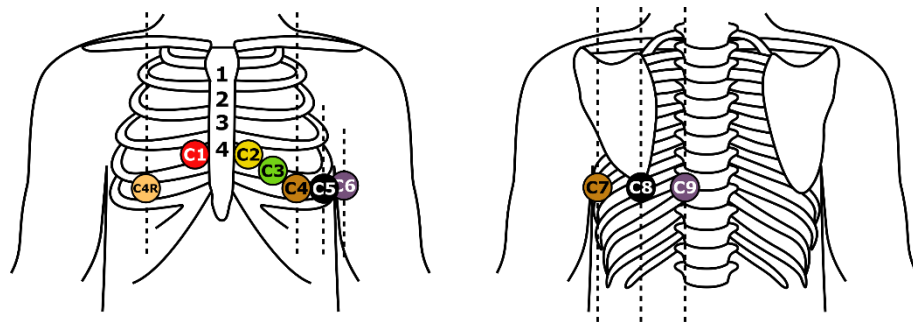
Kuva 4. Raajakytkentöjen muodostamat parit (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 13; Mäkijärvi 2019).

Elektrodit voidaan sijoittaa lähemmäs torsoa, jos potilas on hyvin levoton tai potilaalla on runsasta vapinaa raajoissa. Mitä lähempänä torsoa elektrodit ovat sijoitettu, sitä vähemmän liikkuminen aiheuttaa häiriötä sydänsähkökäyrään. Esimerkiksi vauvat voivat hyötyä tästä sijoittelusta. (Kligfield ym. 2007, 1119.) Poikkeava sijoittelu on kuitenkin huomioitava sydänsähkökäyrän tulkinnassa ja kirjattava, koska on näyttöä sen voivan muuttaa sydänsähkökäyrää (Kligfield ym. 2007, 1115; Alanen ym. 2016; 43). Raajaelektrodien sijaintia on muutettava yhtä paljon kummankin raajaparin välillä sekä niin ylä- kuin alaraajojenkin välillä (Alanen ym. 2016, 43).

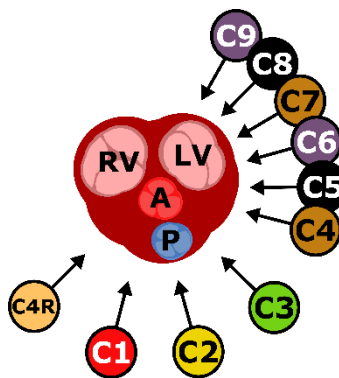
4.4 Rintakytkennot

Perinteisessä 12-kytkentäisessä EKG:ssä on neljän raajakytkennot lisäksi kuusi rintakytkennot, joiden kuusi elektrodi on kiinnitetty rintakehälle tietyille ennalta sovituille paikoille (Kuva 5). Rintakytkennot ovat Goldbergerin raajakytkennot kaltaisesti unipolaisia kytkentöjä eli rintakehälle liimatut positiiviset elektrodit mittaavat samojen elektrodien muodostaman negatiivisen kentän välisiä potentiaalieroja. Frank N. Wilson kehitti kyseisen mittausmenetelmän vuonna 1933, ja näistä kytkennöistä käytetäänkin toisinaan nimitystä Wilsonin rintakytkennot (Mäkijärvi 2019). Ne kuvaavat sydäntä horisontaalisesti eli vaakatasossa (Kuva 6). (Alanen ym. 2016, 42; Jormakka & Kettunen 2019, 12; Mäkijärvi 2019.)

Ensimmäinen elektrodi (C1) sijoitetaan heti rintalastan oikealle puolelle neljänteen kylkiluuväliin ja vastaavasti toinen elektrodi (C2) heti rintalastan vasemmalle puolelle. Neljäs elektrodi (C4) sijoitetaan viidenteen kylkiluuväliin keskisolislinjaan (eng. *midclavicular line*). Kuudes elektrodi (C6) sijoitetaan kainalolinjaan (eng. *axillary line*) samalle tasolle neljännen elektrodin kanssa. Kolmas elektrodi (C3) tulee toisen ja neljännen elektrodin väliin ja viides elektrodi (C5) etukainalolinjaan tai neljännen ja kuudennen elektrodin väliin. (Kligfield ym. 2007, 1115–1116; Alanen ym. 2016, 43; Jormakka & Kettunen 2019, 11–12; Mäkijärvi 2019.) Hyvin usein rintaelektrodit sijoitetaan yhtä kylkiluuväliä korkeammalle, joka voi aiheuttaa virhelähteitä sydänsähkökäyrän tulkintaan (Riski 2015, 26–27).



Kuva 5. Rintaelektrodien sijoittelu (mukaillen Spalteholz 1901, 84; Crawford & Doherty 2010, 624; Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 12; Sand ym. 2016, 220; Jormakka & Kettunen 2019, 11, 64; Mäkijärvi 2019). Kuvaan on merkitty anteriorisesti eli etuosasta kuvattuna keskisolislinja, etukainalo- ja keskikainalolinja. Posteriorisesti eli takaa on kuvaan merkitty takakainalolinja, lapaluulinja ja nikamalinja.



Kuva 6. Rintaelektrodit suhteessa sydämen poikkileikkaukseen (mukaillen Gray 1918, 4b; Jormakka & Kettunen 2019, 64; Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 27). Kuvassa RV = *right ventricular* (oikea kammio), LV = *left ventricular* (vasen kammio), A = *aorta* (aortta), P = *pulmonary artery* (keuhkovaltimo).

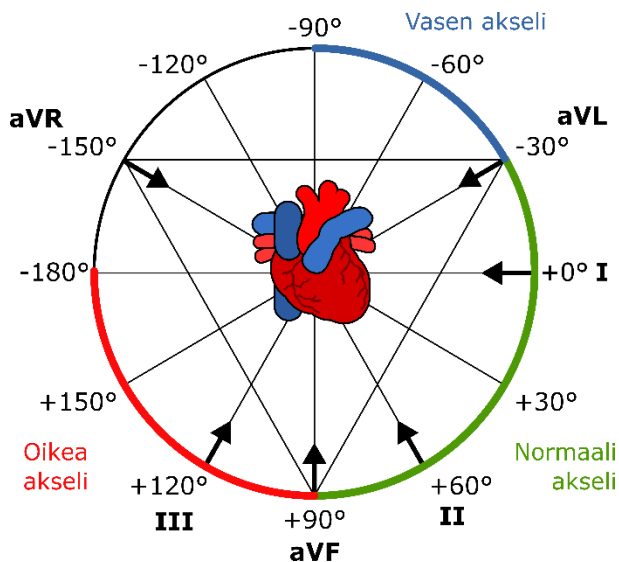
Kahdentoista kytkennän lisäksi voidaan ottaa lisäkytkennät C4R ja C8, jolloin puhutaan 14-kytkentäisestä EKG:stä, tai näiden lisäksi vielä C7 ja C9, jolloin puhutaan 16-kytkentäisestä EKG:stä (Alanen ym. 2016, 42). Tapauskohtaisesti voidaan ottaa myös muita kytkentöjä. Kytkennät C7-C9 kuvaavat sydämen takaseinämää (Kuva 6). Seitsemäs elektrodi (C7) sijoitetaan takakainalolinjaan, kahdeksas elektrodi (C8) lapaluun kärjen kohdalle ja yhdeksäs elektrodi (C9) nikamalinjaan selkärangan viereen. Selkäpuolen kytkennät sijoitetaan kuudennen elektrodin (C6) kanssa samalle korkeudelle. (Kligfield ym. 2007, 1120.)

4.5 Sähköinen akseli

Sähköinen akseli kuvaa sydämen sähköisten impulssien suuntaa sydänlihaksessa. Hoitajan on hyvä osata selvittää sydämen sähköinen akseli sydänsähkökäyrästä katsomalla siitä huolimatta, että monet laitteet laskevat sen automaattisesti. Sähköisten impulssien suunnan tietäminen helpottaa rytmihäiriöiden tulkintaa, sillä akseli voi muuttua niiden aikana. (Jormakka & Kettunen 2019, 32–33.) Normaali akseli sijaitsee -30° – $+90^{\circ}$ välillä (Kuva 7). Vasemmalle kääntynyt akseli sijaitsee välillä -30° – -90° ja se voi viitata vasemman etuhaarakkeen katkokseen tai kardiomyopatiaan eli sydänlihassairauteen (Nikus 2016, 13; Nikus & Parikka 2019).

Oikealle kääntynyt akseli sijaitsee välillä $+90^{\circ}$ – $+180^{\circ}$. Vastasyntyneistä aina muutaman vuoden ikäisiin asti havaitaan oikealle kääntynyt akseli, joka vähitellen siirtyy vasemmalle päin sydämen kammioden koon kasvaessa. Yli 120° akseli viittaa usein

synnynnäiseen sydänvikaan. (Nikus 2016, 13; Poutanen & Hiippala 2019.) Äärimmäinen oikealle kääntynyt alle -180° akseli voi ilmetä kammiotakykardioiden aikana (Raatikainen 2019).



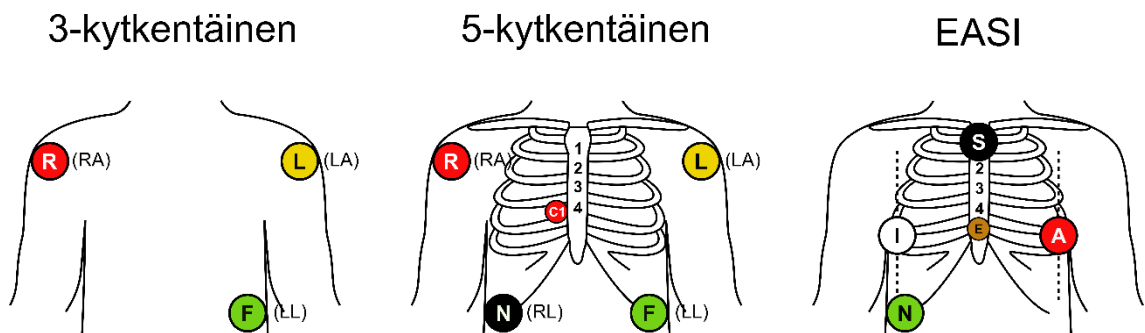
Kuva 7. Sydämen sähköinen akseli ja raajakytkentöjen katselusuunnat (mukaillen Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 12, 35; Jormakka & Kettunen 2019, 32–34, 64; Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 27).

Sydämen sähköinen akseli voidaan määrittää karkeasti kahdessa vaiheessa. Ensimmäisenä etsitään kuudesta raajakytkennästä se kytkentä, jossa QRS-kompleksin heilahdus perusviivan molemmin puolin on mahdollisimman yhtä suuri. Toisena etsitään se raajakytkentä, jossa QRS-kompleksi on mahdollisimman positiivinen eli mahdollisimman paljon perusviivan yläpuolella. Tämä kytkennän suunta määrittää sähköisen akselin, joka on kohtisuorassa ensimmäisenä etsityn kytkennän rajaamaa aluetta kohden. (Jormakka & Kettunen 2019, 34.)

Esimerkiksi, jos aVL-kytkennässä QRS-kompleksi on yhtä suuri perusviivan molemmin puolin ja positiivisin R-piikki on kytkennässä II, on sähköinen akseli noin $+60^\circ$ eli normaali. Jos QRS-kompleksi on yhtä suuri perusviivan molemmin puolin kytkennässä II ja positiivisin R-piikki on kytkennässä aVL, on sähköinen akseli noin -30° eli vasemmalle päin kääntynyt. Jos QRS-kompleksi on yhtä suuri perusviivan molemmin puolin kytkennässä aVR ja positiivisin R-piikki on III-kytkennässä, on sähköinen akseli noin $+120^\circ$ eli oikealle kääntynyt.

4.6 3- ja 5-kytkentäinen EKG

Potilaan rytmi voidaan määrittää nopeasti 3- tai 5-kytkentäisellä EKG:llä. Monitorointi mahdollistaa rytmin karkean tulkinna ja potilaan jatkuvan seurannan esimerkiksi siirron aikana. Päätökset hoidosta tulee kuitenkin perustaa vähintään 12-kytkentäisellä EKG:llä rekisteröityyn sydänsähkökäyrään. (Holmström & Puolakka 2015, 137.) Rytmihäiriöpotilaan seurantaan kuuluu jatkuva telemetria- eli rytmihäiriöseuranta, jolla voidaan havainnoida potilaan omaa rytmiä ja siihen ilmaantuvia rytmihäiriöitä (Alanen ym. 2020, 252).



Kuva 8. Elektrodiensijoittelu 3-, 5- ja EASI-kytkentäisissä järjestelmissä (mukaan Kligfield ym. 2007, 1119; Cardiac Monitoring in ICU 2014, 3, 10; Philips 2010, 124).

EASI-kytkentäjärjestelmä on yksi 5-kytkentäisen EKG:n muunnoksista. EASI-kytkentöjä on viisi kuten 5-kytkentäisessä EKG:ssäkin, mutta ne sijaitsevat eri paikoilla (Kuva 8). S-elektrodi sijaitsee rintalastan kahvan kohdalla ja E-elektrodi rintalastan keskellä viidennen kylkiluuvälän kohdalla. A- ja I-elektrodit sijaitsevat myös viidennessä kylkiluuvälissä, A-elektrodi vasemmalla keskikainalolinjassa ja I-elektrodi puolestaan oikealla vastavalla paikalla. Viides elektrodi eli maaelektrodi (N) sijoitetaan oikealle kyljelle kuudennen kylkiluun alapuolelle. (Kligfield ym. 2007, 1119; Cardiac Monitoring in ICU 2014, 10.)

EASI-järjestelmä mahdollistaa syntetisoidun 12-kytkentäisen EKG:n rekisteröinnin esimerkiksi jatkuvana telemetriaseurantana. (Kligfield ym. 2007, 1119; Cardiac Monitoring in ICU 2014, 10.) On näyttöä siitä, että syntetisoitu 12-kytkentäinen EKG osin vertailukelpoinen perinteisen 12-kytkentäisen EKG:n kanssa, mutta käyrien kestossa ja koossa voi olla eroavaisuuksia (Kligfield 2007, 1120). Tyks Akuutissa telemetriaseurantaa toteutetaan Philips IntelliVue MMS X2 -potilasmonitorointijärjestelmän avulla hyödyntäen EASI-kytkentäjärjestelmää sydänsähkökäyrän seurannassa.

4.7 Laadukas rekisteröinti

Akuuteissa hoitotilanteissa laadukkaan rekisteröinnin periaatteista voidaan jouduta poikkeamaan. Mikäli tutkimustilanne on poikkeava, potilaalla on merkittäviä kipuja tai muita oireita, potilaan asento on poikkeava tai elektrodien sijoittelu poikkeaa normaalista, tulee nämä kirjata EKG-tulosten yhteyteen. Ennen sydänsähkökäyrän rekisteröintiä potilas tunnustetaan. Hoitaja huolehtii, että tunnustetiedot ja tutkimusaika ovat oikein rekisteröintilaitteessa. (Jevon 2010, 650–651; Peate & Wild 2012, 332; Garner 2014; Riski 2015, 26; McStay 2019, 758.)

Laadukkaan lepo-EKG:n esivalmisteluihin kuuluu kaksi tuntia ennen tutkimusta rasituksen välttäminen ja juuri ennen tutkimusta viidentoista minuutin lepo. Kahvin juominen ja tupakointi neljä tuntia sekä raskaan aterian syöminen kaksi tuntia ennen tutkimusta saattavat aiheuttaa muutoksia sydänsähkökäyrään, joten näitä on hyvä välttää. (Riski 2015, 26.)

Potilaan valmisteluun kuuluu informointi tutkimuksesta ja ihon kunnon tarkistaminen ja valmistelu. Ihovoiteiden ja muiden elektrodien ja ihon välistä kontaktia heikentävien tuotteiden käytöstä tulee pidättäytyä ennen tutkimusta, ja tarvittaessa iho puhdistetaan. Ennen elektrodien kiinnittämistä potilaan ihokarvat poistetaan, iho pyyhitään alkoholipyyhkeellä ja ihon pintaa karhennetaan karhennusteipillä tai hankauspaperilla elektrodien ja ihon välisen kontaktin parantamiseksi. Ihon pinnan hankaaminen irrottaa kuollutta ihosolukkoa ja kuivaa ihoa. (Jevon 2010, 650; Peate & Wild 2012, 332; Garner 2014; Riski 2015, 26; Ahonen ym. 2020, 170; McStay 2019, 757.) Tärkeää on myös tarkistaa elektrodien kunto, mihin kuuluu liimapinnan, kiinnittävyyden ja päiväyksen tarkistaminen (Jevon 2010, 650; Peate & Wild 2012, 332; McStay 2019, 757). Kun potilaan iho ja elektrodit ovat valmisteltu, asetellaan elektrodit tarkasti ennalta sovittuihin sijainteihin potilaan iholle (Jevon 2010, 650; Peate & Wild 2012, 332; McStay 2019, 758).

Tutkimustilanne on luotava potilaalle miellyttäväksi ja rauhalliseksi esimerkiksi lämpimän ja rauhallisen tutkimustilan avulla. Yksityisyydestä on myös huolehdittava (Riski 2015, 26). Potilas ohjataan makuulleen mukavaan asentoon selälleen. Ulkomaisessa kirjallisuudessa suosituksena on 45° kohoasento maaten (Jevon 2010, 650; McStay 2019, 757). Potilasta ohjataan olemaan paikoillaan, puhumatta ja hengittämään rauhallisesti tutkimuksen aikana. (Jevon 2010, 649–650; Peate & Wild 2012, 332; Garner 2014; Jorukka & Kettunen 2019, 13; McStay 2019, 757; Ahonen ym. 2020, 170.)

Hoitajan on noudatettava hyvää käsihygieniää rekisteröidessään sydänsähkökäyrää niin potilaan kuin itsensä suojaamiseksi sekä infektioiden ehkäisemiseksi. Rekisteröinnissä on noudatettava laitteen valmistajan ohjeita, ja varmistettava oikea paperinopeus sekä amplitudi joko laitteesta tai tulosteesta. Rekisteröitäessä sydänsähkökäyrää ei tule myöskään käyttää suodatusta (eng. *filter*) häiriöiden poistamiseksi, koska ne voivat muuttaa käyrien kokoa ja kestoja. Muut sähkölaitteet tulee sulkea mahdollisuuksien mukaan häiriöiden vähentämiseksi. (Crawford & Doherty 2010, 627–628; Jevon 2010, 650–651; Peate & Wild 2012, 332; McStay 2019, 757–758.)

Kun sydänsähkökäyrä on rekisteröity, elektrodit poistetaan ja iho puhdistetaan tarvittaessa. Jos on todennäköistä, että tarvitaan lisärekisteröintejä, elektrodit jätetään paikoilleen. Sydänsähkökäyrä pitää analysoida tai viedä analysoitavaksi mahdollisimman pian, ja potilaalle tulee tiedottaa tuloksista. Käytön jälkeen rekisteröintilaitte pitää puhdistaa ja varastoida asianmukaisesti. (Jevon 2010, 650; Peate & Wild 2012, 333; McStay 2019, 758–759.)

Virhelähteitä sydänsähkökäyrän rekisteröinnistä voivat aiheuttaa niin hoitaja kuin potilas. Hoitajasta johtuvia virhelähteitä ovat huono potilaan valmisteleminen ja ohjaaminen, ihon huono valmistelu, elektrodien väärä sijoittelu, vaihtuminen keskenään ja irtoaminen, häiriötä aiheuttavat laitteet ja koneet sekä puute käytännön osaamisessa ja teoreettisessa tietämyksessä laadukkaasti sydänsähkökäyrän rekisteröinnistä ja tulkinnasta. Potilaasta johtuvia virhelähteitä ovat vääränlainen valmistautuminen tutkimukseen, fyysinen ja psyykinen jännittäminen, levottomuus, puhuminen, yskiminen, liikkuminen, vapina, pallelu, kuume, koskeminen metalliin ja muut potilaaseen kiinnitetyt tutkimuslaitteet. (Jormakka & Kettunen 2019, 13–14; Ahonen ym. 2020, 170.) Virheitä pystytään vähentämään hyvällä koulutuksella ja osaamisen jatkuvalla kehittämisellä. Suositusten noudattaminen lisää sydänsähkökäyrän tarkkuutta ja mahdollistaa vertailukelpoiset tulokset. (Crawford & Doherty 2010, 622–629; Jevon 2010, 651.)

5 RYTMIHÄIRIÖT

Arytmialla eli rytmihäiriöllä tarkoitetaan poikkeuksellisen hidasta tai nopeaa sydämen rytmiä, joka on seurausta epänormaalista sydämen sähköisestä toiminnasta. Normaalisti sydämen syketaajuus on 50-100/min välillä. Kirjallisuudessa esiintyvä normaali viitealue vaihtelee käytettävän lähteen mukaan esimerkiksi 60-90/min. Huomioitavaa on, että elimistö voi kompensatiomekanismeilla kasvattaa sydämen syketaajuutta vastaamaan elimistön tarpeita ilman, että kyseessä olisi rytmihäiriö. (Jormakka & Kettunen 2019, 36.)

Rytmihäiriöt voidaan jaotella esimerkiksi niiden synty- tai vaikutuspaikan, nopeuden, keston, vaikutuksen tai sairaustilan mukaan (Jormakka & Kettunen 2019, 35–53; Vauhkonen & Holmström 2019, 115). Rytmihäiriö voi olla hyvälaatuinen tai henkeä uhkaava (Jormakka & Kettunen 2019, 36). Niin sanottu rytmihäiriötuntemus on yleinen sydänoire, ja sen taustalla voi olla niin rytmihäiriö, lisälyönnit, sydänlihastulehdus, psyykkiset syyt ja päihteiden tai lääkkeiden käyttö (Alanen ym. 2016, 89). Suurempi ikä altistaa rytmihäiriöiden esiintymiselle. Yleisimmät alle 65-vuotiailla esiintyvät rytmihäiriöt ovat kammiolisälyönnit (30-50 %), eteislisälyönnit (10 %) ja eteisvärinä (5 %) (Ahonen ym. 2020, 251).

Lopputuotosta silmällä pitäen tässä opinnäytetyössä rytmihäiriöt jaetaan yksinkertaisesti eteisperäisiin rytmihäiriöihin, kammioperäisiin rytmihäiriöihin, sydämen sähkörataan liittyviin rytmihäiriöihin sekä sairaustiloihin liittyviin rytmihäiriöihin. Jako on osittain keinotekoinen, sillä usein rytmihäiriöön voi liittyä piirteitä useammasta edellä mainitusta ryhmästä. Jaolla pyritään kuitenkin helpottamaan rytmihäiriöiden ymmärtämistä jakamalla ne selkeiksi kokonaisuuksiksi.

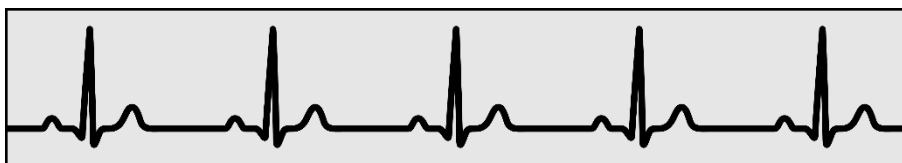
Rytmihäiriödiagnoosi vaatii vaikuttavan hoidon toteuttamiseksi hyvät lähtö- ja tilatiedot potilaasta ja huolellisen sydänsähkökäyrän tulkinnan (Rossinen 2015, 356; Richley 2019, 270–275). Hoitajan tulee osata havaita henkeä uhkaavat merkit potilaan voinnista ja sydänsähkökäyrästä, ja raportoida näistä löydöksistä lääkäriä. Sydänsähkökäyrä voidaan lähettää lääkärille esimerkiksi monitoridefibrillaattorilla tai muulla rekisteröintilaitteella Internetin kautta tai antamalla tuloste suoraan lääkärin nähtäväksi. Henkeä uhkaavia merkkejä ovat muun muassa poikkeava hengitystaajuus, poikkeava happisaturaatio, poikkeavan nopea tai hidas syketaajuus, poikkeava verenpaine ja tajunnan tason lasku. Muita henkeä uhkaavaan tilanteeseen viittaavia oireita ovat esimerkiksi voimakas

hengenahdistus, kova rintakipu ja kylmänhikisyys. (Alanen ym. 2016, 92; Jormakka & Kettunen 2019, 36.)

5.1 Normaalit rytmit

5.1.1 Normaali sinusrytmi

Normaalissa sinusrytmissä (eng. *normal sinus rhythm, NSR*) sähköinen impulssi kulkee eteisistä kammioihin ongelmitta (Kuva 9). Sydänsähkökäyrässä havaitaan tasainen kammiotaaajuus nopeudella 50-100/min. Jokaista P-aaltoa seuraa QRS-kompleksi, jota seuraa T-aalto. PQ-aika on normaali alle 200 ms, QRS-kompleksi on alle 120 ms ja QT-aika on normaali noin 440 ms. Normaalissa sinusrytmissä sydämen sähköinen akseli on normaalialueella -30° – $+90^{\circ}$. (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 13; Jormakka & Kettunen 2019, 36–38; Mäkijärvi 2019.)



Kuva 9. Normaali sinusrytmi (mukaiillen Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 25-26, 116; Ahonen ym. 2020, 169).

5.1.2 Sinusbradykardia

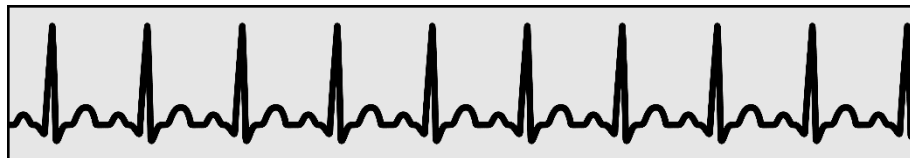
Sinusbradykardiassa sähköisiä impulsseja syntyy normaalia hitaammin. Sähköiset impulssit johtuvat kuitenkin normaalisti eteisistä kammioihin. Sydänsähkökäyrässä nähdään säännöllinen alle 50/min kammiotaaajuus ja P-aalto normaalisti ennen QRS-kompleksia, jota seuraa T-aalto (Kuva 10). PQ-aika on yli 120 ms. Hidaslyöntisyyttä esiintyy usein levossa ja unen aikana, sekä erityisesti urheilijoilla. Muita syitä taustalla voi olla sinussolmukkeen häiriö, sykettä hidastava lääkitys, myrkytys, vagushermon ärsytys tai sympaattisen hermoston vähentynyt vaikutus. (Jormakka & Kettunen 2019, 49; Korhonen & Viitasalo 2019; Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005; Vauhkonen & Holmström 2019, 116.)



Kuva 10. Sinusbradykardia (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 49; Korhonen & Viitasalo 2019).

5.1.3 Sinustakykardia

Sinustakykardiassa sähköisiä impulsseja syntyy normaalia nopeammin. Sähköiset impulssit johtuvat kuitenkin normaalisti eteisistä kammioihin. Sydänsähkökäyrässä nähdään säännöllinen yli 100/min kammiotaajuus ja P-aalto normaalisti ennen QRS-kompleksia, jota seuraa T-aalto (Kuva 11). Sydämen syketaajuus kohoaa normaalisti sympaattisen hermoston aktivoituessa esimerkiksi fyysisen rasituksen vuoksi. Tiheälyöntisyyttä havaitaan myös esimerkiksi kivun, kuumeilun, hapenpuutteen, verenpaineen laskun tai psyykkisen ahdistuneisuuden aikana. Terveellä ihmisellä jatkuva takykardia ilman ilmeistä syytä voi viitata hermoston häiriöön ja on epänormaali löydös. (Jormakka & Kettunen 2019, 41; Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2005; Parikka & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 116.)



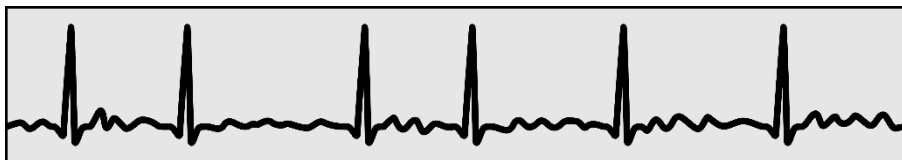
Kuva 11. Sinustakykardia (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 41; Parikka & Mäkijärvi 2019).

5.2 Eteisperäiset rytmihäiriöt

5.2.1 Eteisvärinä

Eteisvärinä (eng. *atrial fibrillation*, *AF*; lat. *fibrillatio atriorum*, *FA*) eli flimmeri on nopea rytmihäiriö, jossa eteiset värisevät kaoottisesti. Sähköisiä impulsseja syntyy 350-600/min taajuudella eteisten sydänlihassoluissa. Sydänsähkökäyrässä nähdään usein epä-säännöllinen kammiotaajuus 100-160/min taajuudella, eikä sydänsähkökäyrästä pysty tunnistamaan P-aaltoja QRS-kompleksien välisen värinän seasta (Kuva 12). Eteisvärinä

voi olla pysyvä, jatkuva tai kohtauksittainen. Pysyvässä eteisvärinässä kammiotaajuus voi olla alle 100/min. Wolff-Parkinson-White -oireyhtymässä eteisten ja kammioiden välisen ylimääräisen oikoradan takia kammiotaajuus voi nousta yli 300/min, jolloin uhkana on kammiovärinä ja siten elottomuus. (Jormakka & Kettunen 2019, 41; Raatikainen & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 121; Ahonen ym. 2020, 264–265.)



Kuva 12. Eteisvärinä (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 41; Vauhkonen & Holmström 2019, 120; Ahonen ym. 2020, 265).

Eteisvärinä on yleinen rytmihäiriö yli 60-vuotiailla ja hoitamattomana se altistaa aivohalvaukselle ja lisää kuolleisuutta. Taustalla voi olla kohonnut verenpaine, sydämen vajaatoiminta, läppävika, sepelvaltimotauti, diabetes, lihavuus, krooninen keuhkosairaus, keuhkoembolia, uniapnea tai infektiot. Eteisvärinä voi olla oireeton, tai oireina voi ilmetä tykyttelyä, voimattomuutta, huimausta ja hengenahdistusta. Vaikeimmissa tapauksissa voi ilmetä myös hemodynamiikan pettämistä. Eteisvärinää voidaan hoitaa esimerkiksi kardioversiolla eli sähköisellä rytminsiirrolla tai lääkkeellisellä rytminsiirrolla. (Kettunen ym. 2015, 1822; Eteisvärinä: Käypähoito -suositus, 2017; Vauhkonen & Holmström 2019, 121; Ahonen ym. 2020, 264–265.)

5.2.2 Eteislepatus

Eteislepatus (eng. *atrial flutter*, *AFL*; lat. *volitatio atriorum*, *VA* tai *fluctuatio atriorum*, *FluA* tai *flutter atriorum*) eli flutteri tai flatteri on nopea rytmihäiriö, jossa eteiset ”lepattavat”. Eteisen kiertoaktivaatio saa eteiset supistumaan normaalista poikkeavasti noin 250–350/min taajuudella. Sydänsähkökäyrässä nähdään säännöllisesti esiintyvät sahalaitamaiset F-aallot säännöllisesti esiintyvien QRS-kompleksien välillä (Kuva 13). F-aallot johtuvat kammioiden yleensä 2:1, 3:1, 4:1 tai harvemmin. Lapsilla, oikoradan tai haarakatkoksen yhteydessä voi esiintyä 1:1 johtumista, jolloin kammiotaajuus on nopea. (Jormakka & Kettunen 2019, 42–43; Raatikainen, Uusimaa & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 119–120; Ahonen ym. 2020; 275–276.)



Kuva 13. Eteislepatus 2:1 johtumisella (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 43; Ahonen ym. 2020, 262).

Eteislepatus liittyy yleensä sydänsairauteen esimerkiksi sepelvaltimotautiin, kardiomyopatiaan tai synnynnäiseen sydänvikaan. Eteislepatus voi olla oireeton tai sen yhteydessä voidaan havaita samoja oireita kuin eteisvärinässäkin. Eteislepatuksen hoito on sama kuin eteisvärinässäkin. (Raatikainen 2018, Jormakka & Kettunen 2019, 42–43; Vauhkonen & Holmström 2019, 119–120; Ahonen ym. 2020; 275–276.)

5.2.3 Supraventrikulaarinen takykardia

Supraventrikulaarinen takykardia (eng. *supraventricular tachycardia, SVT*) on nopea rytmihäiriö, jonka taustalla on eteisten ja/tai eteis-kammiosolmukkeen alueen kiertoaktivaatio tai ylimääräinen oikorata. Sydänsähkökäyrässä havaitaan säännöllinen 150-250/min kammiotaajuus, P-aaltoja ei näy tai retrogradinen P-aalto näkyy heti QRS-kompleksin jälkeen ja QRS-kompleksit ovat kapeita (Kuva 14). Eteiskammiosolmukkeen kiertoaktivaatiotakykardiassa (eng. *AV-nodal re-entry tachycardia, AVNRT*) sähköinen impulssi kiertää eteis-kammiosolmukkeen sisällä. Eteis-kammiokiertoaktivaatiotakykardia (eng. *atrioventricular re-entry tachycardia, AVRT*) sähköinen impulssi kiertää eteis-kammiosolmukkeen ja oikoradan alueella. Tällöin voidaan havaita myös P-aalto ja lyhentynyt PQ-aika. Ektooppisessa eteistakykardiassa (eng. *ectopic atrial tachycardia*) sähköinen impulssi kiertää paikallisesti tietyllä eteisen alueella. Tällöin P-aallon muoto ja PQ-aika voivat vaihdella. (Raatikainen 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 43–44; Parikka & Mäkijärvi 2019; Alanen ym. 2020, 262–263.)



Kuva 14. Supraventrikulaarinen takykardia (AVNRT) (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 43; Ahonen ym. 2020, 262).

Supraventrikulaarinen takykardia esiintyy yleensä kohtauksittain. Kesto on minuuteista tunteihin. Rytmihäiriölle altistavat Wolff-Parkinson-White -oireyhtymä, lisälyönnit tai arpi-kudos. Oireena voi olla tykytystä, huimausta, ahdistusta, voimattomuutta ja jopa hemodynaamiikan pettäminen. Supraventrikulaarinen takykardia voidaan hoitaa vagusstimulaatiolla, rytmihäiriölääkkeillä tai kardioversiolla. Rytmihäiriö voi päättyä myös itseksensä. (Raatikainen 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 43–44; Parikka & Mäkijärvi 2019; Alanen ym. 2020, 262–263.)

5.2.4 Eteislisälyönti

Eteislisälyönti (eng. *supraventricular extrasystole, SVES; premature atrial contraction, PAC; atrial premature complex, APC* tai *atrial premature beat, APB*) on poikkeavasta kohtaa eteisten alueelta lähtevä sähköinen impulssi, joka johtuu normaalia reittiä pitkin kammioihin. Sydänsähkökäyrässä nähdään usein poikkeavan muotoinen P-aalto ennen lisälyöntiä, jonka jälkeen tulee normaalin muotoinen ja kokoinen kapea QRS-kompleksi, jota seuraa T-aalto (Kuva 15). Eteislisälyöntiä seuraa niin sanottu kompensatorinen tauko. QRS-kompleksi voi myös olla poikkeavan muotoinen johtoradan häiriöstä johtuen. (Aro & Mäkijärvi 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 41; Vauhkonen & Holmström 2019, 117–118; Alanen ym. 2020, 261–262.)



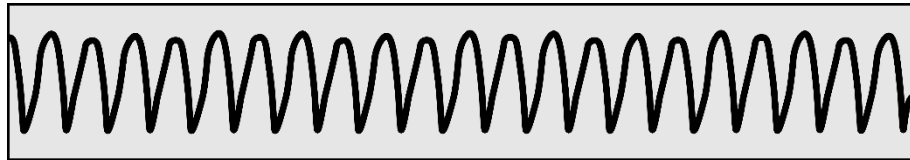
Kuva 15. Eteislisälyönti, kuvassa 2. ja 5. kompleksi (mukaillen Aro & Mäkijärvi 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 41; Vauhkonen & Holmström 2019, 117; Ahonen ym. 2020, 262).

Lisälyönnit ovat yleisin sydämen rytmihäiriö, eikä se yksittäisenä terveellä ihmisellä ole henkeä uhkaava löydös. Lisälyönnit voivat olla oireettomia tai tuntua esimerkiksi muljah-teluna tai tykytyksenä (Alanen ym. 2016, 91). Sydänsairaudet voivat altistaa lisäänty-neille lisälyönneille. Muita altistavia tekijöitä ovat muun muassa stressi, alkoholin ja kah-vin juominen sekä tupakointi. (Aro & Mäkijärvi 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 41; Vauhkonen & Holmström 2019, 117–118; Alanen ym. 2020, 261–262.)

5.3 Kammioperäiset rytmihäiriöt

5.3.1 Kammiotakykardia

Kammiotakykardia (eng. *ventricular fibrillation, VF*) on nopea rytmihäiriö, jonka aikana sydänsähkökäyrässä havaitaan vähintään kolmen tai useamman kammiolyönnin sarja tai pysyvä jakso kammioperäisiä lyöntejä (Kuva 16). Kammiotaajuus on vähintään 100/min ja usein 160-240/min. Tyypillisesti kammiotakykardiassa ei havaita P-aaltoa ja QRS-kompleksit ovat poikkeavan muotoisia ja yli 140 ms leveitä. Kammiotakykardia voi olla monomorfinen eli yhdenmuotoinen, jolloin kaikki kammiolyönnit muistuttavat toisiinsa, tai polymorfinen eli monimuotoinen, jolloin lyöntien koko ja muoto voivat vaihdella. (Jormakka & Kettunen 2019, 46–47; Raatikainen 2019; Ahonen ym. 2020, 277.)

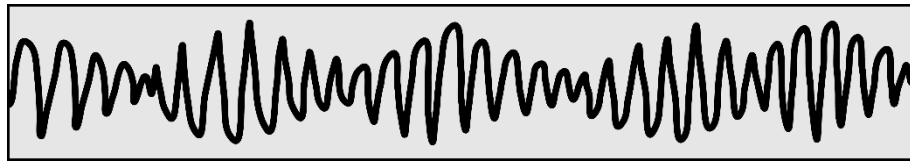


Kuva 16. Kammiotakykardia (mukaiillen Jormakka & Kettunen 2019, 46; Vauhkonen & Holmström 2019, 124; Ahonen ym. 2020, 278).

Kammiotakykardiassa sähköiset impulssit syntyvät kammioiden alueen sydänlihassoluissa, joista impulssit kulkeutuvat muualle sydänlihakseen. Sähköinen akseli voi olla poikkeava. Kammiotakykardian aiheuttaa usein sydänsairaus tai -tulehdus, elektrolyyttihäiriö tai myrkytystila. Taustalta voidaan havaita myös altistava tekijä esimerkiksi sydänlihaksen iskemia eli hapenpuute ja laukaiseva tekijä esimerkiksi lisälyönnit. (Raatikainen 2019.) Hemodynamiikkaan vaikuttava nopea kammiotakykardia on henkeä uhkaava rytmihäiriö, jonka hoito on kardioversio eli synkronoitu sähköinen rytminsiirto (Vauhkonen & Holmström 2019, 107). Hoitamattomana kammiotakykardia voi muuttua kammiövärinäksi ja aiheuttaa potilaan elottomuuden (Ahonen ym. 2020, 277). (Jormakka & Kettunen 2019, 46–47.) Sykkeetön kammiotakykardia tajuttomalla tai elottomalla potilaalla hoidetaan defibrillaatiolla ja hoitoelvytyksellä (Ahonen ym. 2020, 226).

5.3.2 Kääntyvien kärkien kammiotakykardia

Kääntyvien kärkien kammiotakykardia eli *Torsades de Pointes (TdP)* on hengenvaarallinen rytmihäiriö, joka altistaa kammiovärinälle ja siten elottomuudelle. (Raatikainen 2018.) Sydänsähkökäyrässä havaitaan samankaltaiset muutokset kuin kammiotakykardiassa, mutta sydämen sähköinen akseli kiertää aiheuttaen havaittavan polymorfian (Kuva 17) (Raatikainen 2019).

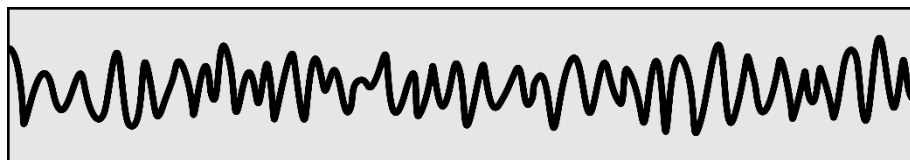


Kuva 17. Kääntyvien kärkien kammiotakykardia (mukaiillen Hedman & Hartikainen 2017; Jormakka & Kettunen 2019, 47).

Kääntyvien kärkien kammiotakykardian taustalla voi olla useita erilaisia tekijöitä, kuten elimistön elektrolyyttihäiriö, hidaslöyntisyys, sydämen vajaatoiminta sekä erilaiset lääkeaineet (Korhonen 2011). Näiden tekijöiden myötä QT-ajan pidentyminen voi laukaista kääntyvien kärkien takykardian. Oireena voi olla alkuun rytmihäiriötuntemuksia ja myöhemmin synkopee eli tajunnanmenetys. (Korhonen 2011, Raatikainen 2018.)

5.3.3 Kammiovärinä

Kammiovärinä (eng. *ventricular fibrillation, VF*) on nopea rytmihäiriö, jonka aikana sydänsähkökäyrässä havaitaan epäsäännöllistä ja vaihtelevaa sähköistä toimintaa (Kuva 18). Havaittava taajuus vaihtelee 150-500/min välillä. Kammiovärinän aikana ei havaita normaaleja P-aaltoja tai QRS-komplekseja. Karkeampi värinä vaimenee tasaisemmaksi värinäksi ja noin 10-15 minuutin kuluttua asystoleksi. (Burns 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 39; Vauhkonen & Holmström 2019, 126; Ahonen ym. 2020, 226.)



Kuva 18. Kammiovärinä (mukaiillen Jormakka & Kettunen 2019, 39; Vauhkonen & Holmström 2019, 126; Ahonen ym. 2020, 226).

Sähköiset impulssit syntyvät kammioiden alueen sydänlihassoluissa, joista ne leviävät muualle sydänlihakseen. Nämä impulssit eivät kuitenkaan kykene supistamaan sydänlihasta tehokkaasti, vaan sydänlihas värisee kaottisesti eikä se kykene pumppaamaan verta eteenpäin elimistössä. Kammiovärinän aiheuttavat usein samat tekijät kuten kammiotakykardiankin, ja usein sitä edeltääkin kammiotakykardia. Kammiovärinä aiheuttaa potilaan elottomuuden, ja sen hoidossa ensisijaista on nopeasti aloitettu defibrillaatio. (Burns 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 39; Vauhkonen & Holmström 2019, 126; Ahonen ym. 2020, 226.)

5.3.4 Junktionaalinen rytmi

Junktionaalinen eli nodaalinen rytmi syntyy eteis-kammiosolmukkeessa. Normaalisti sinussolmuke tahdistaa sydämen rytmiä 50-90/min taajuudella. Jos solmukkeen toiminta häiriintyy, voi eteis-kammiosolmuke alkaa tahdistamaan rytmiä 35-60/min taajuudella. Nodaalisessa rytmissä voidaan havaita, että P-aallon inversio eli kääntyminen, puuttuminen kokonaan tai sijaitseminen QRS-kompleksin jälkeen, jolloin puhutaan retrogradiesta P-aallosta (Kuva 19). (Jormakka & Kettunen 2019, 50; Parikka & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 123.)

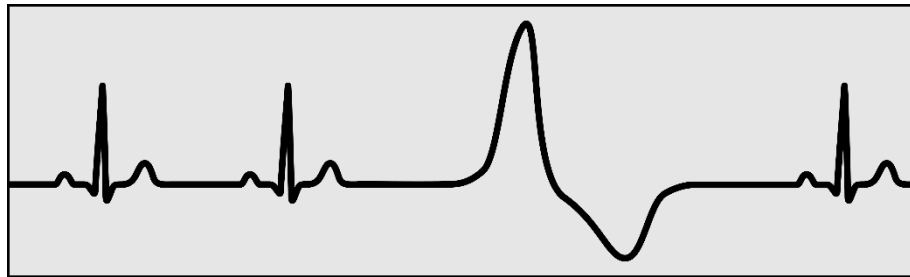


Kuva 19. Junktionaalinen rytmi (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 50; Vauhkonen & Holmström 2019, 123).

Junktionaalisisessa rytmissä impulssit syntyvät eteis-kammiosolmukkeen soluissa. Täältä impulssit etenevät kammioihin, ja toisinaan myös eteisiin. Junktionaalista rytmiä voi esiintyä esimerkiksi urheilijoilla vagushermon ärsytyksen yhteydessä (Nikus 2016, 12) tai eteis-kammiokatkoksessa. Nopeampaa rytmiä ja junktionaalista takykardiaa voi esiintyä myös akuutin sydäninfarktin yhteydessä. (Jormakka & Kettunen 2019, 50; Parikka & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 123.)

5.3.5 Kammiolisälyönti

Kammiolisälyönti (eng. *ventricular extrasystole, VES; premature ventricular contraction, PVC; ventricular premature complex, VPC* tai *ventricular premature beat, VPB*) on muun rytmien ohella havaittava poikkeavan muotoinen, kokoinen ja kestoinen kompleksi (Kuva 20). Se voi esiintyä yksittäisenä, parina tai useamman sarjana joko satunnaisesti tai säännöllisesti. Kammiolisälyönnit voivat olla unifokaalisia eli yhdenmuotoisia tai multifokaalisia eli monimuotoisia. Kompleksi on enneaikainen, sitä ei edellä P-aaltoa, sen kesto on yleensä yli 120 ms ja sen jälkeen voi esiintyä lyhyt niin sanottu kompensatorinen tauko. (Jormakka & Kettunen 2019, 46; Korhonen & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 117–118; Ahonen ym. 2020, 276.)



Kuva 20. Kammiolisälyönti (mukaillen Raatikainen 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 45; Vauhkonen & Holmström 2019, 117; Ahonen ym. 2020, 277).

Kammiolisälyönti saa alkunsa kammioiden alueen sydänlihassoluista. Lisälyönnit voivat tuntua esimerkiksi muljahteluna tai tykytyksenä (Alanen ym. 2016, 91). Se on yleisin sydämen rytmihäiriö, eikä se yksittäisenä terveellä ihmisellä ole henkeä uhkaava löydös. Sydänsairaudet kuitenkin altistavat lisälyönneille, ja usein esiintyvät ja useat peräkkäiset lisälyönnit vaativat lisäselvittelyitä. Lisälyönnin osuessa T-aallon päälle voi rytmi muuttua kammiotakykardiaksi, jolloin puhutaan R-on-T -ilmiöstä. (Jormakka & Kettunen 2019, 46; Korhonen & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 117–118; Ahonen ym. 2020, 276.)

5.4 Sydämen sähkörataan liittyvät rytmihäiriöt

5.4.1 Sairas sinus -oireyhtymä

Sairas sinus -oireyhtymässä (eng. *sick sinus syndrome, SSS*) sinussolmukkeeseen häiriö aiheuttaa poikkeavan sähköisen toiminnan sydämessä. Oireyhtymä ilmenee

bradykardiana, sinustaukona (Kuva 21), sinoatriaalisena katkoksenä (eng. *sinoatrial exit block*) ja bradykardia-takykardiaoireyhtymänä. Oireiden määrä vaihtelee. Sinustauon aikana P-aaltojen välinen etäisyys pitenee jopa yli kolmen sekunnin mittaiseksi sinussolmukkeen toiminnan häiriön vuoksi, jonka taustalla voi olla vagushermon ärsytys, lääke tai solmukkeen vaurio. Sinoatriaalisessa katkoksesta sähköisen impulssin kulku sinusolmukkeesta eteiseen on hidastunut tai puuttuu, mikä vaikuttaa P-aaltojen esiintyvyyteen. Bradykardia-takykardiaoireyhtymässä nopea ja hidas rytmi vaihtelevat kohtauksittain. (Burns 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 49; Korhonen & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 116.)



Kuva 21. Sairas sinus -oireyhtymä, jossa hetkellinen sinustauko (mukaillen Hedman & Hartikainen 2017; Jormakka & Kettunen 2019, 49; Korhonen & Viitasalo 2019).

Oireyhtymän taustalla voi olla sinussolmukkeen tai alueen hermojen vaurio, joka on seurausta iän myötä tapahtuneesta rappeutumisesta. Merkittävimpänä oireena voi olla hidaslöyhtisyys rasituksesta huolimatta, mikä aiheuttaa voimattomuutta ja lisääntyneitä ahdistusta. Sairas sinus -oireyhtymä voi altistaa eteisvärinälle ja muille eteisperäisille rytmihäiriöille. (Korhonen & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 116, Ahonen ym. 2020, 256.)

5.4.2 Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos

Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkoksesta eteisistä kammioihin saapuvan impulssin kulku on hidastunut. Sydänsähkökäyrässä havaitaan normaali sinusrytmi, jossa PQ-aika on pidentynyt eli sen kesto on yli 200 ms (Kuva 22). Johtumishäiriö voi aiheutua eteis-kammiosolmukkeen, Hisin kimpun tai Purkinjen säikeiden ongelmasta. Häiriön taustalla voi olla vagushermon ärsytys, johtoradan vaurio tai käytössä oleva lääke. Häiriö on yleensä oireeton. (Jormakka & Kettunen 2019, 50; Kerola & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 111–112; Ahonen ym. 2020, 256.)



Kuva 22. Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 50; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 255).

5.4.3 Toisen asteen eteis-kammiokatkos

Toisen asteen eteis-kammiokatkos voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin, joita ovat Mobitz 1 ja Mobitz 2. Mobitz 1:ssä PQ-aika pitenee vähitellen, kunnes yksi P-aalto jää johtumatta kammioihin (Kuva 23). Yhden P-aallon jäädessä johtumatta seuraa tauko, jonka jälkeen syntyy uusi P-aalto, joka johtuu edellisen syklin kaltaisesti. Tästä voidaan käyttää myös nimitystä Wenkenbachin ilmiö, joka on usein hyvälaatuinen eteis-kammiosolmukkeesta johtuva ilmiö. Hyvänlaatuisissa tapauksissa syketaajuuden kohoaminen lyhentää PQ-aikaa ja kaikki P-aallot johtuvat. PQ-aika voi myös olla jo alun perin pidentynyt, joka voi olla merkki eteis-kammiosolmukkeen vauriosta, mikä suurentaa täydellisen eteis-kammiokatkoksen riskiä. (Nikus 2016, 12; Jormakka & Kettunen 2019, 51; Kerola & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 256.)



Kuva 23. Toisen asteen eteis-kammiokatkos, Mobitz 1 (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 51; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 255).

Mobitz 2:ssa esiintyy ajoittain johtumattomia P-aaltoja, joita ei edellä PQ-ajan vähittäinen pidentyminen vaan se pysyy vakiona (Kuva 24). Taustalla on usein Hisin kimpun tai Purkinjen säikeiden vaurio, mutta myös akuutti sydäninfarkti voi aiheuttaa muutoksia. Mobitz 2 aiheuttaa bradykardiaa ja suurentaa täydellisen eteis-kammiokatkoksen riskiä. Mobitz 2 tyyppinen häiriö on yksi tahdistinhoidon aihe (Raatikainen 2018). (Nikus 2016, 12; Jormakka & Kettunen 2019, 51; Kerola & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 256.)



Kuva 24. Toisen asteen eteis-kammiokatkos, Mobitz 2 (mukaiillen Jormakka & Kettunen 2019, 51; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 255).

5.4.4 Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos

Kolmannen asteen eteis-kammiokatkokuksessa eli niin kutsutussa totaaliblokissa sähköimpulssi ei kulkeudu eteisistä kammioihin. Sydänsähkökäyrässä havaitaan eteisten ja kammioiden supistuminen toisistaan riippumatta (Kuva 25), ja osa P-aalloista ja QRS-komplekseista voi osua päällekkäin. Eteisten supistuminen voi syntyä sinus- tai eteis-kammiosolmukkeessa, mikä vaikuttaa eteisten supistumistaajuuteen. Myös eteisvärinä ja -lepatus ovat mahdollisia kolmannen asteen eteis-kammiokatkoksen aikana. Kammioiden alueella impulssit syntyvät Hisin kimpun ylä- tai alapuolelta. Mitä ylempää johtorataa impulssi on lähtöisin, sitä kapeampi kompleksi ja säännöllisempi sekä nopeampi rytmi on. Kammiotaajuus voi olla jopa junktionaalisen rytmin tasoa 40-60/min. (Jormakka & Kettunen 2019, 52; Kerola & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019; 112–113; Ahonen ym. 2020, 256.)

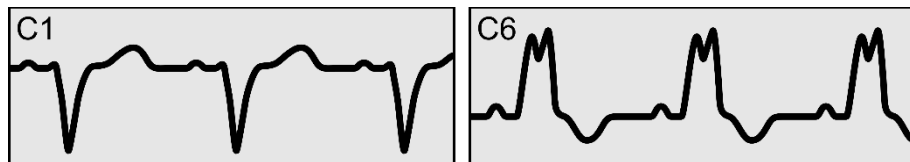


Kuva 25. Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos, totaaliblokki (mukaiillen Jormakka & Kettunen 2019, 51; Kerola & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 112; Ahonen ym. 2020, 255).

Kolmannen asteen eteis-kammiokatkos voi olla synnynnäinen tai hankittu (Kerola & Viitasalo 2019). Se on myös yksi pysyvän tahdistinhoidon aiheista ja uutena rytmihäiriönä voi vaatia aluksi ulkoista tahdistusta erityisesti, jos kyseessä on hemodynaamisesti epävakaa potilas (Jormakka & Kettunen 2019, 52; Raatikainen 2018).

5.4.5 Vasen haarakatkos

Vasemmassa haarakatkoksesssa (eng. *left bundle branch block, LBBB*) Hisin kimpun jälkeinen vasen päähaara on vaurioitunut siten, että sydämessä kulkeva sähköinen impulssi ei pääse kulkemaan sitä pitkin. Vasemman kammion supistumiseen vaadittava impulssi johtuu sydänlihassolujen kautta oikeasta kammioista, minkä myötä sydänsähkökäyrässä havaitaan yli 120 ms leveä QRS-kompleksi (Kuva 26). Lateraaliset kytkennät I, aVL, C5 ja C6 kuvaavat sydämen vasenta puolta, ja näissä kytkennöissä havaitaan vasemman haarakatkoksen aikana leveä ja koukeroinen R-aalto. Myös ST-välin laskua ja T-aallon inversiota voidaan havaita. Rintakytkennöissä C1 ja C2 on leveä ja negatiivinen kompleksi. Myös ST-välin nousu ja normaalia kookkaampi T-aalto voidaan nähdä näissä rintakytkennöissä. (Jormakka & Kettunen 2019, 31; Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 110.)



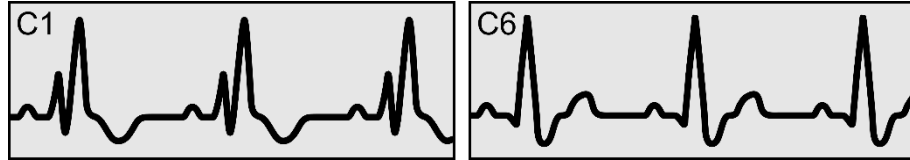
Kuva 26. Vasemman haarakatkoksen merkit rintakytkennöissä C1 ja C6 (mukaiillen Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 109).

Vasen haarakatkos on usein merkki sydänsairaudesta ja se lisää riskiä täydellisen eteis-kammiokatkoksen syntyyn (Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 110). Mikäli uuteen vasempaan haarakatkokseen liittyy akuutin sydäninfarktin oireita, siihen tulee suhtautua kuin ST-nousuinfarktiin (Ahonen ym. 2020, 218).

5.4.6 Oikea haarakatkos

Oikeassa haarakatkoksesssa (eng. *right bundle branch block, RBBB*) Hisin kimpun jälkeinen oikea päähaara on vaurioitunut siten, että sydämessä kulkeva sähköinen impulssi ei pääse kulkemaan sitä pitkin. Oikean kammion supistumiseen vaadittava impulssi johtuu sydänlihassolujen kautta vasemmasta kammioista, minkä myötä sydänsähkökäyrässä havaitaan yli 120 ms leveä QRS-kompleksi (Kuva 27). Oikea kammio supistuu normaalia myöhemmin. Rintakytkennöissä C1 ja C2 voidaan havaita kompleksit, joissa on kaksi R-aaltoa vierekkäin. Samoissa kytkennöissä havaitaan myös T-aallon inversio,

mutta ei kuitenkaan ST-välin laskua. Lateraalisissa vasemman puolen kytkennöissä I, aVL, C5 ja C6 on havaittavissa leventynyt ja normaalia syvempi S-aalto. (Jormakka & Kettunen 2019, 30–31; Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 109–110.)



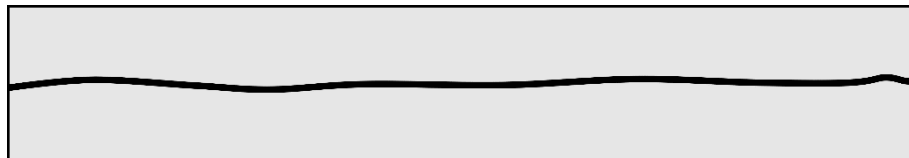
Kuva 27. Oikean haarakatkoksen merkit rintakytkennöissä C1 ja C6 (mukaillen Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 109).

Oikea haarakatkos on usein hyvälaatuinen nuorilla ja muuten terveillä. Ikääntyneemmällä se voi olla ensimmäinen merkki alkavasta johtoradan vauriosta tai muusta sairaudesta. (Nikus & Parikka 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 110.)

5.5 Sairaustiloihin liittyvät rytmihäiriöt

5.5.1 Asystole

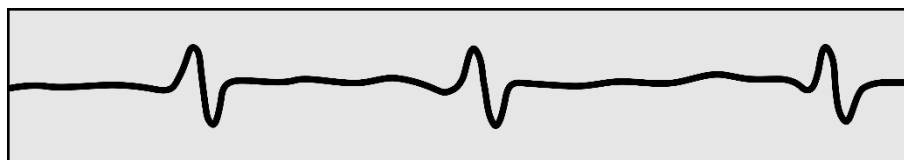
Asystolia tai asystole (ASY) on sydämessä havaittava rytmihäiriö, jossa sydänlihas ei supistu ollenkaan eli sydän on pysähtynyt. Sydänsähkökäyrässä ei havaita sähköistä toimintaa, joskin perusviiva voi hieman vaihdella (Kuva 28). Asystole on usein seurausta hoitamattomasta hengenvaarallisesta rytmihäiriöstä, jonka taustalla voi olla sydänsairaus. Taustalla voi myös olla hypotermia eli kehon lämpötilan lasku (Aro & Mäkijärvi 2019). Asystolea voidaan yrittää hoitaa hoitoelvytyksellä. Ennuste on yleensä huono, ellei aiheuttajaa kyetä hoitamaan nopeasti. (Jormakka & Kettunen 2019, 38; Vauhkonen & Holmström 2019, 127.)



Kuva 28. Asystole (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 38; Vauhkonen & Holmström 2019, 127).

5.5.2 Pulssiton sähköinen toiminta

Pulssiton sähköinen toiminta (englanniksi pulseless electrical activity, PEA) on sydämessä havaittava rytmihäiriö, jossa havaitaan sähköistä toimintaa, joka ei kuitenkaan johda sydänlihaksen supistumiseen (Kuva 29). Sähköinen toiminta voi muistuttaa normaaleja komplekseja, aiheuttamatta kuitenkaan tunnettavaa sykettä. Sykkeen tuntu- mista voi kokeilla esimerkiksi ranne- tai kaulavaltimolta. Pulssiton sähköinen toiminta on asystolen tavoin usein seurausta hoitamattomasta hengenvaarallisesta rytmihäiriöstä, jonka taustalla voi olla keuhko-, sydän- tai verisuoniperäinen ongelma, tai myrkytys. Rytmihäiriötä voidaan yrittää hoitaa hoitoelvytyksellä. Ennuste on yleensä huono, ellei aiheuttajaa kyetä hoitamaan nopeasti. (Jormakka & Kettunen 2019, 38; Vauhkonen & Holmström 2019, 127.)



Kuva 29. Pulssiton sähköinen toiminta (mukaillen Ikola 2017; Jormakka & Kettunen 2019, 38).

5.5.3 STEMI ja NSTEMI

Sepelvaltimotautikohtauksen myötä syntyvät sydäninfarktit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin, jotka ovat ST-nousuinfarkti (eng. *ST-elevation myocardial infarction, STEMI*), ST-laskuinfarkti (eng. *non-ST-elevation myocardial infarction, NSTEMI*) ja epästabili angina pectoris (eng. *unstable angina pectoris, UAP*). ST-nousuinfarktissa havaitaan aluksi T-aallon kasvaminen, jonka jälkeen ST-taso lähtee nousemaan (Kuva 30). Myöhemmin T-aalto kääntyy laskuun, ST-taso palautuu normaaliksi ja Q-aalto syvenee. ST-laskuinfarktissa ja epästabiliissa angina pectoriksessa ST-taso ei nouse tai se laskee (Kuva 30). Sepelvaltimotaudissa sepelvaltimoiden seinämiin on kertynyt plakkia, mikä vaikeuttaa veren kulkemista. Ahtauman riittämätön verenkierto rasituksessa, plakin repeäminen ja trombin eli paikallisen hyytymän kehittyminen tai emboluksen eli muualta tulleen tukoksen pysäyttämä verenkierto aiheuttaa sydänlihaskemiaa eli hapenpuutetta. Sydäninfarktissa sydänlihaskudos voi pahimmillaan mennä kuolioon. Oireena on äkillisesti alkanut voimakas ja jatkuva rintakipu, joka on luoteeltaan puristavaa, painavaa tai

vannemaista. Kipu voi säteillä käsiin, hartioihin, kaulalle ja selkään. (Jormakka & Kettunen 2019, 56–57; Kervinen 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 57.)



Kuva 30. ST-nousuinfarkti (vasen) ja ST-laskuinfarkti (oikea) (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 66; Vauhkonen & Holmström 2019, 66).

I LCX Lateraalinen	aVR	C1 LAD Septaalinen	C4 LAD Anteriorinen	C7 RCA Posteriorinen
II RCA Inferiorinen	aVL LCX Lateraalinen	C2 LAD Septaalinen	C5 LCX Lateraalinen	C8 RCA Posteriorinen
III RCA Inferiorinen	aVF RCA Inferiorinen	C3 LAD Anteriorinen	C6 LCX Lateraalinen	C9 RCA Posteriorinen

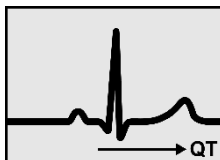
Kuva 31. Sydänlihaskaurion paikannustaulukko (mukaillen Kligfield ym. 2007, 1118; Evenson & Farnsworth 2010, 18; Jabbour & Touquet 2014, 295; Jormakka & Kettunen 2019, 63–65).

Sydänperäisen rintakivun perustutkimukseen kuuluu 16-kytkentäinen EKG, johon kuuluu normaalin 12-kytkentäisen EKG:n lisäksi lisäkytkennät C4R ja C7-C9. Aortan juuresta haarautuu kaksi sepelvaltimoa, vasen sepelvaltimo (eng. *left coronary artery, LCA*) ja oikea sepelvaltimo (eng. *right coronary artery, RCA*), jotka huolehtivat sydänlihaksen verenkierrasta. Vasen sepelvaltimo haarautuu edelleen vasempaan laskevaan sepelvaltimoon (eng. *left anterior descendens, LAD*) ja vasempaan kiertävään sepelvaltimoon (eng. *left circumflex, LCX*). Koska sepelvaltimot huolehtivat tiettyjen osien verenkierrasta, havaitaan ST-nousuja tai laskuja usein saman suonon suonittamalla alueella (Nikus & Kytö 2015, 1503). Kuvassa 31 on esitetty vaurion paikannustaulukko, jonka avulla pystytään paikantamaan sydänlihaskaurion tai -iskemian sijainti sydänsähkökäyrästä havaittavista muutoksista. ST-tason nousu yli 2,5 mm (alle 40-v mies), yli 2 mm (yli 40-v mies) ja yli 1,5 mm (naiset) vähintään kahdessa vierekkäisessä C2-C3 kytkennässä tai yli 1 mm muussa kahdessa vierekkäisessä kytkennässä on merkittävä muutos. Rintakipupotilaan sydänsähkökäyrää tulkittaessa on otettava huomioon myös resiprokaali- eli peilikuvamuutokset, joissa ST-nousua vastakkaisella puolella sydäntä havaitaan ST-tason laskuja. Esimerkiksi posterioristen eli takaosaa kuvaavien kytkentöjen C7-C9 alueella näkyvä ST-tason nousu näkyy septaalisisä ja anteriorisissa eli sydämen etuosaa

kuvaavissa kytkennöissä ST-tason laskuna. Posteriorisissa kytkennöissä yli 0,5 mm ST-tason nousu ja resiprokaalinen yli 0,5 mm ST-tason lasku C1-C3-kytkennöissä on merkittävä muutos. (Kligfield ym. 2007, 1120; Jormakka & Kettunen 2019, 62–65; Kervinen 2019.)

5.5.4 Pitkä QT -oireyhtymä

Pitkä QT -oireyhtymässä (eng. *long QT -syndrome, LQTS*) QT-aika on pidentynyt normaalista eli yli 440 ms (Kuva 32). Oireyhtymä voi olla synnynnäinen geenivirheen takia tai hankittu käytössä olevan lääkehoidon myötä. Myös elektrolyyttihäiriöt voivat pidentää QT-aikaa. Synnynnäinen oireyhtymä voidaan jakaa kolmeen tyyppiin, joista ensimmäisessä oireita ilmenee äkillisessä fyysisessä rasituksessa, toisessa esimerkiksi säikähtäessä ja kolmannessa levolla ollessa syketaajuuden laskiessa. QT-aikaa pidentäviin lääkkeisiin kuuluu niin kipu-, mikrobi-, pahoinvointi-, psyyken- kuin rytmihäiriölääkkeitäkin, esimerkiksi metadoni, erytromysiini, haloperidoli ja amiodaroni. Pidentynyt QT-aika altistaa tajuttomuuskohtauksille ja kääntyvien kärkien kammiotakykardialle, joka voi edelleen kehittyä kammiövärinäksi ja aiheuttaa elottomuuden. (Korhonen 2011, 185; Jormakka & Kettunen 2019, 38; Marjamaa & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 115; Ahonen ym. 2020, 280.)



Kuva 32. Pitkä QT-oireyhtymä (mukaillen Marjamaa & Viitasalo 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 115).

5.5.5 Wolff-Parkinson-White -oireyhtymä

Wolff-Parkinson-White -oireyhtymässä sydämessä on eteisten ja kammioiden välillä synnynnäinen oikorata, jonka myötä oikoradalla kulkeva sähköinen impulssi saa kammiot supistumaan normaalia aikaisemmin. Sydänsähkökäyrässä pre-eksitaatio eli varhaisaktivaatio näkyy PQ-ajan lyhenemisenä alle 120 ms ja delta-aaltona (Kuva 33). Oikoradan sijainti vaikuttaa QRS-kompleksin kokoon. Wolff-Parkinson-White -oireyhtymä altistaa

kiertoaktivaatiotakykardialle, eteisvärinälle ja -lepatukselle. (Jormakka & Kettunen 2019, 37; Parikka 2019; Parikka & Mäkijärvi 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 113.)



Kuva 33. Wolff-Parkinson-White -oireyhtymässä esiintyvä delta-aalto (mukaiillen Raatikainen, Uusimaa & Pakarinen 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 114).

5.5.6 Keuhkoembolia

Keuhkoembolia (eng. *pulmonary embolism, PE*) eli keuhkoveritulppa aiheutuu keuhkovaltimoon kulkeutuneesta tai syntyneestä tukoksesta. Usein tukos syntyy muualla kehossa esimerkiksi alaraajojen laskimoissa. Noin 50 % tapauksissa keuhkoembolia aiheuttaa sydänsähkökäyrään muutoksia. Huomioitavaa on, että normaali sydänsähkökäyrä ei sulje pois keuhkoembolian mahdollisuutta mutta toimii lääkärin apuna diagnoosin muodostamisessa. Sydänsähkökäyrässä voidaan nähdä sinustakykardia, oikealle kääntynyt akseli, osittainen oikea haarakatkos, T-aallon inversio kytkennöissä C1-C4, III ja aVF, syvä S-aalto I-kytkennässä ja syvä Q-aalto III-kytkennässä (Kuva 34). Muut takykardian lisäksi havaittavat muutokset viittaavat massiiviseen keuhkoemboliaan. (Meinander & Lassila 2017, 2751–2752; Harjola 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 77; Vauhkonen & Holmström 2019, 182–183.)



Kuva 34. Keuhkoembolian merkit I- ja III-raajakytkennöissä (mukaiillen Harjola 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 77).

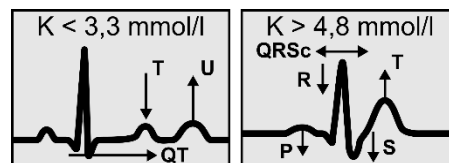
Keuhkoembolia aiheuttaa kaasujenvaihto- ja sydämen pumppausongelman. Kaasujenvaihto-ongelmassa keuhkokudoksen hapenpuute estää kaasujenvaihdon keuhkorakkuiloissa. Sydämen pumppausongelmassa tukkeutunut keuhkovaltimo lisää keuhkoverenkierron vastusta ja sydämen oikean puolen kuormitusta. Keuhkoembolia voi johtaa elimistön sokkitilaan, joka yhdessä sydämen oikean puolen kuormituksen kanssa nostavat merkittävästi kuolleisuutta. Oireiden vakavuus riippuu kuitenkin potilaasta, verenkierto-

ongelman laajuudesta ja elimistön kuormituksesta. Oireena on lähes aina hengenahdistus. Muita oireita voivat olla tihentynyt hengitys ja rintakipu. Laboratoriokokeissa voidaan havaita B-tyypin natriureettisen peptidin ja troponiini T:n tai I:n pitoisuuksien kohoaminen noin 50 % tapauksissa. (Meinander & Lassila 2017, 2751–2752; Harjola 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 77; Vauhkonen & Holmström 2019, 182–183.)

5.5.7 Elektrolyyttitasapainon häiriöt

Hypo- ja hyperkalemia

Kaliumionit osallistuvat hermo- ja lihassolujen aktiopotentiaalin syntyyn ja sen kulkeutumiseen soluja pitkin, minkä takia kaliumtasapaino on tärkeässä asemassa esimerkiksi sydämen normaalin toiminnan kannalta. Hypokalemiassa kaliumin määrä on normaalia matalampi. Turun yliopistollisen keskussairaalan laboratorioden tutkimusohjekirjassa plasman kaliumin alarajana pidetään 3,3 mmol/l, muualla kirjallisuudessa vastaava raja voi olla esimerkiksi 3,5 mmol/l. Sydänsähkökäyrässä havaitaan ST-välin ja T-aallon laskea sekä U-aallon ilmaantuminen (Kuva 35). QT-aika voi myös pidentyä. Sydänsähkökäyrän muutokset lisääntyvät, mitä matalampi kaliumpitoisuus on. Matalia kaliumarvoja voi esiintyä muun muassa oksentelun, ripuloinnin, diureettien käytön, lisämunuaisten liikatoiminnan, alkaloosin ja glukoosin tai insuliinin annon yhteydessä. (Jormakka & Kettunen 2019, 78; Tyks laboratoriot 2018; Vauhkonen & Holmström 2019, 315.)



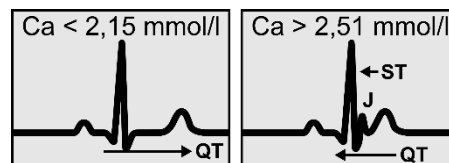
Kuva 35. Hypokalemian (vasen) ja hyperkalemian (oikea) merkit (mukaiillen Tyks laboratoriot 2018; Nieminen & Hedman 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 77–79).

Hyperkalemiassa kaliumin määrä on normaalia korkeampi. Turun yliopistollisen keskussairaalan laboratorioden tutkimusohjekirjassa plasman kaliumin ylärajana pidetään 4,8 mmol/l, muualla kirjallisuudessa vastaava raja voi olla esimerkiksi 5,0 mmol/l. Sydänsähkökäyrässä havaitaan T-aallon kasvaminen, P-aallon ja QRS-kompleksin leveneminen ja madaltuminen sekä S-aallon syventyminen (Kuva 35). Sydänsähkökäyrän muutokset lisääntyvät, mitä korkeampi kaliumpitoisuus on. Korkeita kaliumarvoja voi esiintyä muun

muassa munuaisten vajaatoiminnassa, Addisonin taudissa, liiallisen kaliumlääkityksen tai suonensisäisen nestehoidon yhteydessä, asidoosissa, suurissa palovammoissa ja rabdomyolyysissa. (Jormakka & Kettunen 2019, 78; Tyks laboratoriot 2018; Vauhkonen & Holmström 2019, 320.)

Hypo- ja hyperkalsemia

Hypokalsemiassa kalsiumin määrä on normaalia matalampi. Turun yliopistollisen keskussairaalan laboratorioden tutkimusohjekirjassa ja muualla kirjallisuudessa plasman kalsiumin alarajana pidetään 2,15 mmol/l ja seerumin kalsiumionin alarajana 1,16 mmol/l. Vaikeissa tapauksissa sydänsähkökäyrässä voidaan nähdä QT-ajan ja ST-välin pidentyminen (Kuva 36), mikä voi altistaa hengenvaarallisille rytmihäiriöille. Hypokalsemian taustalla voi olla parat- eli lisäkilpirauhashormonin puute, D-vitamiinin puute, akuutti haimatulehdus, ripuli tai alkaloosi. (Tyks laboratoriot 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 78; Nieminen & Hedman 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 286–287.)



Kuva 36. Hypokalsemian (vasen) ja hyperkalsemian (oikea) merkit (mukaillen Otero & Lenihan 2000, 316; Serafi, Vlieg & Taremi 2011; Tyks laboratoriot 2018; Rituparna ym. 2007, 817; Nieminen & Hedman 2019; Jormakka & Kettunen 2019, 78; Lääketieteen termit 2020).

Hyperkalsemiassa kalsiumin määrä on normaalia korkeampi. Turun yliopistollisen keskussairaalan laboratorioden tutkimusohjekirjassa ja muualla kirjallisuudessa plasman kalsiumin ylärajana pidetään 2,51 mmol/l ja seerumin kalsiumionin ylärajana 1,3 mmol/l. Taustalla voi olla muun muassa kasvain, hyperparatyreoosi, hypertyreoosi, lisämunuaisten vajaatoiminta tai D-vitamiinin yliannostus. Oireina voi esiintyä lihassetkeyttä, väsymystä, pahoinvointia, sekavuutta tai kuumeilua. Vaikeissa tapauksissa sydänsähkökäyrässä voidaan nähdä QT-ajan ja ST-välin lyhentyminen (Kuva 36). (Tyks laboratoriot 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 78; Nieminen & Hedman 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 280–281.) Kirjallisuudesta löytyy myös mainintoja siitä, että hyperkalsemian yhteydessä voi esiintyä hypotermian yhteydessä yleisemmin tavattuja J-aaltoja heti

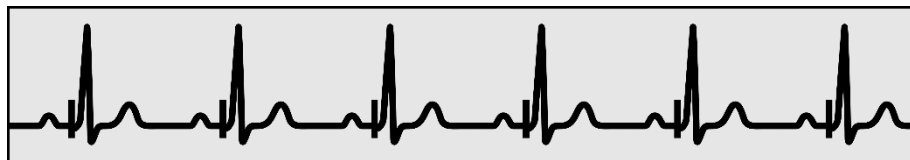
QRS-kompleksin jälkeen (Otero & Lenihan 2000, 316; Rituparna ym. 2007, 817; Serafi, Vlieg & Taremi 2011; Cadogan 2019; Lääketieteen termit 2020).

5.5.8 Tahdistinrytmi

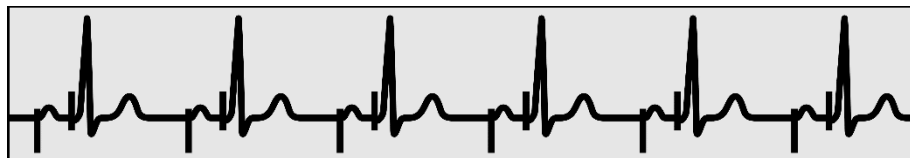
Sydämentahdistin (eng. *pacemaker, PM*) aiheuttaa sydänsähkökäyrään tunnistettavan tahdistinpiikin. Tahdistinpiikki voidaan havaita ennen P-aaltoa eteistahdistuksessa (Kuva 37), ennen QRS-kompleksia kammiotahdistuksessa (Kuva 38) tai molempien edessä tahdistettaessa kumpaakin (Kuva 39). Tahdistinhoitoon voidaan päätyä, kun potilaalla on jatkuva bradykardinen rytmi, joka aiheuttaa oireita. Taustalla voi olla sinussolmukkeen toimintahäiriö, toisen ja kolmannen asteen eteis-kammiokatkos, vaikea sydämen vajaatoiminta tai heijasteperäinen hidaslyöntisyys. (Raatikainen 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 75–77.)



Kuva 37. Eteistahdistus (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 75–77; Koivisto & Vikman 2019, Vauhkonen & Holmström 2019, 132, 134).



Kuva 38. Kammiotahdistus (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 75-77; Koivisto & Vikman 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 132, 134).



Kuva 39. Eteis- ja kammiotahdistus (mukaillen Jormakka & Kettunen 2019, 75–77; Koivisto & Vikman 2019; Vauhkonen & Holmström 2019, 132, 134).

Tahdistimia on useita erilaisia eri tarkoituksiin (Taulukko 3). Tahdistusimpulssi on joko bipolaarinen tai unipolaarinen. Bipolaarisessa tahdistuksessa sähköimpulssi syntyy

tahdistimen kaksijohtoisen elektrodin päiden väliltä, jolloin sydänsähkökäyrässä nähdään pieni tahdistinpiikki. Unipolaarisessa tahdistuksessa sähköimpulssi syntyy elektrodin pään ja tahdistimen kotelon väliltä, jolloin sydänsähkökäyrässä havaitaan suurempi tahdistinpiikki. Bradykardiatahdistin on tarkoitettu hitaiden rytmihäiriöiden hoitoon, ja se voi tahdistaa niin eteisiä kuin kammioitakin. Rytmihäiriötahdistin (eng. *implantable cardioverter defibrillator, ICD*) on tarkoitettu henkeä uhkaavien rytmihäiriöiden hoitoon, ja samalla tahdistimella voidaan hoitaa myös hidasta rytmiä. Vajaatoimintatahdistin (eng. *cardiac resynchronization therapy, CRT*) pyrkii tehostamaan sydämen pumppausta. Eri-laisista aistimis-, tahdistus- ja tahdistintyypeistä on olemassa yhteisesti sovitut kirjainkoodistot, joiden avulla hoitajat ja lääkärit kykenevät selvittämään potilaalla käytössä olevan tahdistimen (Taulukko 1 ja 2). (Koivisto & Vikman 2019; Ahonen ym. 2020, 259.)

Taulukko 1. Sydämentahdistimen kirjainkoodaus kirjaimet 1–4 (mukaillen Raatikainen & Linnaluoto 2003, 321; Bernstein & Parsonnet 2007, 281–282; Tahdistinhoito: Käypä hoito -suositus, 2010; Vauhkonen & Holmström 2019, 132–133).

1. Tahdistettava lo- kero	2. Tunnistettava lo- kero	3. Vaste tunnistuk- seen	4. Ohjelmitavuus, sykemukautuvuus
Esimerkki D	Esimerkki D	Esimerkki I	Esimerkki R
O = ei mikään A = eteinen V = kammio D = molemmat	O = ei mikään A = eteinen V = kammio D = molemmat	O = ei vastetta T = heräte, trigge- röity I = esto, inhiboitu D = molemmat	O = ei mitään P = yksinkertaisesti ohjelmitavissa M = monipuolisesti ohjelmitavissa C = kommunikoiva R = sykemukautuva

Taulukko 2. Sydämentahdistimen kirjainkoodaus kirjain 5 (mukaillen Raatikainen & Linnaluoto 2003, 321; Bernstein & Parsonnet 2007, 281–282; Vauhkonen & Holmström 2019, 132–133).

5. Antitakyrytmia- toiminnot	5. Monisijaintitah- distus
Esimerkki D	Esimerkki D
O = ei mitään P = tahdistus S = isku	O = ei mikään A = eteinen V = kammio

D = molemmat	D = molemmat
---------------------	---------------------

Taulukko 3. Yleisimmin käytetyt tahdistimet ja tahdistustavat (mukaillen Raatikainen & Linnaluoto 2003, 322; Bernstein & Parsonnet 2007, 285; Tahdistinhoito: Käypä hoito -suositus, 2010; Ahonen ym. 2020, 258).

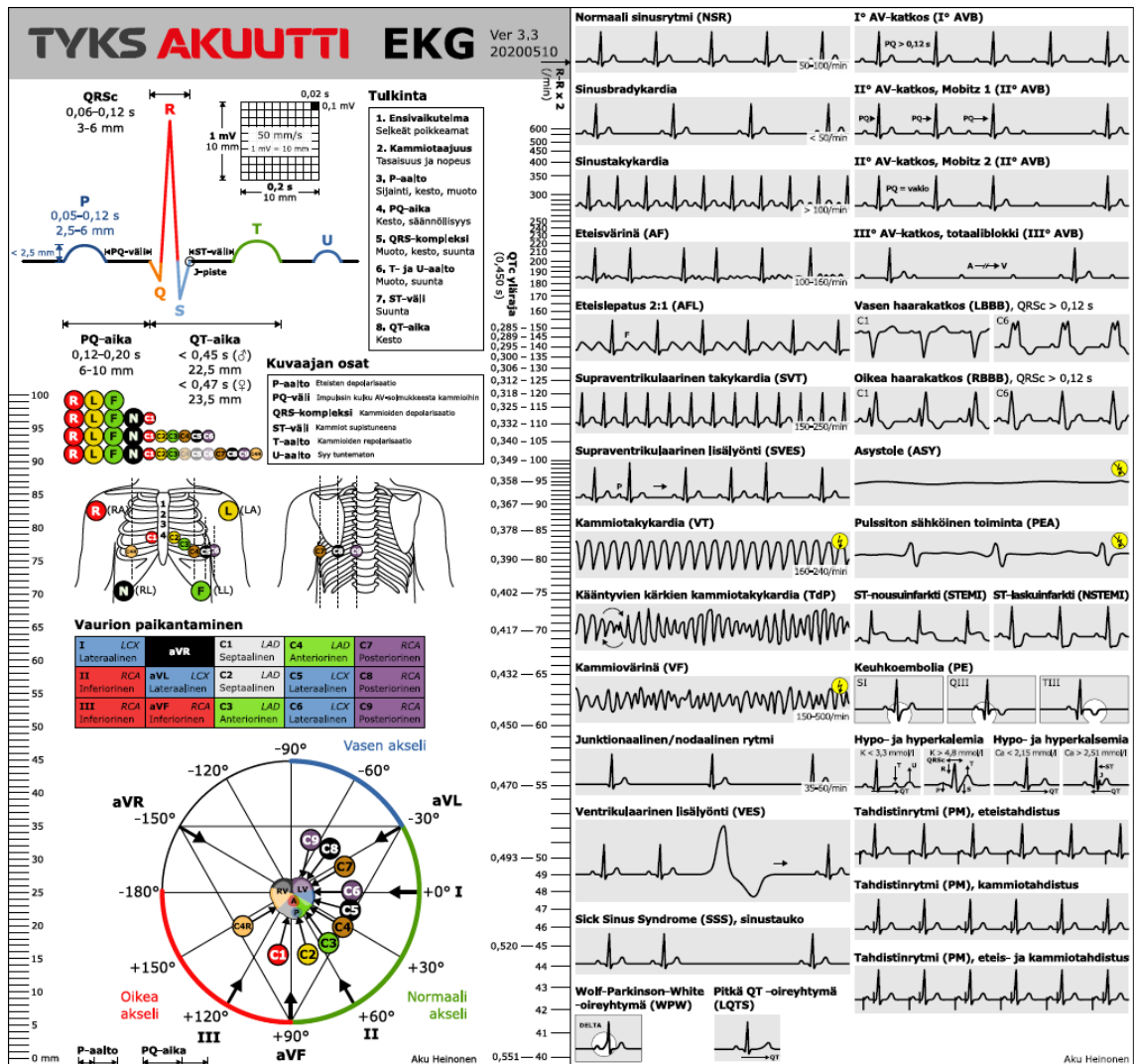
Tahdistustapa		Toiminta
Hitaan sykkeen tahdistimet		
AAI	Eteistahdistus	Tunnistaa ja tahdistaa eteistä
VVI	Kammiotahdistus	Tunnistaa ja tahdistaa kammiota
VDD	Eteisohjattu kammiotahdistus	Tunnistaa eteisiä ja kammioita, tahdistaa vain kammioita
DDI	Eteisten ja kammioiden sekventiaalitahdistus	Tunnistaa ja tahdistaa eteisiä ja tarvittaessa kammioita
DDD	Eteisohjauksinen eteis- ja kammiotahdistus (täysin fysiologinen tahdistus)	Tunnistaa ja tahdistaa eteisiä ja kammioita
___R	Sykettä vaihtava tahdistus	Vaihtaa syketaajuutta sensorin aktiiviteetin mukaan, voidaan yhdistää kaikkiin muihin paitsi VDD tahdistukseen
Rytmihäiriötahdistin (ICD)		
ICD-S		Rytmihäiriön hoito vain sähköiskulla
ICD-B		Bradykardian tahdistus ja rytmihäiriön hoito sähköiskulla
ICD-T		Taky- ja bradykardian tahdistus ja rytmihäiriön hoito sähköiskulla
Vajaatoimintatahdistin (CRT)		
CRT-P	Eteisohjauksinen eteis- ja kammiotahdistus	Tahdistaa kammioita supistusta synkronoivasti kahden kammiojohdon kautta
CRT-D	Eteisohjauksinen eteis- ja kammiotahdistus, ja rytmihäiriön hoito sähköiskulla	Vajaatoimintatahdistin, jossa on rytmihäiriötahdistimen ominaisuudet

Tahdistin on sähköinen laite, minkä vuoksi sen toiminnassa voidaan havaita häiriöitä. Häiriöt voidaan havaita esimerkiksi poikkeavasta sydänsähkökäyrästä. Yleisimmät toimintahäiriöt ovat tahdistushäiriö, johtumishäiriö, alitunnistus ja ylitunnistus. Tahdistushäiriössä tahdistinpiikkejä ei näy ollenkaan, vaikka sydämen syke on matala. Taustalla voi olla elektrodivaurio. Johtumishäiriössä sydänsähkökäyrässä nähdään tahdistinpiikki,

mutta sitä ei seuraa sähköistä toimintaa. Taustalla voi olla elektrodi- tai sydänlihaskvaurio. Alitunnistuksessa tahdistin ei tunnista sydämen omaa supistumista, ja tahdistaa tämän päälle. Syynä voi olla väärä ohjelmointi. Ylitunnistuksessa tahdistin tunnistaa sähköistä aktiiviteettia liikaa, ja sydänsähkökäyrässä voidaan nähdä poikkeava tahdistustaajuus ja tahdistustauot. Syynä voi olla ulkoiset häiriötekijät. (Raatikainen 2018; Jormakka & Kettunen 2019, 76; Koivisto & Vikman 2019.)

6 EKG-KORTTI

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda työkalu sydänsähkökäyrien analysointiin ja rytmihäiriöiden arviointiin, joka tukee hoitajan systemaattista sydänsähkökäyrän tulkittamista, toimii muistin tukena rytmihäiriöitä arvioitaessa ja näin helpottaa työntekoa. Tästä työkalusta muodostui alla kuvattu kaksipuolinen EKG-kortti (Kuva 40). Kortti noudattaa ulkoasultaan Tyks Akuutin graafista ilmettä (Liite 3).



Kuva 40. EKG-kortti, A-puoli (vasen) ja B-puoli (oikea).

6.1 Sydänsähkökäyrä, sen osat ja nauhanopeus

Kortin A-puolella on esitetty sydänsähkökäyrän osat, niiden muodot ja kestot. Samassa yhteydessä on esitetty myös Suomessa yleisesti käytössä oleva 50 mm/s nauhanopeus ja amplitudin vahvistus 10 mm/mV. Kuvaaajien tärkeimpien osien merkitykset on kuvattu omassa laatikossaan, mistä voi olla apua vain vähän kokemusta omaavilla hoitajilla sydämen toimintaa arvioitaessa.

6.2 Systemaattisen tulkinnan muistilista

Palmer (2011, 96) sekä Dzikowicz ja Carey (2020, 64) esittävät sydänsähkökäyrän analysoinnin kahdeksanvaiheisen mallin kautta. Ensimmäiseksi määritetään kammiotajuus sydänsähkökäyrästä. Suomalaisessa kirjallisuudessa esitettyssä systemaattisessa sydänsähkökäyrän tulkinnassa aloitetaan puolestaan tekemällä yleissilmäys tutkittavaan sydänsähkökäyrään, minkä jälkeen vasta selvitetään kammiotajuus (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 18; Jormakka & Kettunen 2019, 20). Dzikowicz ja Carey (2020, 64) esittävät, että kammiotajuuden määrittämisen jälkeen arvioidaan mikä sydämen rytmi on kyseessä. Palmerin (2011, 96) mallin mukaan taas arvioidaan eteisten ja kammioiden sähköisen toiminnan säännöllisyyttä. Näiden vaiheiden jälkeen arvioidaan P-aaltoa ja PQ-aikaa. P-aallosta havainnoitavia asioita ovat sen muoto, suunta, kesto, koko ja olemassaolo ennen QRS-kompleksia. PQ-ajasta arvioidaan sen kestoa ja säännöllisyyttä.

P-aallon ja PQ-ajan jälkeen selvitetään QRS-kompleksin kesto ja suunta, sekä kompleksin osien koko suhteessa toisiinsa. Tämän jälkeen tarkastellaan ST-väliä ja T-aaltoa. ST-välistä havainnoidaan sen mahdollinen poikkeama perusviivasta. T-aallosta selvitetään sen muoto, suunta, kesto ja koko. Lopuksi selvitetään QT-ajan kesto, johon voidaan tehdä sykekorjaus Bazettin kaavalla. (Raatikainen, Mäkijärvi & Parikka 2010, 18; Palmer 2011, 97; Jormakka & Kettunen 2019, 20; Dzikowicz & Carey 2020, 64.) EKG-korttiin valittiin Raatikaisen, Mäkijärvin ja Parikan esittämä systemaattisen sydänsähkökäyrän tulkinnan malli. Valinnassa huomioitiin käyttöympäristö, joka on suomalainen ensi- ja akuuttihoito. Suomalaisessa kirjallisuudessa malli on myös yleisesti tunnettu, joka voi helpottaa EKG-kortin käyttöä.

6.3 Raaja- ja rintakytkennät

Raaja- ja rintakytkennät on esitetty kortissa kahden anatomisen piirroksen avulla. Anteriorisesti eli etupuolelta kuvattuun rintakehään on sijoitettu niin raaja- kuin rintakytkennät. Käytössä on huomioitava, että raajaelektrodit tulee kuitenkin sijoittaa raajoihin mahdollisimman distaalisesti eli etäälle rintakehästä. Posteriorisesti eli takapuolelta kuvattuun rintakehään on merkitty selkäälektrodit. Samassa yhteydessä on listattu 3-, 5-, 12- ja 16-kytkentäisen EKG:n kaikki elektrodit, mikä voi helpottaa käytettävien kaapeleiden hahmottamista.

6.4 Vaurion paikannustaulukko, sydämen akselit ja sen poikkileikkaus

EKG-kortin vaurion paikannustaulukolla pystytään havainnoimaan vaurion sijaintia sydänlihaksessa. Taulukkoon on merkitty ne kytkennät, jotka kuvaavat tiettyä sydämen aluetta. Lisäksi taulukosta näkyvät ne sepelvaltimot, jotka suonittavat kyseisiä alueita. Samanlaisten muutoksien ilmaantuminen tietyllä alueella voi viitata muutoksiin tietyllä alueella sydänlihaksessa.

Sydämen sähköisen akselin määrittämisen helpottamiseksi EKG-kortista löytyy aste ympyrä, jolla voidaan määrittää sydämen sähköinen akseli raajakytkentöjen avulla. Aste ympyrässä mainitut raajaelektrodit kuvaavat sydäntä frontaalitasossa. Aste ympyrän sisälle on sijoitettu sydämen poikkileikkaus sekä rinta- ja selkäälektrodien kuvaamat alueet sydänlihaksessa. Huomioitavaa on, että sydämen poikkileikkaus kuvaa sydäntä horisontaalisesti, eikä sitä tule sekoittaa aste ympyrään. Teknisistä syistä tämä poikkileikkaus on esitetty ylhäältä päin kuvattuna. Tämä aste ympyrän ja sydämen poikkileikkauksen muodostama kokonaisuus kuvaa siis sydäntä kahdesta eri suunnasta.

6.5 Viivaimet

EKG-kortin A-puolella on yhteensä viisi erilaista viivainta. Kortin vasemmassa reunassa on tavallinen 10 cm eli 100 mm viivain, jota voidaan käyttää etäisyyksien mittaamiseen sydänsähkökäyrällä. Alareunassa on P-aallon minimikesto (2,5 mm) ja maksimikesto (6 mm) kuvattuna janan avulla. Tämän vieressä on vastaavasti kuvattu PQ-ajan minimikesto (6 mm) ja maksimikesto (10 mm).

6.5.1 Kammiotaajuusviivain

Oikeassa reunassa uloimpana on kammiotaajuusviivain, jonka avulla voidaan sydänsähkökäyrästä määrittää kammiotaajuus kahden R-R-välin mukaan. Kahden R-R-välin mitaaminen helpottaa taajuuden määrittämistä nopeissa rytmeissä ja vähentää epäsäännöllisestä taajuudesta johtuvaa virhettä. Viivaimen kohdistusnuoli asetetaan ensimmäisen R-aallon huippuun ja toinen kahden R-R-välin päähän, jolloin väliin jää yksi R-piikki. Viimeisen piikin kohdalta luetaan sydänsähkökäyrälle piirtynyt kammiotaajuus, joka on muotoa kertaa/minuutissa.

Kammiotaajuusviivain perustuu seuraaviin laskelmiin:

$$\text{Kammiotaajuus} = \frac{\text{supistus}}{\text{min}} = \frac{\frac{\text{mm}}{\text{min}}}{\frac{\text{mm}}{\text{supistus}}}$$

Kaava 3. Kammiotaajuus.

$$\begin{aligned} \text{Kammiotaajuus} &= \frac{\left(\frac{50 \text{ mm}}{1 \text{ s}}\right) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right)}{\frac{50 \text{ mm}}{\text{supistus}}} = \frac{(50 \times 60)(\text{mm}/\text{min})}{50 (\text{mm})} = \frac{3000 (\text{mm}/\text{min})}{50 (\text{mm})} \\ &= 60 (/ \text{min}) \end{aligned}$$

Kaava 4. R-R-välin (supistus) ollessa 50 mm, kammiotaajuus on 60/min.

R-R-väli sekunneissa lasketaan kertomalla yhden 1 mm mittaisen ruudun kesto 0,02 s (50 mm/s nauhanopeudella) halutun välin pituudella (mm). 50 mm/s nauhanopeudella 1 min ajanjaksolla on 3000 kpl 1 mm ruutuja. R-R-väli jaetaan kammiotaajuudella, jolloin saadaan yhden R-R-välin pituus (mm). Taulukossa 4 on esitetty kammiotaajuuden vaikutus etäisyyksiin niin aikana kuin matkana sydänsähkökäyrässä. Tämä R-R-väli tulee kertoa kahdella, jolloin saadaan kahden R-R-välin pituus, millä pystytään piirtämään edellä mainittu kammiotaajuusviivain.

Taulukko 4. Kammiotaajuuden vaikutus etäisyyksiin sydänsähkökäyrällä.

R-R-väli	R-R-väli (mm)	R-R-väli (/min)	R-R-väli (s)
3000	6	500	0,12
	10	300	0,2
	12	250	0,24
	15	200	0,3
	20	150	0,4
	25	120	0,5
	30	100	0,6
	40	75	0,8
	50	60	1
	60	50	1,2
	75	40	1,5

6.5.2 Korjatun QTc -ajan viivain

Kammiotaajuusviivaimen vasemmalla puolella on tiettyä kammiotaajuutta vastaavat korjatun QTc -ajan ylärajat, jotka ovat laskettu käyttäen Bazettin kaavaa (Kaava 1). Referenssiarvona toimii naisten normaalin QTc -ajan yläraja kammiotaajuudella 60/min, joka on 0,450 s. Miehillä vastaava yläraja on 0,430 s. Naisten rajatapaukset ovat välillä 0,450-0,470 s ja miehillä välillä 0,430-0,450 s (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 37). Tämä ero on syytä pitää mielessä QT-aikaa arvioitaessa, sillä kortin fyysinen koko huomioiden näiden kahden arvon sisällyttäminen ei olisi ollut mahdollista. Naisten normaalin raja-arvo sisältyy kuitenkin miesten rajatapauksen sisälle. Hoidon kannalta merkittävät päätökset tulee kuitenkin perustaa aina tarkoille mittauksille.

6.6 Rytmit

EKG-kortin B-puolella on esitetty samat rytmit, kuin tämän opinnäytetyön luvussa viisi. Näihin luvun viisi rytmihäiriökuviin poiketen kortissa on lisätty tietoja yleensä esiintyvistä

kammiotaaajuudesta ja vihjeitä tietyissä rytmeissä tapahtuvista muutoksista erilaisin nuolin ja kirjaimin. Elvytyksessä yleisimmin tavattujen rytmien kammiotakykardian, kammiövärinä, asystolen ja pulssittoman sähköisen toiminnan yhteyteen on merkitty myös näiden rytmien defibrilloitavuus kyseisessä tilanteessa. Muiden rytmien kohdalla esimerkiksi kardioversion mahdollisuutta hoitomuotona ei ole merkitty sekaannuksien välttämiseksi.

Havainnot sydänsähkökäyrästä tulee pohjautua aina hoitajan omaan tietoon ja kokemukseen, eikä pelkästään näiden mallikuvien ja käsillä olevan sydänsähkökäyrän vertailuun. Näiden mallikuvien niin kuin koko kortinkin tarkoitus on olla vain hoitajan tukena.

7 EETTISYYS JA LUOTETTAVUUS

Opinnäytetyön toteuttamisen lähtökohtana oli hyvä tieteellinen käytäntö (eng. *responsible conduct of research*). Opinnäytetyössä sitouduttiin rehellisyyteen, huolellisuuteen ja tarkkuuteen koko opinnäytetyöprosessin aikana Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeistuksien mukaan (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6–7.) Opinnäytetyöstä tehtiin asianmukaiset sopimukset toimeksiantajaorganisaation, opinnäytetyön tekijän ja ammattikorkeakoulun kesken, joista selviää osapuolten oikeudet, vastuut ja velvollisuudet. Opinnäytetyön toteutus noudatteli aiemmin tehtyä opinnäytetyön suunnitelmaa.

Kirjoittamisprosessissa kunnioitettiin muiden tutkijoiden ja kirjoittajien tekemää työtä käyttämällä asianmukaisia viittauksia alkuperäisiin teksteihin. Opinnäytetyö, sen prosessi ja valmis tuotos raportoitiin sille vakiintuneessa muodossa ja arvioitiin ennalta soveltuvien arviointikriteerien pohjalta. Opinnäytetyöprosessi pyrittiin kuvaamaan tässä raportissa mahdollisimman avoimesti ja tarkasti niin tiedonhaun toistettavuuden ja tuotantoprosessin todenmukaisen arvioinnin varmistamiseksi. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 172–173; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6–7.)

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, joka soveltuu sellaisiin tutkimuksiin, missä pyritään luomaan yleiskuvaa tutkittavasta aiheesta (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 69). Valittu tutkimusmenetelmä oli tässä tapauksessa sopiva, sillä sen avulla saatiin kerättyä laaja yli 50 artikkelin aineisto. Näiden artikkeleiden lisäksi tietoperustan tukena toimi alalla yleisesti käytössä olevia hakuteoksia. Toisaalta tässä tutkimusmenetelmässä opinnäytetyön tuotoksena ollutta EKG-korttia ei testattu käytännössä, mikä voi vaikeuttaa sen käyttöönottoa ja käyttöä, ja aiheuttaa haasteita luotettavuudelle. Laaja aineisto lisää opinnäytetyön luotettavuutta, mutta aiheuttaa haasteita riittävälle ja riittävän tarkalle sisällön analysoimiselle. Tässä opinnäytetyössä on pyritty analysoimaan sisältöä riittävässä laajuudessa menemättä asiassa liian yksityiskohtaiseen käsittelyyn, mikä ei taas ole tutkimuskysymyksen ratkaisun kannalta tarpeellista.

Toteuttamisessa keskeisessä roolissa oli kirjallisuuden kriittinen tarkastelu. Opinnäytetyöhön valittiin uusimpia julkaisuja sekä valittujen julkaisujen validiteettia arvioitiin muun muassa julkaisun objektiivisuuden sekä tekijän tunnettavuuden ja asiantuntijuuden kautta. (Kankkunen & Vehviläinen-Julkunen 2009, 72–73.) Vaatimuksena oli, että artikkeli on alle kymmenen vuotta vanha. Ikävaatimuksista jouduttiin tiettyjen yksittäisten aiheiden kohdalla joustamaan, koska kirjallisuuskatkausten myötä aiheesta ei noussut

esille tuoreempaa tietoa. Toisaalta näitä tietolähteitä oli vain vähän tässä opinnäytetyössä, ja nekin edustivat sellaisia yksittäisiä ja melko tarkkoja aiheita, joiden voidaan katsoa pysyneen lähes muuttumattomana tänä aikana. Tästä huolimatta tietoa tarkasteltiin kriittisesti huomioiden edellä mainitut seikat.

Opinnäytetyön tekijällä ei ole sidonnaisuuksia omaan tai muiden toimijoiden yrityksiin. Opinnäytetyö tuotettiin täysin omakustanteisesti, eikä sillä haettu taloudellista hyötyä. Työssä ei myöskään käsitelty potilastietoja. Opinnäytetyössä huomioitiin myös Turun ammattikorkeakoulun avoimen TKI-toiminnan periaatteet, joiden mukaan tietoa tulee tarjota ja sen tulee olla käytettävissä (Turun ammattikorkeakoulu 2018, 5–6). Ohjeistus ohjasi opinnäytetyön tekemistä hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Opinnäytetyön myötä syntynyt graafinen sisältö tarjottiin myös julkisen yleisön käytettäväksi ilman korvausta myöhemmin mainittavin ehdoin.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää sydänsähkökäyrän rekisteröimisen ja rakenteen yleiset periaatteet sekä yleisimmin tavatut rytmihäiriöt ja niiden tyypillisimmät muutokset sydänsähkökäyrässä. Tavoitteena oli luoda työkalu sydänsähkökäyrien tulkintaan ja rytmihäiriöiden arviointiin, joka tukee hoitajan systemaattista sydänsähkökäyrän tulkitsemista. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen pohjalta luotiin EKG-kortti erityisesti ensihoidon ja päivystyksen uusille tekijöille Tyks Akuuttiin.

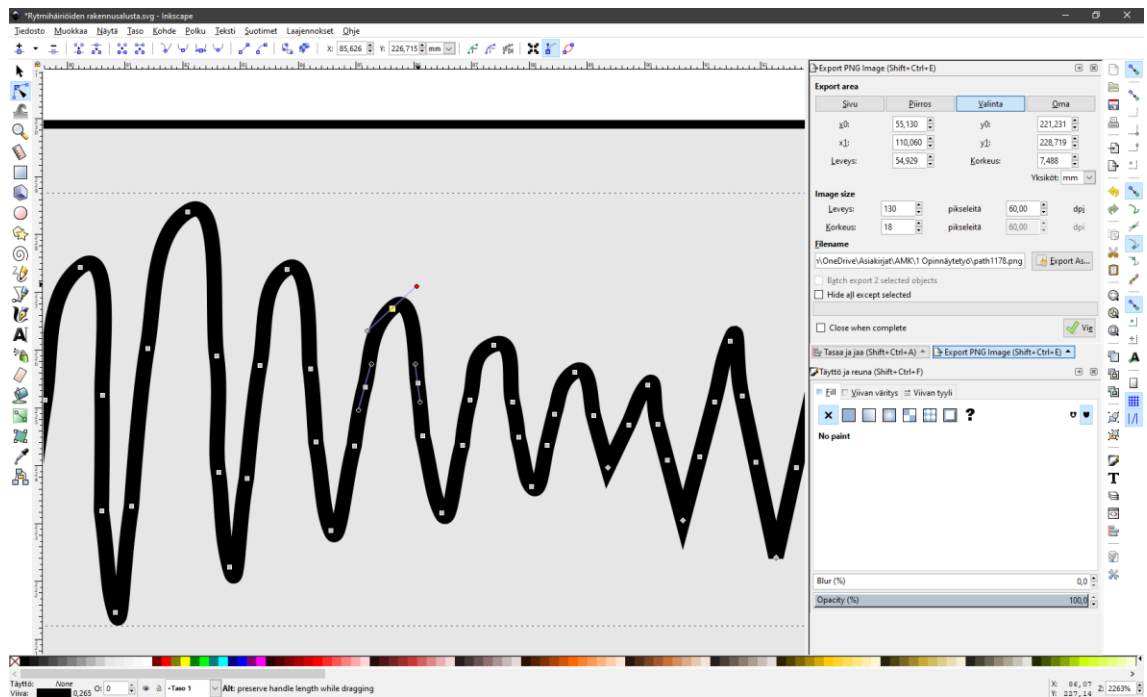
Tuotantoprosessi aloitettiin tekemällä karkea vedos tulevasta kortista, jonka avulla nähtiin, mitä asioita korttiin ylipäätään pystytään sisällyttämään huomioiden kortin fyysiset rajoitukset ja käytännön näkökulmat tarpeesta. Karkean vedoksen myötä pystyttiin valitsemaan oikeat tutkimuskysymykset ja suuntaamaan tehtyä kuvailevaa kirjallisuuskatsausta kortin kannalta oleellisiin asioihin. Tiedonkeruuta toteutettiin laajasti eri tietokantoja ja hakusanoja hyödyntäen.

Kirjoitusprosessi aloitettiin samanaikaisesti artikkeleiden läpikäynnin yhteydessä. Kirjoitusprosessissa keskityttiin erityisesti luomaan synteesiä artikkeleiden ja opetusteosten sisältämän tiedon välille. Tarkoituksena oli muodostaa ajantasainen kuva viimeisimmästä ja opinnäytetyön kannalta olennaisesta tiedosta. Opinnäytetyön kirjallinen osuus toimi tuotetun EKG-kortin tietoperustana ja ohjasi sen sisällön tuottamisessa.

Lopullinen opinnäytetyön graafinen tuotos toteutettiin Inkscape -ohjelmistolla. Inkscape on ilmainen avoimen lähdekoodin vektorigrafiikan tuottamiseen tarkoitettu sovellus, jolla pystytään tuottamaan tarkasti skaalautuvia ammattilaislaatuisia piirroksia ja kaavioita eri tarpeisiin esimerkiksi painotuotteeksi (Inkscape 2020). Vektorigrafiikan hyödyntäminen tuotoksen tekemisessä mahdollisti millintarkan työstö- ja tulostusjäljen fyysisessä kortissa. Se mahdollistaa myös kortin materiaalien hyödyntämisen jälkeensä esimerkiksi korttia päivitettäessä, koska SVG-tiedostot ovat muokattavissa. Kortin graafisessa toteutuksessa hyödynnettiin vahvasti Inkscapen tarjoamia ominaisuuksia ja työkaluja (Kuva 41). Kaikki viivat piirrettiin viivatyökalulla ja tarvittaessa vektoripolkua muokattiin polkutyökalulla. Osien etäisyydet varmistettiin mittatyökalulla täsmällisesti halutulle etäisyydelle toisistaan.

Ensihoito- ja päivystyspalveluita Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirissä tuottava Ensihoidon- ja päivystyksen liikelaitos muutti nimensä Tyks Akuutiksi 13.9.2019, jolloin myös

graafinen ilme muuttui. Opinnäytetyön työstämisen aikana Tyks Akuutilla ei ollut virallista graafista ohjeistusta, joten korttia varten luotiin omat graafiset peruselementit, joihin luettiin käytössä oleva Tyks Akuutin logo, logon ja piirrosten värikyset sekä typografia eli käytettävä fontti sekä miten tekstit ja kirjaimet esitetään visuaalisesti (Liite 3). Koska kortti grafiikoineen tuotettiin vektorigrafiikkana, muutettiin Tyks Akuutin logo vektorimuotoon Inkscapen bittikartan jäljitystyökalun avulla. Vektoroinnin ansiosta saavutetaan rajaton skaalattavuus ilman kuvanlaadun kärsimistä ja tasainen väri kaikissa ko'issa.



Kuva 41. Havaintokuva rytmihäiriön polkujen muokkaamisesta Inkscapessa.

EKG-kortti on tarkoitettu taskukokoiseksi työkaluksi. Tämän vuoksi tärkeimpänä kriteerinä kortin koolle pidettiin sen mahtumista hoitajien työpaidan rintataskuun. Haasteita sopivan koon määrittämiselle aiheutti korttiin tuleva sisältö ja sen selkeä tulostuminen lopulliseen fyysiseen tuotokseen. Ennen lopullista kortin kokoa tehtiin koevedoksia erikokoisilla korteilla. Lopulliseksi kortin kooksi muodostui 85 x 160 mm, joka mahtuu yleisimpien hoitajien käytössä olevien työpaitojen taskuun. Ensihoidon työhousujen suuret taskut eivät aiheuttaneet kortin koon kannalta haasteita.

Korttiin valittavan sisällön perusteena oli sydänsähkökäyrän systemaattisen tulkinnan malli (Mäkijärvi, Parikka & Raatikainen 2010, 18). Kortista tuli myös selvitä sydänsähkökäyrän perusmuoto ja sen osat sisältäen tiedot mm. aaltojen ja välien normaaleista kestoista, joka mahdollistaa tulkittavan sydänsähkökäyrän muutoksen arvioinnin. Näiden

tukena on sydämen sähköisen akselin määrityskehä, rintaelektrodien suhde sydämen poikkileikkaukseen ja vaurion paikannustaulukko. Lisäksi kortissa on useampi erilainen viivain tiettyjen sydänsähkökäyrän osien keston tai koon mittaamiseen. Tyks Akuutti oli erityisesti toivonut kortin sisältävän erilaisia rytmihäiriöitä, joten kortin toinen puoli on varattu kokonaan niille. Rytmihäiriökuvat piirrettiin alusta alkaen uudelleen. Piirtämisessä hyödynnettiin kirjallisuutta rytmihäiriöiden tyyppi- ja kirjallisuudessa esiintyneitä mallikuvia rytmihäiriöistä.

Lopullisena tuotoksena syntyi kaksipuoleinen EKG-kortti, jossa toisella puolella on tulkintaa helpottavia työkaluja ja toisella puolella yleisimpiä rytmihäiriöitä. Kortti voidaan tulostaa tavallisella kotitulostimella tai monitoimitulostimella kaksisivuisesta tiedostosta, jossa kummallakin on toinen kortin puolista. Tulostus pitää tehdä kaksipuoleisena tai vaihtoehtoisesti yksipuolisena, jolloin kummatkin puolet tulee liittää toisiinsa kiinni. Paperikortti suojataan laminoimalla se riittävän paksulla laminointikalvolla siihen tarkoitettulla laitteella. Paras lopputulos saadaan toimittamalla kortin SVG- tai PDF-tiedosto painotaloon muovisen kortin painattamiseksi, joka tosin lisää kortin käyttöön ottamisen kustannuksia.

Hoitajien asema sydänsähkökäyrän tulkinnassa on häilyvä. Hoitajan tehtäviin ei kuulu diagnoosien tekeminen potilaasta, eikä näin ollen hoitajalta vaadita sydänsähkökäyrän täydellistä tulkintaa. Toisaalta hoitajalta odotetaan, että hoitaja tunnistaa henkeä uhkaavat rytmihäiriöt ottamastaan sydänsähkökäyrästä, kykenee arvioimaan potilaan tilaa tämän kautta ja pystyy suunnittelemaan potilaan hoitoa yhdessä lääkärin kanssa. Vaatimus korostuu erityisesti ensihoidossa, jossa lääkäri ei ole fyysisesti aina paikalla.

EKG-kortti perustuu täysin tehtyyn kirjallisuuskatsaukseen ja opinnäytetyön tekijän omaan näkemykseen siitä, millainen EKG-kortti käytännön hoitotyössä tulisi olla. Korttia ei ole koskaan testattu käytännössä eikä sitä varten ole kerätty alan ammattilaisten ajatuksia tai kokemuksia siitä, mikä lisää riskiä kortin epäonnistumiselle. Toisaalta kortti perustuu vahvasti alalla vaikuttavien auktoriteettien näkemykseen ja tutkittuun tietoon sydänsähkökäyrästä, minkä voidaan katsoa lisäävän onnistumisen mahdollisuuksia.

Huomionarvoista koskien EKG-kortin käyttöä on se, että tarkoituksena ei ole korvata lääkärin tekemää työtä sydänsähkökäyrän analysoimisessa. Kortti pyrkii tarjoamaan työkalun hoitajille oman sydänsähkökäyrän tulkinnan tueksi, teki hoitaja sitä sitten missä laajuudessa tahansa. Ensihoidossa ja päivystyksessä työskentelevien hoitajien joukko on suuri, sisältäen niin lähi-, sairaan- kuin ensihoitajakin. Jokaisen ammattiryhmän

koulutus poikkeaa hieman toisistaan ja työntekijän oma työkokemus luo vaihtelua osaamistasoon. Kokemuksen ja koulutuksen tuomalla tietotaidolla on tärkeä merkitys sydän-sähkökäyrän tulkinnassa, sillä sitä oppii vain jatkuvien toistojen ja erilaisten tapauksien kautta.

EKG-kortin jatkon kannalta ja ennen sen käyttöönottoa on tärkeä kerätä ammattilaisten näkemyksiä kortista ja sen toimivuudesta. Mikäli kortti otetaan käyttöön, alussa on hyvä olla sopivan mittainen kokeilujakso, minkä aikana kortin käyttöä seurataan ja palautetta kerätään. Kokeilujakson päätteeksi kootaan palaute ja muodostetaan jatkokehityssuunnitelma, jonka myötä kortin käyttöä jatketaan, korttia kehitetään tai sen jatkokäytöstä luovutaan. Korttia voidaan käyttää myös esimerkiksi järjestettävien koulutuksien tukena.

Opinnäytetyösopimuksen mukaisesti tekijänoikeus opinnäytetyöhön kuuluu sen tekijälle. Opinnäytetyössä syntynyt EKG-kortti toteutettiin Tyks Akuutin toimeksiannosta ja osin toivomuksien mukaisesti. Tämän myötä Tyks Akuutille eli Ensihoidon ja päivystyksen liikelaitokselle annetaan oikeudet jakaa, muokata, levittää ja käyttää kaupallisesti kaikkea kortissa käytettyä graafista sisältöä, pois lukien Tyks Akuutin logoa, johon opinnäytetyön tekijällä ei ole tekijänoikeutta, seuraavin ehdoin:

- EKG-korttiin tehdyt muutokset on julkaistava samalla lisenssillä, eli kenen tahansa on mahdollista jakaa, muokata, levittää ja käyttää kaupallisesti muokattua tuotosta, pois lukien Tyks Akuutin logoa.
- EKG-kortin alkuperäinen tekijä (Aku Heinonen) on mainittava edellä mainittujen muutoksien ja niiden julkaisun yhteydessä, pois lukien Tyks Akuutin logon muutokset. Käytettävässä kortissa itsessään ei tarvitse lukea alkuperäisen tekijän nimeä.

EKG-kortin graafinen sisältö, pois lukien Tyks Akuutin logo, julkaistaan Creative Commons CC-BY-SA -lisenssillä (*Nimeä-JaaSamoin*). Tarkoituksena on lisätä lääketieteen ja hoitotyöhön liittyvän vapaan graafisen materiaalin saatavuutta, ja siten kehittää tiedon välittämistä ja koulutusta jatkossa.

LÄHTEET

Ahonen, O.; Blek-Vehkaluoto, M.; Buure, T.; Ekola, S.; Partamies, S. & Sulosaari, V. 2020. Kliininen hoitotyö. 8.–9. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Alanen, P.; Jormakka, J.; Kosonen, A. & Saikko, S. 2016. Oireista työdiagnosiin. Ensihoitopotilaan tutkiminen ja arviointi. Helsinki: Sanoma Pro.

Aro, A. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteislyönnit. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Aro, A. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteislyönnit. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Aro, A. & Mäkijärvi, M. 2019. Hypotermia ja EKG. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Aro, A. & Parikka, H. 2015. EKG-poikkeavuuksien kliininen merkitys. Suomen Lääkärelehti. Vol. 70, No 6, 301–307.

Asetus terveydenhuollon ammattihenkilöistä 564/1994. Annettu 28.6.1994. Viitattu 14.4.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940564>.

Bernstein, A. D. & Parsonnet, V. 2007. Pacemaker, Defibrillator and Lead Codes. Teoksessa K. A. Ellenbogen, G. N. Kay, C-P. Lau, B. L. Wilkoff (toim.) Cardiac Pacing, Defibrillation and Resynchronization Therapy. 3. painos. Philadelphia: Saunders.

Burns, Ed. 2019. Sinus Node Dysfunction (Sick Sinus Syndrome). Life in the Fastlane (blogi). Viitattu 6.5.2019. <https://litfl.com/sinus-node-dysfunction-sick-sinus-syndrome/>.

Burns, Ed. 2019. Ventricular Fibrillation (VF). Life in the Fastlane (blogi). Viitattu 5.5.2019. <https://litfl.com/ventricular-fibrillation-vf-ecg-library/>.

Cadogan, M. 2019. Osborn Wave (J Wave). Life in the Fastlane (blogi). Viitattu 7.5.2019. <https://litfl.com/osborn-wave-j-wave-ecg-library/>.

Cadogan, M. 2019. P wave. Life in the Fastlane (blogi). Viitattu 4.5.2019. <https://litfl.com/p-wave-ecg-library/>.

Cardiac Monitoring in ICU. 2014. South Western Sydney Local Health District. Liverpool Hospital. https://www.aci.health.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/380184/Cardiac_Monitoring.pdf.

Crawford, J. & Doherty, L. 2010. Ten steps to recording a standard 12-lead ECG. Practice Nursing. Vol. 21, No 12, 622–630.

Dzikowicz, D. J. & Carey, M. G. 2020. Myocardial Ischemic Induced Non-Sustained Ventricular Tachycardia in an Older Adult with Pneumonia. MEDSURG Nursing. Vol. 29, No 1, 63–66.

Eteisvärinä. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2017 (viitattu 7.5.2020). Saatavilla <https://www.kaypahoito.fi/hoi50036>.

Evenson, L. & Farnsworth, M. 2010. Skilled Cardiac Monitoring at the Bedside: An Algorithm for Success. Critical Care Nurse. Vol. 30, No 5, 14–22.

fP-Kalsium. 2018. Tyks laboratorioden tutkimusohjekirjan www-sivut. Viitattu 28.4.2020. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=4514>.

fS-Kalsium, ionisoitunut. 2018. Tyks laboratorioden tutkimusohjekirjan www-sivut. Viitattu 7.5.2020. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=3673>.

Garner, S. 2014. Practical Skills in Primary Care Part 2. Practice Nurse. Vol. 44, No 2, 18–22.

Gray, H. 1918. Anatomy of the human body. 20. painos. Philadelphia: Lea & Febiger. Saatavilla <https://www.bartleby.com/107/>.

Harjola, V-P. 2018. Keuhkoembolia. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Harjola, V-P. 2018. Keuhkoembolia. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 8.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Hedman, A. & Hartikainen, J. 2017. Bradyarytmioiden hoito. Teoksessa S. Karlsson, T. Ala-Kokko, V. Pettilä, M. Tallgren & M. Valtonen (toim.) Tehohoito-opas. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Hedman, A. & Hartikainen, J. 2017. Kammioperäisten rytmihäiriöiden hoito. Teoksessa S. Karlsson, T. Ala-Kokko, V. Pettilä, M. Tallgren & M. Valtonen (toim.) Tehohoito-opas. Helsinki: Duodecim. Viitattu 24.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Holmström, P. & Puolakka, J. 2015. EKG - perusteet ja tulkinta. Teoksessa M. Kuisma, P. Holmström, J. Nurmi, K. Porthan & T. Taskinen Ensihoito. 3.-5. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Inksapen www-sivut. 2020. Viitattu 7.2.2020. <https://inkscape.org/>.

J-aalto. 2019. Lääketieteen termit. Duodecim sanakirjat. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. <https://www.terveysportti.fi/sovellukset/sanakirjat/>.

Jabbour, R. & Touquet, R. 2014. A stepwise approach to reading ECGs using colourcoded electrical viewpoints. British Journal of Cardiac Nursing. Vol. 9, No 6, 293–296.

Jevon, P. 2010. Procedure for recording a standard 12-lead electrocardiogram. British Journal of Nursing. Vol. 19, No 10, 649–651.

Jormakka, J. & Kettunen, J. 2019. EKG akuuttihoitossa. 1.–2. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Kaisu Ikola. 2017. VF/VT:n hoitoelvytys. Teoksessa M. Mustajoki, A. Alila, E. Matilainen, M. Pellikka & M. Rasimus (toim.) Sairaanhoidajan käsikirja. Helsinki: Duodecim. Viitattu 23.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kankkunen, P. & Vehviläinen-Julkunen, K. 2009. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: WSOYpro.

Kerola, T. & Viitasalo, M. 2019. Ensimmäisen asteen eteis-kammiokatkos. Teoksessa M. Mäki-järvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Kerola, T. & Viitasalo, M. 2019. Toisen asteen eteis-kammiokatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Kerola, T. & Viitasalo, M. 2019. Täydellinen eteis-kammiokatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Kerola, T. & Viitasalo, M. 2019. Täydellinen eteis-kammiokatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Kervinen, H. 2019. Äkillinen sepelvaltimotautikohtaus ja sydäninfarkti. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 9.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Kettunen, R.; Mononen, J. & Strandberg, T. 2015. Vanhus sydänpotilaana päivystyksessä. Suomen Lääkärilehti. Vol. 70, No 25, 1819–1824.

Kligfield, P.; Gettes, L. S.; Bailey, J. J.; Childers, R.; Deal, B. J.; Hancock, E. W.; van Herpen, G.; Kors, J. A.; Macfarlane, P.; Mirvis, D. M.; Pahlm, O.; Rautaharju, P. & Wagner, G. S. 2007. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Journal of the American College of Cardiology. Vol. 49, No 10, 1109–1127.

Koivisto, U-M. & Vikman, S. 2019. Tahdistimien toimintahäiriöt. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 8.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Koivisto, U-M. & Vikman, S. 2019. Tahdistinpotilaan EKG. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Koning, C.; Slade, J.; Smith, K. & Di Lella, D. 2019. Dysrhythmia Competency and Education: A Regional Education Program Development Project to Improve Nursing Knowledge and Patient Safety. Canadian Journal of Cardiovascular Nursing. Vol. 29, No 3, 7–15.

Korhonen, P. & Mäkijärvi, M. 2019. Heräte ja sydämen sähköinen sykli. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 14.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Korhonen, P. & Mäkijärvi, M. 2019. Kammiolisälyönnit. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Korhonen, P. & Viitasalo, M. 2019. Sinusrytmin häiriöt. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Korhonen, P. 2011. Pitkä QT-oireyhtymä. Suomen Lääkärilehti. Vol. 66, No 3, 185–186.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 559/1994. Annettu 28.6.1994. Viitattu 14.4.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940559>.

Marjamaa, A. & Viitasalo, M. 2019. Pitkä QT-aika -oireyhtymä. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

McStay, S. Recording a 12-lead electrocardiogram (ECG). British Journal of Nursing. Vol. 28, No 12, 756–760.

Meinander, T. & Lassila, R. 2017. Keuhkoembolia – epäilystä diagnoosiin ja seurantaan. Suomen Lääkärilehti. Vol. 72, No 47, 2751–2755.

Mäkijärvi, M. 2019. EKG-kytkennät. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Mäkijärvi, M. 2019. Normaali EKG. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 2.2.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Mäkijärvi, M.; Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005. Kammiotaaajuus. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Mäkijärvi, M.; Parikka, H. & Raatikainen, P. 2005. P-aalto. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 4.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Mäkijärvi, M.; Parikka, H. & Raatikainen, P. 2010. QRS-heilahdus. Teoksessa M. Mäkijärvi, H. Parikka, P. Raatikainen & J. Heikkilä (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. 1.–6. painos. Helsinki: Duodecim.

Nickasch, B.; Marnocha, S.; Grebe, L.; Scheelk, H. & Kuehl, C. 2016. 'What Do I Do Next?' Nurses' Confusion and Uncertainty with ECG Monitoring. MEDSURG Nursing. Vol. 25, No 6, 418–422.

Nieminen, T. & Hedman, A. 2019. Hyper- ja hypokalsemian vaikutus EKG:hen. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nieminen, T. & Hedman, A. 2019. Hyper- ja hypokalsemian vaikutus EKG:hen. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nieminen, T. & Hedman, A. 2019. Hyperkalemian vaikutus EKG:hen. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nieminen, T. & Hedman, A. 2019. Hypokalemian vaikutus EKG:hen. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Eskola, M. 2019. EKG:n merkitys infarktinn diagnostiikassa. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 8.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Kytö, V. 2015. Äkillinen rintakipu – sydänlihastulehdus vai sydäninfarkti? Suomen Lääkärilehti. Vol. 70, No 21, 1503–1507.

Nikus, K. & Parikka, H. 2019. Oikea haarakatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Parikka, H. 2019. Oikea haarakatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Parikka, H. 2019. Vasemman etuhaarakkeen katkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 30.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Parikka, H. 2019. Vasen haarakatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. & Parikka, H. 2019. Vasen haarakatkos. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Nikus, K. 2016. Urheilijan EKG. Yleislääkäri. Vol. 31, No 1, 12–15.

Otero, J. & Lenihan, D. J. 2000. The "Normothermic" Osborn Wave Induced by Severe Hypercalcemia. Texas Heart Institute Journal. Vol. 27, No 3, 316–317. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC101092/>.

Palmer, B. 2011. Systematic Cardiac Rhythm Strip Analysis. MEDSURG Nursing. Vol. 20, No 2, 96–97.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Epänormaali sinustakykardia. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Epänormaali sinustakykardia. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteis-kammiokiertoaktivaatiotakykardia. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteis-kammiorata (Wolff-Parkinson-White, WPW). Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteistakykardian diagnostiikka. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Junktionaaliset rytmit. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. & Mäkijärvi, M. 2019. Supraventrikulaaristen takykardioiden oireet, mekanismit ja diagnoosi. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Parikka, H. 2019. EKG-muutoksen synty WPW-oireyhtymässä. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 6.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Peate, I. & Wild, K. 2012. Taking ECGs: being skilled, competent and confident. British Journal of Healthcare Assistants. Vol. 6, No 7, 328–333.

Philips. 2010. IntelliVue Patient Monitor MX800. Instructions for Use.

P-Kalium. 2018. Tyks laboratorioden tutkimusohjekirjan www-sivut. Viitattu 28.4.2020. <https://webohjekirja.mylabservices.fi/TYKS/index.php?test=1999>.

Poutanen, T. & Hiippala, A. 2019. EKG-muutokset lapsen kasvaessa. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 30.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Poutanen, T. & Hiippala, A. 2019. Tavallisimpia EKG-muutoksia synnynnäisissä sydänvioissa. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 30.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. & Linnaluoto, M. 2003. Pysyvä tahdistin leikkauspotilaalla. Finnanest. Vol. 36, No 4, 321–326.

Raatikainen, P. & Mäkijärvi, M. 2019. EKG-käyrän tulkinta. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 14.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteislepatus. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Eteislepatuksen hoito. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Kammiolisälyönnit. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 25.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Pitkä QT -oireyhtymä (LQTS). Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 17.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Supraventrikulaarinen takykardia (SVT). Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Sydämentahdistimet ja niiden seuranta. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2018. Sydämentahdistimet ja niiden seuranta. Teoksessa J. Jousimaa, I. Kunnamo, M. Teikari, H. Alenius, S. Atula, N. Berghem, A. Kattainen, K. Lampe, L. Snicker, J. Landgren, M. Fredriksson & M. Ingalsuo (toim.) Lääkärin käsikirja. Viitattu 8.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.terveysportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2019. Kammiotakykardioiden erotusdiagnoosiikka. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 30.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2019. Kammiotakykardioiden erotusdiagnoosiikka. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2019. Kammiotakykardioiden kliiniset ilmentymät. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P. 2019. Kammiotakykardioiden syntymekanismit ja luokittelu. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 5.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P.; Mäkijärvi, M. & Parikka, H. 2010. EKG:n aikaintervallit. Teoksessa M. Mäkijärvi, H. Parikka, P. Raatikainen & J. Heikkilä (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. 1.–6. painos. Helsinki: Duodecim.

Raatikainen, P.; Mäkijärvi, M. & Parikka, H. 2010. EKG:n tulkinnan periaatteet. Teoksessa M. Mäkijärvi, H. Parikka, P. Raatikainen & J. Heikkilä (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. 1.–6. painos. Helsinki: Duodecim.

Raatikainen, P.; Mäkijärvi, M. & Parikka, H. 2010. EKG-heilahduksen nimeäminen. Teoksessa M. Mäkijärvi, H. Parikka, P. Raatikainen & J. Heikkilä (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. 1.–6. painos. Helsinki: Duodecim.

Raatikainen, P.; Mäkijärvi, M. & Parikka, H. 2010. EKG-kytkennät. Teoksessa M. Mäkijärvi, H. Parikka, P. Raatikainen & J. Heikkilä (toim.) EKG-tulkinnan työkirja. 1.–6. painos. Helsinki: Duodecim.

Raatikainen, P.; Uusimaa, P. & Mäkijärvi, M. 2019. Eteisvärinä. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 7.5.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Raatikainen, P.; Uusimaa, P. & Pakarinen, S. 2019. WPW-potilaan riskinarviointi kliinisen rasituskokeen avulla. Teoksessa M. Mäkijärvi, K. Nikus, P. Raatikainen & H. Parikka (toim.) EKG. Helsinki: Duodecim. Viitattu 26.4.2020. Saatavilla maksullisella lisenssillä osoitteesta <https://www.oppiportti.fi/>.

Reihani, H.; Azarfardian, N.; Ebrahimi, M. & Foroughian, M. 2019. The Effects of Using Checklists on Electrocardiogram Interpretation: A Cross-Sectional Study on Medical Interns. *Advances in Medical Education and Practice*. Vol. 10, 1089–1095.

Richley, D. 2019. Recognising and treating arrhythmias in primary care. *Practice Nursing*. Vol. 30, No 6, 270–275.

Riski, H-M. 2004. EKG-rekisteröinti – EKG-käyrän teknisen laadun arviointi. Väitöskirja. Turun yliopisto, hoitotieteen laitos, lääketieteellinen tiedekunta.

Riski, H-M. 2015. EKG-rekisteröinnin preanalytiikkaa. *Moodi*. Vol. 38, No 1, 26–27.

Rituparna, S.; Suresh, S.; Chandrashekar, M.; Purvez, G.; Sunil, S.; Durairaj, M.; Yash, L.; Di Diego, J. M. & Charles, A. 2007. Occurrence of "J Waves" in 12-Lead ECG as a Marker of Acute Ischemia and Their Cellular Basis. *Pacing & Clinical Electrophysiology*. Vol. 30, No 6, 817–819.

Rossinen, J. 2015. Rytmihäiriöt. Teoksessa M. Kuisma, P. Holmström, J. Nurmi, K. Porthan & T. Taskinen *Ensihoito*. 3.–5. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. *Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62. Julkisjohtaminen 4*. Vaasa: Vaasan yliopisto. Viitattu 24.1.2020. https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf.

Sand, O.; Sjaastad, Ø. V.; Haug, E.; Bjälle, J. G. & Toverud, K. C. 2016. Ihminen. *Fysiologia ja anatomia*. 8.–13. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Serafi, S. W.; Vliek, C. & Taremi, M. 2011. Osborn waves in a hypothermic patient. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*. Vol. 1, No 4. <https://doi.org/10.3402/jchimp.v1i4.10742>.

Sibbald, M.; de Bruin, A. B. H. & van Merrienboer, J. J. G. 2013. Checklists improve experts' diagnostic decisions. *Medical Education*. Vol. 47, 301–308.

Spalteholz, W. 1901. *Hand atlas of human anatomy*. Muokattu ja käännetty 3. saksalaisesta painoksesta. Kääntäjä Lewellys F. Barker. Philadelphia: Lippincott. Saatavilla <https://catalog.hathitrust.org/Record/010517372?type%5B%5D=author&lookfor%5B%5D=%22Spalteholz%2C%20Werner%2C%201861-1940.%22&ft=>.

Tahboub, O. Y. H. & Yılmaz, Ü. D. 2019. Nurses' Knowledge and Practices of Electrocardiogram Interpretation. *International Cardiovascular Research Journal*. Vol. 13, No 3, 80–84.

Tahdistinhoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2010. Suositus poistettu julkaisusta 6.10.2017.

Turun ammattikorkeakoulu. 2018. Tulevaisuus on avoin. Avoimen TKI-toiminnan periaatteet Turun ammattikorkeakoulussa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.2.2020. http://www.turkuamk.fi/media/filer_public/8c/60/8c606b55-2db2-4aa9-bcb2-4ce13d7dc3c3/turunamk_open_science_tki-periaatteet_10_2018.pdf.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö, Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Viitattu 24.1.2020. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf.

Vauhkonen, I. & Holmström, P. 2019. Sisätaudit. 4.–6. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Ylitalo, K. 2011. EKG:n perusteet I. EKG opetusmateriaalia, julkaistu 11.9.2011 [slideshare.net:ssä](https://www.slideshare.net/ssä). <https://www.slideshare.net/KariYlitalo/ekgnperusteet1>.

Tiedonhakutaulukko

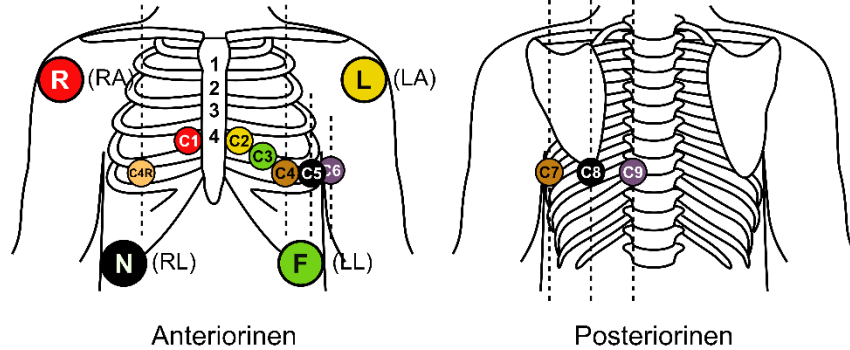
Tietokanta	Hakusanat	Rajaus	Osumat	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Koko tekstin perusteella valitut
Medic	<i>sydänsähkökäyrä tai ecg tai ekg JA hoitotyö tai hoitaja</i>	Kokoteksti Synonyymit	2	0	0	2
	<i>rytmihäiriö JA hoitotyö tai hoitaja</i>	Kokoteksti Synonyymit	0	0	0	0
	<i>tarkistuslista tai muistikortti JA sydänsähkökäyrä tai ecg tai ekg</i>	Kokoteksti Synonyymit	0	0	0	0
	<i>sydänsähkökäyrä tai elektrokardiografia tai ecg tai ekg</i>	Kokoteksti Synonyymit 2010-	94	0	1	4
	<i>rytmihäiriö</i>	Kokoteksti Synonyymit 2010-	76	9	1	9
	<i>tarkistuslista tai muistikortti</i>	Kokoteksti Synonyymit 2010-	19	0	0	7

(jatkuu seuraavalla sivulla)

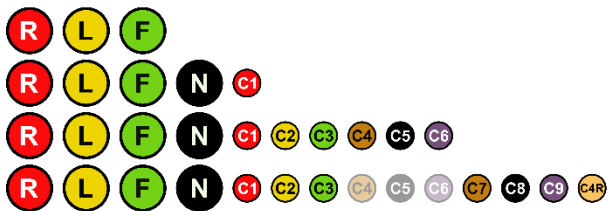
Tietokanta	Hakusanat	Rajaus	Osumat	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Koko tekstin perusteella valitut
Cinahl Complete (EBSCOhost)	<i>electrocardiogram or ecg or ekg AND nursing or nurse or nursing care or nursing practice</i>	Full text English 2010-	181	4	1	13
	<i>arrhythmia or dysrhythmia AND nursing or nurse or nursing care or nursing practice</i>	Full text English 2010-	158	0	0	4
	<i>electrocardiogram or ecg or ekg AND checklist or reference card</i>	Full text English	13	0	1	0
JBI CONNect (Ovid)	<i>electrocardiogram or ecg or ekg AND checklist or reference card</i>	Full text English	17	0	1	0
PubMed	<i>electrocardiogram or ecg or ekg AND checklist or reference card</i>	Free full text English 2010-	52	0	1	0
Google Scholar	<i>electrocardiogram ecg ekg checklist</i>	Osuvin 2010-	40 osuvinta (17 800)	0	0	1
Yhteensä			652 (18 452)	13	6	40

EKG-kytkentöjen eri nimeämistapojen vertailu

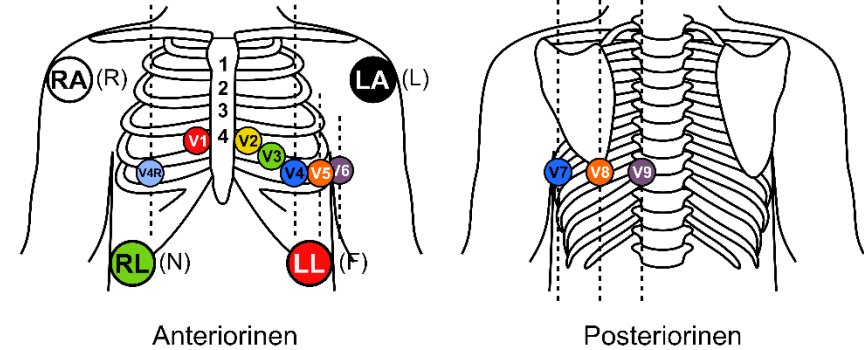
International Electrotechnical Commission (IEC)



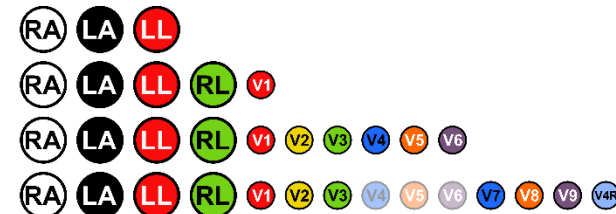
- 3-kytk: R, L, F
- 5-kytk: R, L, N, F, C1
- 12-kytk: R, L, N, F, C1, C2, C3, C4, C5, C6
- 16-kytk: R, L, N, F, C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C4R



American Heart Association (AHA)



- 3-kytk: RA, LA, LL
- 5-kytk: RA, RL, LA, LL, V1
- 12-kytk: RA, RL, LA, LL, V1, V2, V3, V4, V5, V6
- 16-kytk: RA, RL, LA, LL, V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V4R



Lähteet

Crawford, J. & Doherty, L. 2010. Ten steps to recording a standard 12-lead ECG. Practice Nursing. Vol. 21, No 12, 622–630.

Kligfield, P.; Gettes, L. S.; Bailey, J. J.; Childers, R.; Deal, B. J.; Hancock, E. W.; van Herpen, G.; Kors, J. A.; Macfarlane, P.; Mirvis, D. M.; Pahlm, O.; Rautaharju, P. & Wagner, G. S. 2007. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Journal of the American College of Cardiology. Vol. 49, No 10, 1109–1127.

Tyks Akuutin EKG-kortin graafiset peruselementit

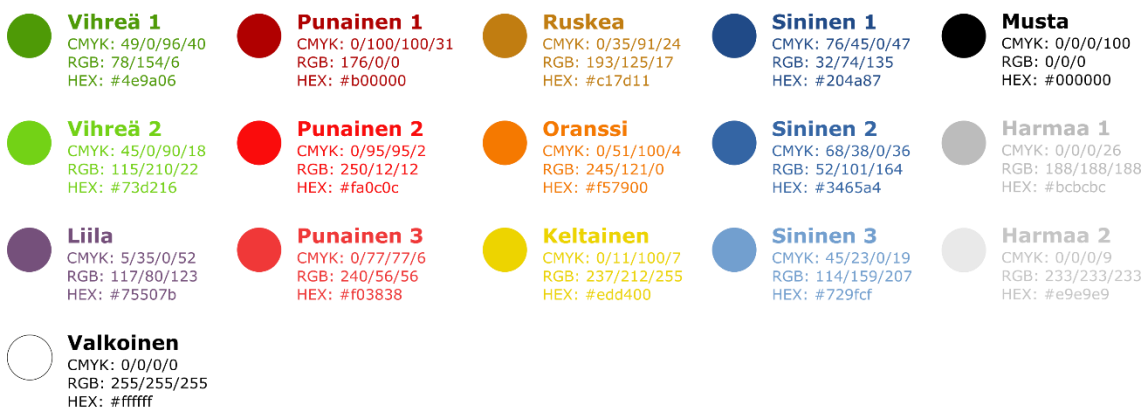
Logo



Logon värit



Piirroksen värit



Typografia

Verdana 15 pt Verdana 15 pt *Verdana 15 pt*

Verdana 12 pt Verdana 12 pt *Verdana 12 pt*

Verdana 10 pt Verdana 10 pt *Verdana 10 pt*

Verdana 8 pt Verdana 8 pt *Verdana 8 pt*

Verdana 7 pt Verdana 7 pt *Verdana 7 pt*

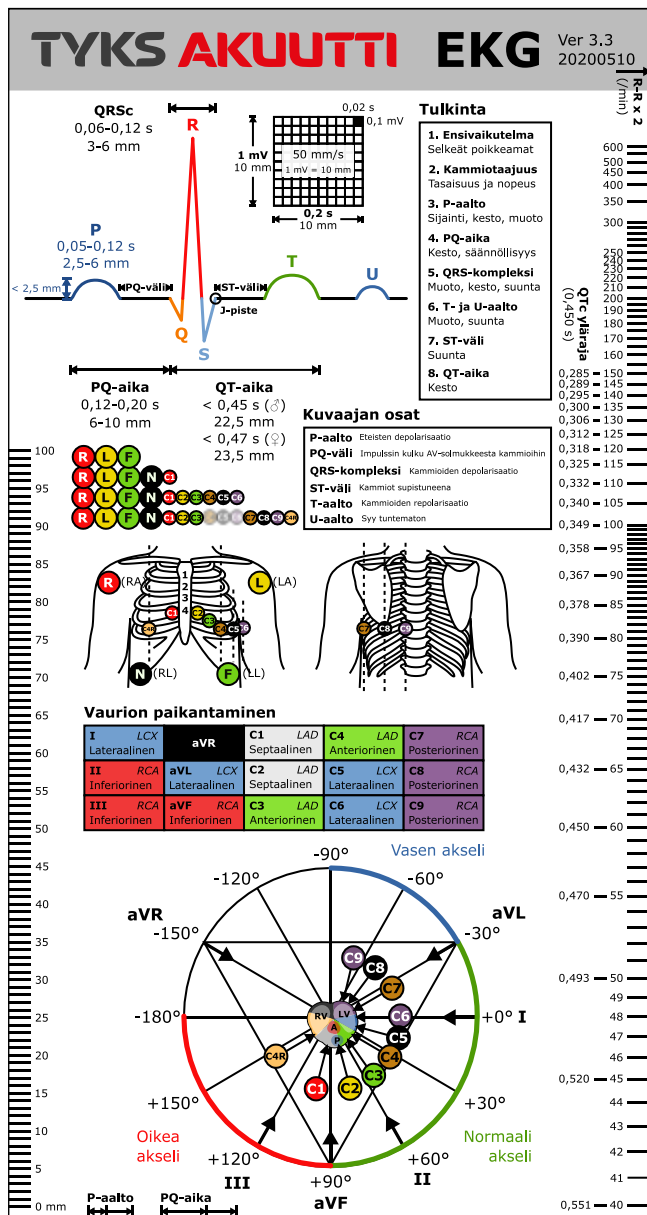
Verdana 6 pt Verdana 6 pt *Verdana 6 pt*

Verdana 5 pt Verdana 5 pt *Verdana 5 pt*

Verdana 4 pt Verdana 4 pt *Verdana 4 pt*

EKG-kortti

A-puoli



Tulostusasetukset

- Todellinen koko
- Tulostuslaatu: Suuri
- Kaksipuoleinen tulostus (automaattinen tai manuaalinen, pitkän reunan sidonta)

Kortin todellinen koko on 85 x 160 mm. Ennen käyttöönottoa on varmistettava kortin oikea mittakaava mittaamalla tulosteesta kortin sivujen pituudet, vasemman reunan mitta-asteikko (100 mm) ja alareunan P-aalto (minimi 2,5 mm ja maksimi 6 mm) ja PQ-aikamittat (minimi 6 mm ja maksimi 10 mm).

EKG-kortti

B-puoli

