

Laura Haapsaari  
Emma Immonen  
Mia Miettinen  
Simo Mäkelä

# Tietotekniikka EKG-tulkinnan itseopiskelussa

Menetelmien ja mahdollisuuksien kartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja (AMK)

Ensihoidon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

10.11.2017

<p>Tekijä(t)</p> <p>Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Laura Haapsaari Emma Immonen Mia Miettinen Simo Mäkelä</p> <p>Tietotekniikka EKG-tulkinnan itseopiskelussa – Menetelmien ja mahdollisuuksien kartoitus</p> <p>34 sivua + 1 liite 10.11.2017</p>
<p>Tutkinto</p>	<p>Ensihoitaja (AMK)</p>
<p>Koulutusohjelma</p>	<p>Ensihoidon tutkinto-ohjelma</p>
<p>Ohjaaja(t)</p>	<p>lehtori Iira Lankinen, TtT lehtori Sami Mikkonen, TtM</p>
<p>Opinnäytetyön motiivina toimi idea sairaanhoitajille suunnatun EKG-tulkinnan oppimispelin kehittämistä. Opinnäytetyössä etsittiin tutkimusaineistosta seikkoja, jotka tulisi huomioida tällaisen sovelluksen kehittämisessä. Tavoitteena oli, että opinnäytetyön tuloksia voitaisiin hyödyntää EKG-koulutukseen tarkoitettujen sovellusten kehittämishankkeissa.</p> <p>Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, perehtymällä laajaan tutkimusaineistoon aihealueeseen liittyen, ja tunnistamalla siitä esiin nousevia oppimistuloksiin vaikuttavia tekijöitä sekä aihealueita, joilla koulutustarve on suurin. Tiedonhaku kohdistui pääasiassa terveysalan CINAHL-tietokantaan ja sitä täydennettiin manuaalisella tiedonhaulla Internetin haku-koneista. Sisällönanalyysi toteutettiin induktiivisesti eli aineistolähtöisesti lähdeaineiston taulukointia hyödyntäen. Induktiivinen sisällönanalyysi valittiin työtavaksi, koska aihetta haluttiin lähestyä vailla minkäänlaisia ennako-oletuksia.</p> <p>Keskeisimmät tulokset kertovat sairaanhoitajien EKG-osaamisen puutteista ja tarpeesta kouluttautumiselle, joka olisi mahdollista tehdä kiireisen työn lomassa. Tuloksista ilmeni, ettei koulutusmenetelmällä ole merkittävää yhteyttä oppimistuloksiin. Opiskelun ohjauksen puuttuminen taas oli yhteydessä heikkoihin oppimistuloksiin. Tämä herättää mielenkiintoisen kysymyksen siitä, millaiset edellytykset tietoteknisellä sovelluksella olisi opiskelun ohjaukseen. Tuloksissa korostui myös osaamisen arvioinnin merkitys niin oppimisen motivoijana, kuin todellisen taitotason ilmentäjänä. Tulosten mukaan digioppimiselle on hyväksyntä EKG-koulutukseen kelvollisena menetelmänä, joka voi tarjota kustannussäästöjä ja joustavuutta opiskeluun. Digioppiminen ei välttämättä ole soveltuvin menetelmä kaikkien EKG:hen liittyvien aihealueiden, kuten teorian tiedon, koulutukseen. Pelillisyyden voi motivoida oppimista.</p> <p>Tulosten perusteella oppimissovelluksen kehityshanke voi olla kannattava, kun sitä hyödynnetään soveltuviin aihealueisiin ja se kohdennetaan tässä opinnäytetyössä mainittuihin puutteisiin sairaanhoitajien EKG-osaamisessa. EKG-koulutus on tuloksellista kliiniseen kontekstiin yhdistettynä, systemaattista tulkintatapaa käyttäen. Jatkotutkimusehdotuksena tulosten pohjalta on tutkimus tietotekniikan soveltuvuudesta itseopiskelun ohjaamiseen.</p>	
<p>Avainsanat</p>	<p>elektrokardiografia, koulutus, digioppiminen; kirjallisuuskatsaus</p>

Author(s)	Laura Haapsaari Emma Immonen Mia Miettinen Simo Mäkelä
Title	Computerizing Self-Study of ECG Interpretation – A Survey into Methods and Opportunities
Number of Pages Date	34 pages + 1 appendix 10 November 2017
Degree	Bachelor of Health Care (Emergency Care)
Degree Program	Emergency Care
Instructor(s)	Iira Lankinen, Senior Lecturer, Doctor of Health Science Sami Mikkonen, Senior Lecturer, Master of Health Science
<p>The motivation behind this final project was the idea to develop an educational game in ECG interpretation, aimed at RNs. The research material was studied for points that should be noted in the implementation of such an application. The goal of this final project was that its results benefit the eventual development project of an educational ECG application.</p> <p>The project was conducted as a literature review by exploring comprehensive research material and recognizing the forthcoming factors affecting learning results, and the topics most in need of being addressed in further education. The information was mostly retrieved from the CINAHL healthcare database, supplemented with a manual search using the popular Internet search engines. The content analysis was conducted in an inductive, i.e. material-driven fashion, utilizing tabulation. Inductive content analysis was preferred to avoid bias and presumptions on the topic.</p> <p>The core results show shortcomings in the ECG skills of RNs, and the need to fit in education as a part of a busy day at work. The results show no significant statistical link between the method of instruction and the learning results. Studying without guidance was linked to weaker learning results. This raises the interesting question, whether a computer application can provide study guidance. The results also highlighted the significance of competence assessment both as motivation and a gauge of actual skill level. According to the results, e-learning is an accepted method of ECG education, which may offer financial benefits as well as a flexible form of education. However, e-learning may not be the most suitable method for all ECG-related topics, such as theoretical knowledge. Gamification may motivate learning.</p> <p>Based on the results, the development project of an educational application may be worthwhile in the context of applicable educational topics. The focus should be on the outlined shortcomings in the ECG competence of RNs. ECG education is most effective in its clinical context, using a systematic method of interpretation. A suggestion for follow-up research is a study on the feasibility of information technology as provider of guidance for self-study.</p>	
Keywords	electrocardiography, education, e-learning; literature review

# Sisällys

## Keskeisiä käsitteitä

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tiedolliset lähtökohdat	2
2.1	Kardiologian ja EKG:n perusteita	2
2.1.1	Sydämen rakenne ja tehtävä	2
2.1.2	Sydänlihassolun sähköinen toiminta	3
2.1.3	Sydämen johtoratajärjestelmä	4
2.1.4	Elektrokardiogrammi eli sydänsähkökäyrä	5
2.2	12-kytkentäinen EKG	6
2.2.1	EKG-rekisteröinnin toteuttaminen	6
2.2.2	12-kytkentäisestä EKG:stä saatava tieto	8
2.2.3	Virhelähteet	9
2.3	Sairaanhoitajan EKG-osaamisen merkitys	9
2.4	Oppiminen	10
2.4.1	Oppimisen biologiaa	10
2.4.2	Oppimistyylit	10
2.4.3	Opetusmenetelmät	11
2.4.4	EKG-tulkinnan pedagogiikkaa	12
3	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	13
4	Toteutus	13
4.1	Metodologiset lähtökohdat	13
4.2	Aineiston kerääminen	14
4.3	Aineiston analysointi	14
5	Tulokset	15
5.1	Sairaanhoitajien EKG-osaaminen	15
5.2	EKG-koulutuksen pedagogiset ratkaisut	16
5.3	Digitaalinen media EKG-opiskelun välineenä	18
5.3.1	Flow-teoria	22
5.3.2	Pelillistäminen	24
6	Johtopäätökset ja pohdinta	24
6.1	Tulosten tarkastelu	24

6.2	Luotettavuus ja eettisyys	26
6.2.1	Menetelmävalinta	26
6.2.2	Analyttinen täsmällisyys	27
6.2.3	Ennakko-oletukset	28
6.2.4	Eettisyys ja hyvä tieteellinen käytäntö	28
6.2.5	Työn tuloksellisuus	28
6.3	Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu	28
6.4	Toimintaehdotus	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Lähdeaineiston analyysikehys	

## Keskeisiä käsitteitä

### Sydämen fysiologia ja anatomia

Depolarisaatio	Solun sähköisen tilan muutos, jossa solukalvon yli vaikuttava jännite putoaa pienimmilleen. Lepotilassa solu on polarisoitunut siten, että solun sisällä on ulkopuoleen verrattuna merkittävästi negatiivisempi potentiaali. Depolarisaation laukaisee sähkövirta, joka muuttaa solukalvon läpäisevyyttä päästäen positiivisesti varautuneet ionit kulkemaan solun sisälle. (Wagner – Strauss 2013.) Depolarisaatio saa aikaan sydänlihaksen supistumisen.
Repolarisaatio	Depolarisaation jälkeinen solun sähköisen tilan palautuminen lepotilaan. Repolarisaatiossa positiiviset ionit siirtyvät solun ulkopuolelle. (Goldberger – Goldberger – Shvilkin 2013.)
Eteinen (atrium)	Sydämen ontelot, jotka vastaanottavat verta laskimoista ja supistuen siirtävät sen edelleen vastaaviin kammioihin (Wagner – Strauss 2013).
Kammio (ventricle)	Sydämen ontelot, jotka vastaanottavat verta eteisistä ja pumppaavat sen edelleen valtimoihin (Wagner – Strauss 2013).
Sinussolmuke (sinus node)	Kudossassa oikean eteisen yläosassa, yläonttolaskimon tuloaukon vierellä. Sinussolmuke on sydämen rytmiä ylläpitävä osa, jossa muodostuvat sähköimpulssit johtuvat sydämen muihin osiin. (Wagner – Strauss 2013.)
AV-solmuke eli Eteis-kammiosolmuke (AV node)	Kudossassa oikean eteisen alaosassa, eteisten väliseinämän vieressä. Eteis-kammiosolmukkeen eli AV-solmukkeen tehtävä on viivastää sähköisen herätteen etenemistä eteisistä kammioihin, täten rytmittäen eteisten ja kammioiden pumpaustoiminnan vuoronperäiseksi (Wagner – Strauss 2013).

## Elektrokardiografia ja sydänsähkökäyrän peruselementit

EKG Elektrokardiogrammi eli sydänsähkökäyrä	Elektrokardiogrammi on sydämen sähköistä toimintaa kuvaava käyrä, jossa piirtyy iholta mitattu jännite ajan suhteen. Käyrästä voidaan havainnoida sydämen toimintaa, koska sydänlihaksessa syntyvät depolarisaatio- sekä repolarisaatioaallot aiheuttavat heilahduksia sähkökäyrään. (Goldberger ym. 2013.) Käyttämällä useita kytkentöjä eri puolilla sydäntä, pystytään tekemään tarkempia päätelmiä sähköisen aktivaation etenemissuunnista (Heikkilä – Mäkijärvi 2003).
KytKentä (lead)	KytKennät muodostetaan rekisteröimällä iholle kiinnitettyjen elektrodien välisiä jännitevaihteluita. Jokaisesta kytkennästä piirtyy oma käyränsä siten, että elektrodia kohti suuntautuva sähkökentän vektori piiryy positiivisena ja pois päin suuntautuva vektori negatiivisena heilahduksena. (Heikkilä – Mäkijärvi 2003.)

Heilahdus (deflection)	EKG-käyrän perusviivasta poikkeava aaltomuoto, jonka suunta voi olla ylöspäin (positiivinen) tai alaspäin (negatiivinen) (Wagner – Strauss 2013).
P-aalto	Sydämen toimintajakson alussa oleva EKG-heilahdus, joka kuvaa eteisten depolarisaatiota eli sähköistä aktivaatiota (Wagner – Strauss 2013).
QRS-kompleksi	Normaalisti suuriamplitudinen heilahdus tai heilahdusten ryhmä, joka kuvaa kammioiden depolarisaatiota eli sähköistä aktivaatiota (Wagner – Strauss 2013).
T-aalto	Sydämen toimintajakson lopussa näkyvä T-aalto kuvaa kammioiden repolarisaatiota eli palautumista lepotilaan (Wagner – Strauss 2013).
PR-väli	Aika P-aallon lopusta QRS-kompleksin alkuun (Wagner – Strauss 2013). Aika, joka kuluu herätteen levitessä eteisiin ja kulkiessa AV-solmukkeeseen läpi (Goldberger ym. 2013).
QT-väli	Aika QRS-kompleksin alusta T-aallon loppuun. Aika kammioaktivaa-tion alusta kammioiden palautumisen päättymiseen. (Wagner – Strauss 2013.)
ST-väli	Aika QRS-kompleksin lopusta T-aallon alkuun. ST-väli kuvaa kammioiden sydänlihassolukon repolarisaation alkuvaihetta (Wagner – Strauss 2013).

## EKG-löydöksiä ja sydänsairauksia

Sepelvaltimotautikohtaus	Sepelvaltimotautikohtauksella tarkoitetaan lyhyen ajan sisällä tai äkillisesti alkanutta oireilua, joka sopii sepelvaltimon tukkeuman aiheuttamaksi. Sepelvaltimotautikohtaus käsittää epävakaan angina pectoriksen (UAP) sekä ST-nousullisen ja ST-nousuttoman sydäninfarktin. (Airaksinen ym. 2016.)
Epävakaata angina pectoris (UAP)	Epävakaata angina pectoris tarkoittaa sitä, että pahentunut sepelvaltimo-oireisto (rintakipu/-tuntemus) ilmenee aiempaa pienemmässä raskuudessa. Sydäninfarktiin viittaavaa merkkiainepäästöä (troponiini) ei ole. (Airaksinen ym. 2016.)
Sydäninfarkti	Sydänlihaskuolio. Verenkierron lakkaamisen seurauksena kuolioon mennyt sydämen osa (MOT Recallmed Moderni lääketieteen sanasto 1988).
Sydäninfarkti ilman ST-nousua (NSTEMI)	Sydäninfarkti, jossa EKG:ssä ei todeta diagnostista ST-tason nousua, mutta verikokeella on todettavissa merkkiainepäästö (troponiini). (Airaksinen ym. 2016.)
ST-nousuinfarkti (STEMI)	Sydäninfarkti, jossa EKG:ssä todetaan ST-tason nousu. Kyseessä on hätätilanne, jonka hoidossa on tärkeää nopeus, koska sydänlihasta tuhoutuu koko ajan. (Airaksinen ym. 2016.)

Sinusrytmi	Sinusrytmiksi kutsutaan sydämen normaalia rytmiä, jossa aktivaatio etenee sinussolmukkeesta eteis-kammiosolmukkeeseen kautta johtoratajärjestelmää pitkin kammiokudokseen (Airaksinen ym. 2016).
Asystole	Sydämen sähköisen toiminnan puuttuminen. EKG:ssä ei näy perusviivasta poikkeavia heilahduksia (Sanders ym. 2012).
Sykkeetön rytmi (PEA)	Tilanne, jossa EKG:ssä näkyy sähköisiä komplekseja, mutta sydän ei supistele eikä syke tunnu (Airaksinen ym. 2016)
Rytmihäiriö	Mikä tahansa sinusrytmistä poikkeava rytmi (Wagner – Strauss 2013).
Lisälyönti	Ennen aikaisesti tapahtuva sydämenlyönti, joka voi saada alkunsa niin eteis-, kuin kammiotasolta. Lisälyönti on yleinen ja useimmiten harmiton löydös. (Wagner – Strauss 2013.)
Eteisvärinä	Eteisvärinä on rytmihäiriö, jossa eteisrytmi on kaoottinen ja niin suuritaajuinen, ettei eteisten mekaanista supistelua tapahdu. Kammiovaste on eteisvärinässä epäsäännöllinen ja se riippuu eteis-kammiosolmukkeiden toimintakyvystä. Sydänsähkökäyrässä eteisvärinälle on luonteenomaista, etteivät P-aallot erotu kunnolla. (Heikkilä – Mäkijärvi 2003.)



Eteislepatus	Eteislepatus on rytmihäiriö, jossa eteisrytmi on nopea, mutta hitaampi kuin eteisvärinässä. Kammioaktivaatio on säännöllinen ja tapahtuu yleensä joka toista eteisaaltoa kohti tai harvemmin. Sydänsähkökäyrässä eteislepatukselle ominaisia ovat eteisten tuottamat jatkuvat, sahalaitamaiset F-aallot. (Heikkilä – Mäkijärvi 2003.)
Kammio-takykardiat	Kammiotakykardiat ovat tiheälyöntisiä rytmihäiriöitä, joiden syntyalue on kammiolihaksessa. Kammiooperäiselle takykardialle on EKG:ssä ominaista leveä QRS-kompleksi. (Heikkilä – Mäkijärvi 2003.) Defibrilloitavissa.
Kammiovärinä	Kammiovärinä on niin suuritaajuinen kammiooperäinen rytmi, että mekaanisia kammiosupistuksia ei tapahdu. EKG:ssä näkyvä aaltomuoto on epäsäännöllinen, aluksi karkea ja muuttuu hienojakoisemmaksi värinäksi. (Heikkilä – Mäkijärvi 2003.) Defibrilloitavissa.
Junktionaalinen rytmi	Junktionaalinen rytmi saa alkunsa eteis-kammiosolmukkeesta tai sen lähistöltä. EKG:ssä junktionaalinen rytmi näyttäytyy yleensä puuttuvina tai invertoituneina P-aaltoina. (Wagner – Strauss 2013.)
Johtumishäiriö	Sydämen impulssinjohtojärjestelmän katkos tai muu toimintahäiriö (Airaksinen ym. 2016).
AV-katkos (Eteis-kammiokatkos)	Eteis-kammiokatkokuksessa herätteen kulku eteis-kammiosolmukkeesta tai johtoradoissa häiriytyy tai estyy. Eteis-kammiokatkoksen eri tyypit ovat ensimmäisen asteen, toisen asteen ja täydellinen katkos. (Airaksinen ym. 2016.)
Haarakatkos	Johtumishäiriö eteis-kammioimpun jommassa kummassa haarakatossa tai niiden haarakkeissa (MOT Recallmed Moderni lääketieteen sanasto 1988).
Sinussolmukkeen toimintahäiriö	Sinussolmukkeen toimimattomuus tai katkonainen toiminta voi johtaa siihen, että korvausrytmi syntyy sydämen alemmissa osissa (Airaksinen ym. 2016).

### Muita termejä

Monitorointi	Sydämen toiminnan tarkkailu EKG:hen perustuvan valvontalaitteen avulla (MOT Recallmed Moderni lääketieteen sanasto 1988).
Sovellus	Ohjelmisto, joka on suunniteltu jonkin tietyn tehtävän helpottamiseen tai ongelman ratkaisemiseen (MOT Kielitoimiston sanakirja 2017).
Pelillistäminen	Pelien tai pelin tyyppisten elementtien lisäämistä osaksi muuta toimintaa (Hamari ym. 2016).

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön ajatus sai alkunsa HYKS Akuutin alaisuudessa toimivan Meilahden kolmiosairaalan päivystysosaston esittämästä konkreettisesta tarpeesta sovellukselle, jonka avulla osaston työntekijät voisivat opiskella sydänsähkökäyrän eli EKG:n tulkitsemista. Opinnäytetyössä etsitään tutkimusnäyttöön perustuvia seikkoja, jotka olisi tärkeää huomioida tällaista sovellusta kehitettäessä.

Nykyaikaisessa hoitotyössä sairaanhoitajien on tärkeää hallita akuutisti sairastuneen potilaan hoito. Eräs tärkeä taito on EKG-käyrän tulkinta. Suorittaakseen tämän tutkimuksen ammattitaitoisesti, on hoitajan tunnettava sydämen anatomian ja fysiologian perusteet, mukaan lukien ymmärrys sydämen normaaleista verivirtauksista ja johtoratajärjestelmästä. Näiden tietojen avulla hoitaja voi EKG-käyrää tulkitsemalla tunnistaa epäsäännöllisiä rytmejä ja muita poikkeamia. (Sharman 2007.)

Sydänvalvontalaitteistoon kytkettyä potilasta hoitavan henkilökunnan on oleellista kyetä suorittamaan sydänsähkökäyrän ensiarvio pikaista hoitoa vaativien poikkeavuuksien havaitsemiseksi. Hoitohenkilökunnan on osattava toimia tilanteen vaatimalla tavalla, kuten hälyttämällä oikeanlaista lisäapua, tai aloittamalla sairauden mukaiset ensivaiheen hoitotoimet. (Sharman 2007.)

Opinnäytetyössä kuvataan sydämen anatomian ja fysiologian perusteita, sekä sydämen sähköisen toiminnan rekisteröitymistä EKG-käyräksi. Lisäksi käydään läpi EKG-tutkimuksen oikeaoppinen toteuttaminen. Tämän jälkeen tarkastellaan erilaisia tapoja lähestyä EKG-koulutusta, sekä luodaan katsaus oppimiseen käsitteenä ja ilmiönä, jolla on yksilöllisesti vaihtelevia ominaisuuksia. Opinnäytetyössä toteutettavassa kirjallisuuskatsauksessa kartoitetaan sairaanhoitajien EKG-osaamista ja etsitään koulutuksellisia ratkaisuja sen parantamiseksi. Siinä selvitetään digitaalisten oppimisalustojen ja pelillistämisen soveltuvuutta EKG-koulutuksen välineiksi.

Tieto- ja viestintäteknikan nopea kehitys avaa uusia mahdollisuuksia koulutustyön toteuttamiseen myös terveysalalla. Digitalisaation arvo koulutustyössä riippuu siitä, kuinka se saadaan valjastettua pedagogisesti mielekkääseen käyttöön. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan digioppimisen mahdollisuuksia EKG-koulutuksen viitekehityksessä tutkimusnäyttöön perustuen. (Rautiainen 2016.)

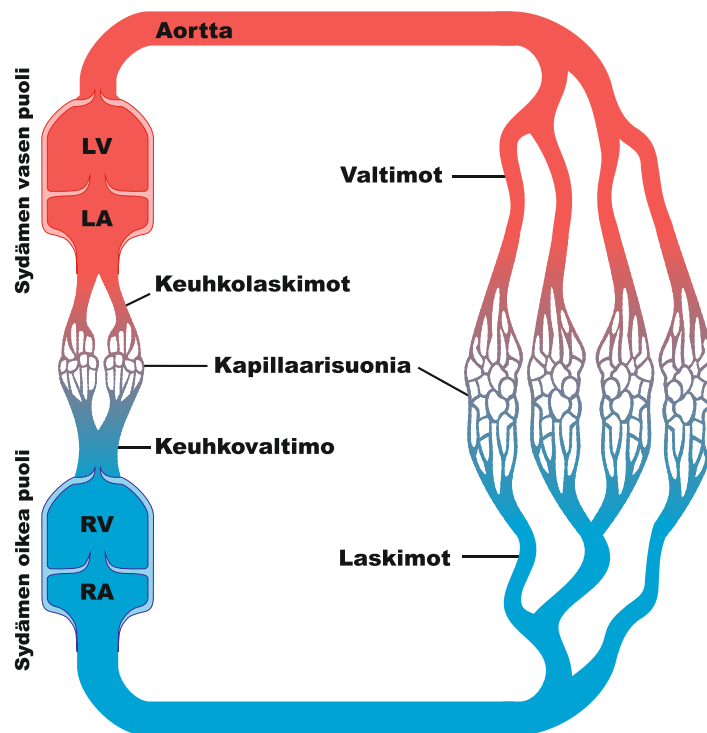
## 2 Opinnäytetyön tiedolliset lähtökohdat

### 2.1 Kardiologian ja EKG:n perusteita

Tässä luvussa esitellään sydämen rakennetta ja toimintaa sydänsähkökäyrän ymmärtämisen kannalta oleellisin osin, sekä tarkastellaan sähköimpulssin merkitystä sydämen pumppaustoiminnan aikaansaajana. Luodaan katsaus elektrokardiografiaan mitausmenetelmänä ja selvitetään, mitä sen avulla voidaan ja mitä ei voida havaita.

#### 2.1.1 Sydämen rakenne ja tehtävä

Ihmisen sydän on kooltaan noin nyrkin kokoinen, nelionteloinen, lihaksikas elin. Sydämen neljä onteloa ovat oikea eteinen, oikea kammio, vasen eteinen ja vasen kammio. (Sanders – Lewis – McKenna – Quick 2012.) Sydämen tehtävä on pumpata verta verenkiertoon (Kuvio 1).



Kuvio 1. Verenkierron yksinkertaistettu piirikaavio. Kuvassa havainnollistuu, kuinka sydän koostuu kahdesta pumpusta, joista oikeanpuoleinen syöttää verta keuhkoverenkiertoon, ja vasemmanpuoleinen taas systeemiseen verenkiertoon aortan kautta. LV=vasen kammio, LA=vasen eteinen, RV=oikea kammio, RA=oikea eteinen. (Mäkelä 2017.)

Oikea eteinen ottaa vastaan vähähappista verta systeemisen verenkierron laskimoista. Eteisten supistuessa veri siirtyy oikeasta eteisestä oikeaan kammioon, jonka supistus pumpkaa sen edelleen keuhkovaltimon kautta keuhkojen verisuoniin. Keuhkoista happeutunut veri kulkee keuhkolaskimoa pitkin vasempaan eteiseen, josta se eteisten supistuessa siirtyy vasempaan kammioon. Vasen kammio pumpkaa veren aortan kautta systeemiseen verenkiertoon (Kuvio 1, oikea puoli). Täältä veri palautuu jälleen laskimoiden kautta oikeaan eteiseen. (Sanders ym. 2012.)

### 2.1.2 Sydänlihassolun sähköinen toiminta

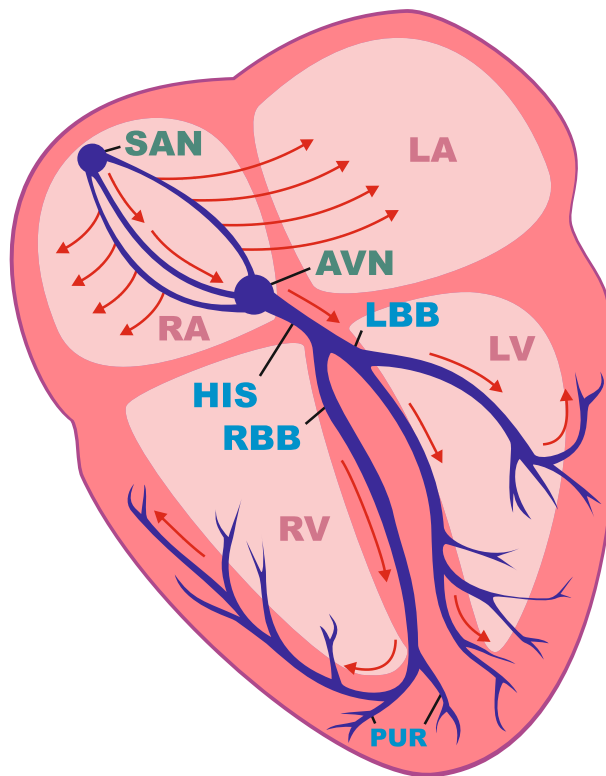
Solukalvon lepojännite on sähköisten ja osmoottisten voimien tasapainossa ionien jakautumisen seurauksena -70 ja -90 millivoltin välillä. Ulkoisen jänniteärsyksen vaikutuksesta solukalvon ionikanavat aukeavat, jolloin kalvon läpäisevyys muuttuu. Natrium- ( $\text{Na}^+$ ) ja kalsiumionit ( $\text{Ca}^{2+}$ ) kulkeutuvat nopeasti solun sisään aiheuttaen *depolarisaati-*

on. Kalsiumionien kulkeutuminen solun sisälle aikaansaa sydänlihaksen supistumisen. Tämän jälkeisessä *repolarisaatiossa* solukalvon natrium-kaliumpumput osallistuvat aktiivisesti solukalvon lepojännitteen palauttamiseen siirtämällä natriumioneja ( $3 \text{ Na}^+$ ) takaisin solun ulkopuolelle ja kaliumioneja ( $2 \text{ K}^+$ ) solun sisäpuolelle. Koska sydänlihaksen käyttäytyminen perustuu edellä kuvatulla tavalla sähkökemiallisille ilmiöille, voivat kehon elektrolyyttitasapainon häiriöt näyttäytyä sydämen epänormaalina toimintana. (Sanders ym. 2012.)

### 2.1.3 Sydämen johtoratajärjestelmä

Sydänlihassolut voidaan jaotella kahteen ryhmään. Pieni, mutta tärkeä osa soluista edustaa sähköisen herätteen tuottamiseen ja kuljettamiseen erikoistunutta ryhmää. Nämä solut muodostavat sydämen johtoratajärjestelmän. Toinen ryhmä käsittää supistuvat sydänlihassolut, jotka huolehtivat sydämen varsinaisesta pumppaustyöstä. Sähköinen heräte saa sydänlihassolun depolarisoitumaan, mikä taas toimii herätteenä viereisille soluille. Täten sähköinen aktivaatio kulkee solusta toiseen kaikkialle sydänlihakseen. (Sanders ym. 2012.)

Tietyt johtoratajärjestelmän (Kuvio 2) solut ovat herkkiä aktivoitumaan spontaanisti. Tällaisia soluja on etenkin sinussolmukkeessa, joka toimii sydämen luonnollisena tahdistajana. Itse johtoradat muodostuvat soluista, joille ominaista on sähköimpulssin nopea johtuminen. (Sanders ym. 2012.) Eteisten ja kammioiden välissä johtoratajärjestelmässä sijaitsee AV-solmuke, jonka solujen ominaispiirteenä on hidas johtavuus. AV-solmukkeen tehtävä on viivästyttää sähköisen herätteen kulkua eteisistä kammioihin, rytmittäen eteisten ja kammioiden toiminnan vuoronperäiseksi. (Wagner – Strauss 2013.)

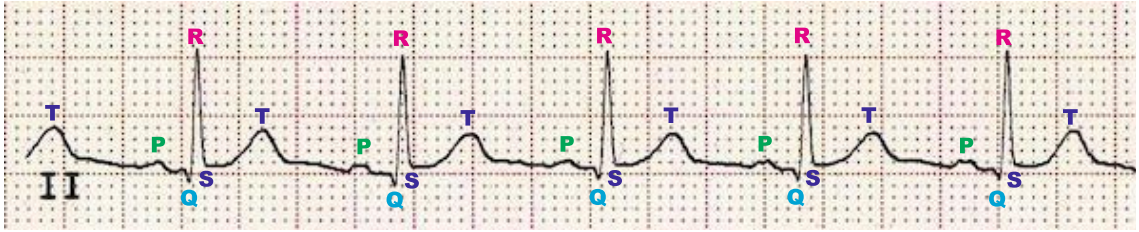


Kuvio 2. Sydämen johtoratajärjestelmä. Punaiset nuolet kuvaavat sähköimpulssin kulkua. SAN=sinussolmuke, AVN=AV-solmuke, HIS=Hisin kimppu, LBB=vasen haara, RBB=oikea haara, PUR= Purkinjen säikeet, LV=vasen kammio, LA=vasen eteinen, RV=oikea kammio, RA=oikea eteinen. (Mäkelä 2017.)

Johtoratojen anatomia ohjaa sydänlihaksen supistumaan pumppauksen kannalta optimaalisessa järjestyksessä. Aktivaatio kulkee Hisin kimppua pitkin sydämen kärkeen (apex) ja sieltä edelleen Purkinjen säikeitä pitkin kammioseinämien soluihin. Näin kammiosupistus etenee sydämen kärjestä ylöspäin, puristaen verta valtimoihin. (Sanders ym. 2012.)

#### 2.1.4 Elektrokardiogrammi eli sydänsähkökäyrä

Sydänlihaksessa kulkiessaan edellä kuvattu sähkövirta saa aikaan iholla sähköisen potentiaalieron eli jännitteen. Tämä millivoltin suuruusluokkaa oleva jännite voidaan mitata asianmukaisella laitteistolla. Jännite esitetään graafisesti ajan funktiona olevana käyränä (Kuvio 3). (Sanders ym. 2012.)



Kuvio 3. Terveen 18-vuotiaan miehen normaali sydänsähkökäyrä (lifeinthefastlane.com).

Kuvioon 3 on merkitty sydämen toimintajakson eri vaiheiden aiheuttamat heilahdukset sydänsähkökäyrässä. Heilahduksista on tärkeää ymmärtää, että ne eivät anna tietoa sydänlihaksen varsinaisesta supistustoiminnasta, vaan ainoastaan sähköisestä aktiivisuudesta. P-aalto syntyy eteisten aktivoituessa. Tätä seuraa kammioaktivaation aiheuttama QRS-kompleksi. T-aalto syntyy kammioiden repolarisoituessa. (Wagner – Strauss 2013.)

P-aallon ja QRS-kompleksin väliin jäävää aikaa kutsutaan PR-ajaksi. Tällä aikavälillä AV-solmuke viivästää sähköimpulssin kulkua eteisistä kammioihin. PR-ajan piteneminen tai vaihtelu voivat olla merkkejä AV-katkoksesta. Aikaväliä QRS-kompleksin alusta T-aallon loppuun kutsutaan QT-ajaksi. Pidentynyt QT-aika voi altistaa rytmihäiriöille. (Wagner – Strauss 2013.)

Sähköimpulssi etenee sydänlihaksessa moneen eri suuntaan yhtäaikaaisesti. Sydänsähkökäyrän hetkellisarvo on kaikkien sydänlihaksessa kulkevien sähkövirtojen sum-mavektori kytkennän suunnassa. Käyttämällä useita, eri puolille sydäntä asetettuja kytkentöjä, pystytään paikantamaan johtumisessa tapahtuvia poikkeavuuksia, jotka saattavat olla merkki sydänlihaksen hapenpuutteesta, kuoliosta eli infarktista tai johtoratojen toimintahäiriöistä. (Wagner – Strauss 2013.)

## 2.2 12-kytkentäinen EKG

### 2.2.1 EKG-rekisteröinnin toteuttaminen

Sairaanhoitajalla tulisi olla riittävä koulutus laadukkaasti EKG:n rekisteröintiin. Tämä tarkoittaa sitä, että sairaanhoitaja on perehtynyt laitteen käyttöön ja osaa ohjata potilasta selkeästi. Sairaanhoitajan on myös huomioitava mahdolliset virhelähteet ja osattava minimoida niiden vaikutus rekisteröintiin. On tärkeää myös tuntea sydämen anatomia ja

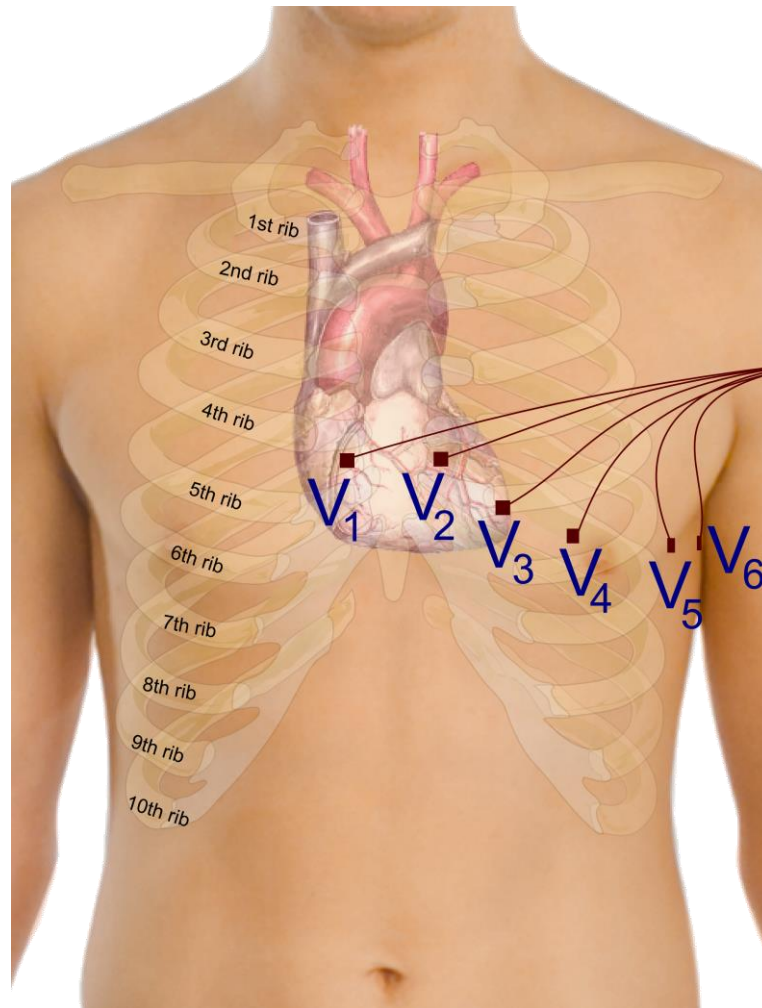
ymmärtää, mitä ilmiöitä EKG-käyrästä havaitaan, ja milloin on kyse vakavasta muutoksesta tai milloin potilas on välittömän hoidon tarpeessa. (Rautajoki 1998.)

EKG:tä otettaessa laite käynnistetään ja siihen syötetään potilaan tiedot. Potilaalle kerrotaan, miten toimenpide suoritetaan ja miten toimenpiteen aikana toimitaan. Aluksi pyydetään potilasta riisumaan ylävartalo paljaaksi ja käymään selinmakuulle vuoteelle. Potilasta pyydetään myös laskemaan sukkia sen verran, että elektrodit saadaan paikoilleen myös nilkkoihin. Jos potilaan iholla on karvoja, ne ajetaan pois. Iho voidaan puhdistaa 70-prosenttisella alkoholilla ja karhentaa hienojakoisella hiekkapaperilla sähköisen kontaktin parantamiseksi. Vain ehjä iho voidaan puhdistaa alkoholipitoisella aineella, eikä rikkoutuneelle iholle aseteta elektrodeja. Toimenpiteen aikana potilasta kehoitetaan pysymään paikallaan, liikkumatta, rauhallisesti hengittäen. (Rautajoki 1998.)

*Raajakytkennät* tuottavat tietoa sydämen sähköisestä toiminnasta frontaalitasossa. N (neutral) sijoitetaan oikeaan nilkkaan, F (foot) sijoitetaan vasempaan nilkkaan, R (right) oikeaan ranteeseen, L (left) vasempaan ranteeseen. Potilaalla ollessa esim. raajaamputaatio tai muu syy, jonka vuoksi elektrodeja ei voida kiinnittää raajaan, voidaan ne kiinnittää torsoon niin sanottuina tyvikytkentöinä. Ranteiden elektrodit kiinnitetään solisluiden alle ja jalkojen elektrodit alavatsalle. Tällöin tulee muistaa kirjata elektrodien normaalista poikkeava sijainti. (Kuisma – Holmström – Nurmi – Porthan – Taskinen 2017: 140-143.) Pelkät raajakytkennät riittävät ns. monitori-EKG:n toteuttamiseen. Monitori-EKG:n avulla voidaan havainnoida rytmejä, mutta se on vain viitteellinen iskemian diagnosoinnissa. (Kuisma ym. 2017: 139)

*Rintakytkentöjen* avulla havainnoidaan sydämen sähköistä toimintaa horisontaalitasossa. Rintaelektrodien oikeat paikat (Kuvio 4) löytyvät palpoimalla kylkiluuvälejä. Laskenta aloitetaan oikean solisluun keskikohdan alta, ensimmäisestä kylkiluuvälistä. V<sub>1</sub>- ja V<sub>2</sub>-elektrodit sijoitetaan neljänteen kylkiluuväliin rintalastan molemmille puolille, V<sub>1</sub> oikealle ja V<sub>2</sub> vasemmalle puolelle. Seuraavaksi V<sub>4</sub>-elektrodi laitetaan vasemman solisluun keskilinjaan viidenteen kylkiluuväliin. Tämän jälkeen V<sub>3</sub>-elektrodi asetetaan V<sub>2</sub>- ja V<sub>4</sub>-elektrodien puoleenväliin. Lopuksi V<sub>5</sub>- ja V<sub>6</sub>-elektrodit rintalastan vasemmalle puolelle siten, että ensin sijoitetaan V<sub>6</sub>-elektrodi keskikainalolinjaan ja sitten V<sub>5</sub>-elektrodi V<sub>4</sub>- ja V<sub>6</sub>-elektrodien väliin. (Kuisma ym. 2017: 141.)





Kuvio 4. Rintakytcentöjen sijoittelu (Häggström 2012).

### 2.2.2 12-kytkentäisestä EKG:stä saatava tieto

Kytkenän suunnassa kohti tuleva sähköinen aktivaatio piiryy positiivisena heilahduksena. Kytkennästä pois päin suuntautuva sähköinen aktivaatio taas piiryy negatiivisena heilahduksena. Kun elektrodit on asetettu oikein, voidaan melko luotettavasti paikantaa sydäninfarkti tai johtumishäiriö, koska tiedetään, mistä suunnista kytkennät "katsovat" sydäntä. (Heikkilä ym. 2008.)

Kytkenät II, III ja aVF "katsovat" sydämen alaseinää, V<sub>1</sub> ja V<sub>2</sub> puolestaan sydämen väliseinää ja V<sub>3</sub> sekä V<sub>4</sub> sydämen etuseinää. V<sub>5</sub> ja V<sub>6</sub>, I ja aVL kuvaavat vasenta sivuseinää ja aVR oikeata sivuseinää. (Phalen 2001: 24.) 15-kytkentäiseen EKG:hen käy-

tettävistä lisäkytkennöistä V4R kuvaa oikean kammion aktivaatiota, ja V<sub>7</sub> sekä V<sub>8</sub> kuvaavat sydämen takaseinää (Heikkilä ym. 2008).

### 2.2.3 Virhelähteet

Elektrokardiografian onnistumiseen vaikuttavat monet virhelähteet. Lihaspännitys aiheuttaa EKG-käyrään vaihtelevan kokoista sahalaitaisuutta kauttaaltaan. Tämä voi johtua potilaan vapinasta, huonosta asennosta tai esimerkiksi liian korkeasta tynnystä. Verkkovirtahäiriöllä tarkoitetaan kauttaaltaan paksuuntunutta sahalaitaisuutta, jota saattavat aiheuttaa lähellä olevat sähkölaitteet, kuten sähkökäyttöinen vuode tai potilaan kosketus metalliosiin, kuten sängyn laitaan. Tämä häiriö häviää poistamalla sen aiheuttaja, kuten sammuttamalla sähkönlähde tai korjaamalla potilaan asentoa. Kontaktihäiriö voi aiheuttaa perusviivan vaeltamista. Tämä saattavaa johtua potilaan liikkumisesta tai elektrodien huonosta kiinnittymisestä. Myös johtojen liittäminen väärin elektrodien tai elektrodien virheellinen sijoittelu ovat EKG:n virhelähteitä. Tämän vuoksi on tärkeää aina tarkistaa, että elektrodit ja johdot ovat oikeilla paikoillaan. Myös laitteessa itsessään voi esiintyä häiriöitä. (Rautajoki 1998.)

### 2.3 Sairaanhoidajan EKG-osaamisen merkitys

EKG:n tulkitseminen sairaanhoidajien toimesta on noussut keskeiseksi valmiudeksi akuuttipotilaan hoidossa, vaikkakin lääkäri on vastuussa varsinaisesta diagnoosista (Phalen 2001). Akuuttitilanteessa potilaan hoitoa koskevat päätökset on tehtävä nopeasti ja voimien muutoksia tulee seurata jatkuvasti. Sairaanhoidajan täytyy osata priorisoida potilaan hoitoa koskevat toimenpiteet ja tehtävät potilaan tilan seurannan perusteella. (Mäkijärvi -- Harjola -- Päivä -- Valli -- Vaula. 2016: 8).

EKG-osaaminen voidaan jakaa laitteen käyttämiseen, elektrodien oikeanlaiseen sijoitteluun, tulosten tulkintaan ja niiden perusteella toimimiseen. EKG-osaaminen on osa potilasturvallisuutta. EKG:n tulkintaan liittyneet vaikeudet ovat olleet joillekin potilaille kohtalokkaita. (Yli-Villamo 2008.) Päivystyksessä työskentelevistä sairaanhoidajista suurin osa (85 %) koki, että EKG:n ottaminen, tulkitseminen ja tulkintojen perusteella toimiminen oli vaikeaa. Sama määrä sairaanhoidajista koki tarvitsevansa EKG-osaamiseen lisäkoulutusta. (Lankinen 2013.)

## 2.4 Oppiminen

Oppiminen mielletään usein koulussa tapahtuvaksi opetukseksi tai lapsen kehitykseen liittyväksi toiminnaksi. Kuitenkin kyky oppia jatkuvasti uutta on edellytys elämälle. Ihminen oppii uusia asioita, taitoja, tietoja ja asenteita, ilman että kiinnittää oppimiseen huomiota. Oppimiseen liittyy myös inhimillinen kasvu ja kehittyminen. (Kokkinen ym. 2008.)

### 2.4.1 Oppimisen biologiaa

Oppimisessa on kyse aistien, hermoston ja aivojen yhteistyöstä. Ihmisen aivoissa on yli sata miljardia hermosolua, joista jokainen voi kytkeytyä jopa kymmeneen tuhanteen muuhun hermosoluun. Nämä yhteydet muodostavat monimutkaisia verkostoja. Hermostojen välinen toistuva yhteistoiminta vakiinnuttaa kytkennät. Vakiintumista tapahtuu, kun toistuvasti tapahtuva aktivoituminen aiheuttaa pysyvän muutoksen solujen toiminnassa ja niiden välisissä liitospinnoissa eli synapseissa. (Ahtola 2016: 29.)

Aisteja ihmisellä on viisi: näkö, haju, tunto, kuulo ja maku. Nämä aistit kytkävät ihmisen ulkomaailmaan. Kun aistit saavat ärsykkeen, se kulkeutuu hermoratoja pitkin aivoihin ja siellä mahdollisesti johtaa aktivaatioon. Kun toistoja tulee tarpeeksi, syntyy hermoratoihin automaatio eli vakiintuminen, ja ihminen on oppinut jotakin uutta. Koska hermoratayhdistelmiä on lähes ääretön määrä, automaatio säilyy vain niissä yhdistelmissä, joita käytetään säännöllisesti. Täten käyttämättömät taidot unohtuvat. (Ahtola 2016.)

### 2.4.2 Oppimistyylit

Ihminen oppii aistiensa avulla. Aistitoiminnoissa on yksilöllisiä eroja. Tämän vuoksi ihmisen oppimiskykykin on yksilöllinen. Seuraavassa käydään läpi erilaisia oppimistyyliä. Oppimistyylit eivät kuitenkaan ole täysin eksakteja, sillä jokainen ihminen hyödyntää oppimisessa useampia aisteja. Tämä tekee oppimisesta kokonaisvaltaisen prosessin. Keskimäärin ihminen oppii 10 % lukemastaan, 20 % kuulemastaan, 30 % näkemästään, 50 % näkemästään ja kuulemastaan, 70 % sanomastaan ja 90 % sanomastaan ja tekemästään. (Kokkinen ym. 2008.)

*Auditiivinen* oppiminen tarkoittaa kuuloaistiin perustuvaa oppimista. Auditiivinen oppija kiinnittää huomion ympäristön ääniin ja keskusteluihin taustäänet voivat joko edistää oppimista tai olla häiriötekijä. Oppimista edesauttaa, että asiat selitetään ääneen ja että niistä keskustellaan. Hän saattaa toistaa kuulemansa ja hyöttyy äänikirjoista ja opskeltavien asioiden nauhoittamisesta sekä niiden kuuntelusta. (Kokkinen ym. 2008.)

*Visuaalinen* oppiminen tapahtuu lukemalla ja näkemällä. Visuaalisia oppimismateriaaleja ovat kuvat, kaaviot ja teksti. Visuaalinen oppija hyöttyy muistiinpanoja tehdessään erilaisista kuvioista ja kaavioista ja värien käytöstä. Kuunnellessaan visuaalinen oppija yleensä seuraa katseellaan opettajaa. Puhuessaan visualisti ”piirtää käsillään”. Hän käyttää puheen tukena mielellään kuvia ja piirroksia, keskusteluissa käyttää sanontoja: ”anna, katson” ja ”näytä minulle”. Visuaaliselle oppijalle oppimisympäristön siisteys on tärkeää. (Kokkinen ym. 2008.)

*Kinesteettinen* oppiminen tapahtuu liikkeen ja tekemisen kautta. Ruumiin liike tehostaa oppimista ja asioiden mieleen painamista. Tästä syystä kinesteettinen oppija hyöttyy oppimisympäristöstä, joka sallii liikehtimisen ja liikkumisen. Esimerkiksi vieraiden kielten oppimisessa kinesteettistä oppijaa auttavat rytmit ja taputukset. Oppimista tukevat simulaatioharjoitukset, oppimis- ja roolipelit, kilpailut sekä aktiivisuutta vaativat toiminnot. (Kokkinen ym. 2008.)

*Taktiilinen* oppiminen tapahtuu käsien kautta. Kuunnellessaan taktiilinen oppija hypistelee käsissään tavaroita. Oppimisympäristön mukavuus on tärkeää. Taktiilinen oppija on usein vuorovaikutteinen ja oppimistulokset paranevat, kun hän saa tehdä yhteistyötä toisten kanssa sekä silloin kun oppimiseen liittyy jokin tunne-elämys. Taktiilista oppijaa auttavat ryhmätyö ja muistiinpanojen kirjoittaminen. (Kokkinen ym. 2008.)

### 2.4.3 Opetusmenetelmät

*Luento-opetuksessa* luennoitsija esitelmöi opiskelijoille opiskeltavasta aiheesta käyttäen apunaan havainnollistavia ja visuaalisia menetelmiä. Luentoja käytetään useimmiten kurssin aihepiiriin ja kurssikirjallisuuteen johdantelevana opetusmenetelmänä. Niiden tarkoituksena on selkiyttää ja elävöittää opiskeltavaa tietoa mm. kuvien, taulukoiden ja esimerkkien avulla. Luentojen avulla opiskelijoille pyritään välittämään kokonaiskuva kurssin asiasisällöstä. (Valkonen 2015: 18.)

*Oppikirjat* ovat kirjaksi painettuja oppimateriaaleja. Vaativan aiheen itsenäinen opiskelu oppikirjoja hyödyntäen vaatii onnistuakseen lukutekniikan ja -strategian hallintaa. (Guy 2007: 15-20.)

*Työkirjat* ovat oppikirjoja ja lähiopetusta täydentäviä itseopiskelumateriaaleja. Työkirjoissa on ennalta laadittuja tehtäviä, joita opiskelija täyttää omaehtoisesti tai lähiopetusta edeltävänä harjoituksena. (Hessler 2017: 162.)

*Laboraatio-opetus* tarkoittaa käytännön taitojen harjoittelua pienryhmissä opettajan ohjauksessa (Valkonen 2015: 18). Laboraatioissa voidaan harjoitella EKG-mittausta joko harjoitusnukella tai toisilla oppilailla. Laboraatiot soveltuvat hyvin pienryhmä-, pari- ja yksilötyöskentelyyn (Heikkilä – Rönkkö 2006).

*Sosiaalista mediaa*, kuten Facebookia, voi hyödyntää opiskelussa. Sosiaaliset alustat tarjoavat mahdollisuuden löytää samasta aihepiiristä kiinnostuneita, joiden kanssa keskustella sekä jakaa kokemuksia ja kuvamateriaalia. (Hessler 2017: 5-6.)

*Verkkokurssit* ovat mahdollisuus opiskella ja kerrata jo opittuja asioita itsenäisesti. Niiden avulla voi myös syventää omaa osaamistaan. Ne palvelevat hyvin lähiopetukseen valmistavana esitietomateriaalina. (Hessler 2017: 165.)

#### 2.4.4 EKG-tulkinnan pedagogiikkaa

Sydänsähkökäyrän tulkinnan koulutusta voidaan lähestyä kahdella toisistaan ratkaisevasti erilaisella tavalla. Niin sanottu *sairauslähtöinen* lähestyminen on perinteisempi koulutustapa, jossa lähtökohtana on opettaa, miten mikäkin patologinen muutos (eteisvärinä, kammiotakykardia ym.) näyttäytyy EKG-käyrässä. Järjestelmällinen eli *systemaattinen* lähestymistapa taas perustuu käyrän ominaisuuksien (taajuus, P-aallot ym.) fysiologisten vastineiden ymmärtämiseen. Järjestelmällisessä tulkinnassa seurataan ennalta määrättyä listaa (ks. 5.2). (Zeng ym. 2015.)

### 3 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia sairaanhoitajien EKG-osaamista ja selvittää koulutuksen kohdentamistarpeita. Tarkoituksena on myös löytää oppimista edistäviä tekijöitä ja kartoittaa tietotekniikan soveltuvuutta EKG-koulutukseen.

Tavoitteena on, että opinnäytetyön tulokset ovat hyödynnettävissä oppimissovelluksen kehittämishankkeessa. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää koulutusratkaisuja, jotka tuottavat sairaanhoitajille syvällistä ymmärrystä elektrokardiografian toimintaperiaatteesta, kuin myös kykyä soveltaa opittuja EKG-tulkintataitoja työelämän päätöksenteossa.

Tässä opinnäytetyössä haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Minkälaista sairaanhoitajien EKG-osaaminen on?
2. Minkälaiset pedagogiset ratkaisut soveltuvat EKG-koulutukseen?
3. Miten digitaalinen oppimisolusta soveltuu EKG-koulutukseen?
4. Minkälaista EKG-koulutuksessa hyödynnettävää tietoa oppimisteorian ala tarjoaa?

### 4 Toteutus

#### 4.1 Metodologiset lähtökohdat

Opinnäytetyö toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Menetelmäksi valitaan *järjestelmällinen haku ja katsaus*. Se on kirjallisuuskatsauksen erityistyyppi, joka yhdistää systemaattisen tietokantahaun ja saadun aineiston analysoinnin. Tämä eroaa systemaattisesta katsauksesta siten, että tutkimusten poissulkukriteerit eivät ole yhtä jäsenyntyitä kuin systemaattisessa katsauksessa. Myöskään alkuperäistutkimusten laadunarviointi ja analyysiprosessi eivät ole yhtä järjestelmällisiä systemaattiseen katsaukseen verrattuna. Tässä katsaustyyppissä on mahdollista asettaa laajat tutkimuskysymykset, mutta se on alttiimpi tulosten subjektiiviselle väritymiselle, koska prosessi ei ole yhtä tiukka. (Stolt – Axelin – Suhonen 2016: 14–15.)

## 4.2 Aineiston kerääminen

Suoritetaan järjestelmällinen haku terveystietokantoihin. Alla olevan taulukon mukainen perusteellinen haku CINAHL-tietokannasta tuottaa tuloksen, joka vastaavilla hakusanoilla toistaa itseään muissa tietokannoissa, kuten Ovid ja PubMed. Systemaattisen haun tulosta täydennetään vapaamuotoisella haulla sekä tutkimusten lähdeluette-loista löytyneellä oleellisella aineistolla.

Tietokanta ja hakusanat	Kaikki tulokset	Poistettu otsikon tai saatavuuden perusteella	Poistettu abstraktin perusteella	Poistettu koko tekstin perusteella	Hyväksytään
<b>CINAHL</b>					
(MH "Electrocardiography+/ED")	139	113	5	7	14
(MH "Electrocardiography+/NU")	49	44	0	2	3
(ekg OR ecg) AND nurse AND competency	7	6	0	0	1
(ekg OR ecg) AND elearning	1	0	0	1	0
(ekg OR ecg) AND game	9	8	0	1	0
electrocardiography AND game	38	38	0	0	0
<b>Vapaa haku</b>					6

Taulukko 1. Tiedonhaku.

Liitteessä 1 on taulukoitu järjestelmällisen tiedonhaun tulokset analysointia varten. Opinnäytetyön tietopohjaa käsittelevässä kappaleessa hyödynnetään lisäksi oppikirjalähteitä.

## 4.3 Aineiston analysointi

Kerätyn aineiston sisältöä tarkastellaan ja esitellään soveltaen induktiivista, eli aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Lähteet taulukoidaan, ja niiden tämän opinnäytetyön kannalta keskeiset tulokset kirjataan omaan sarakkeeseensa. Taulukkoon kerätään myös lähteissä esiintyviä käsitteitä ja asiasanoja, joiden avulla voidaan havaita aineistossa mahdollisesti toistuvia teemoja ja näistä jäsentää käsitteellisiä kokonaisuuksia. (Saaranen-Kauppinen – Puusniekka 2006.)

## 5 Tulokset

### 5.1 Sairaanhoidajien EKG-osaaminen

Celin Lain ja Douglas Leen (2010) tutkimus selvitti kardiologien, sairaanhoidajien sekä tietokoneohjelman suorittamien EKG-tulkintojen puutteita. Sairaanhoidajien osalta selvisi, että EKG:n tulkinnassa puutteita ja kehitettävää on seuraavilla osa-alueilla: 1. eteisvärinän tai eteislepatuksen tunnistaminen tahdistetusta rytmistä. 2. Lateraalisten ja anterioristen ST-laskujen tunnistaminen haarakatkoksen läsnäollessa. 3. Merkittävien Q-aaltojen tunnistaminen tietyssä kytkentäryhmässä silloin, kun Q-aaltoja oli kaikissa kytkentäryhmissä.

Useat EKG-monitoroinnista vastuussa olevat sairaanhoidajat eivät olleet tietoisia näyttöön perustuvista ST-välin tarkkailun suosituksista, eivätkä osanneet asianmukaisesti kiinnittää ST-välin tarkkailuun tarvittavia rintakytkentöjä. Tämän vuoksi sydän oli ehtinyt kärsiä hapenpuutteesta ja hoidon aloittaminen oli viivästynyt. (Chronister 2014).

Brooks, Kanyok, O'Rourke ja Albert (2016) tutkivat, kuinka hyvin sairaanhoidajat olivat kyenneet ylläpitämään EKG:n mittaus- ja tulkintataitoja kaksipäiväisen koulutuksen päätyttyä. Opiskelijoiden taitoja mitattiin kolme ja kahdeksan viikkoa, sekä vuosi kurssin jälkeen. Tutkimuksessa todettiin, että sairaanhoidajat olivat itse melko luottavaisia omiin taitoihinsa vielä kahdeksan viikon kuluttua kurssista, vaikka todellisuudessa heidän pisteensä testissä laskivat. Brooks ym. (2016) toteavat, että sairaanhoidajalle on tärkeää järjestää osaamisen arviointi ja EKG-mittauksen sekä tulkinnan kertaus työn ohessa taitojen ylläpitämiseksi.

Nickasch, Marnocha, Grebe, Scheelk ja Kuehl (2016) käsittelivät tutkimuksessaan sairaanhoidajien EKG-tulkintaa sekä toimintaa tulkintojen perusteella. Tutkimuksessa selvisi, että sairaanhoidajat, jotka harvemmin hoitivat monitorivalvontaa tarvitsevaa potilasta, kokivat olevansa epävarmoja ja hämmentyneitä EKG-käyristä ja siitä, miten tulkintojen perusteella tulisi toimia. Osaamisen ylläpitämiseksi suositeltiin säännöllistä verkkooppimista ja potilastapausharjoituksia. (Nickasch ym. 2016). Vaikka sairaanhoidajille tarjottiin koulutusta muun muassa QT-ajan seurannassa, tulkintavirheiden määrät olivat edelleen suuria. (Pickham – Shinn – Chan – Funk – Drew 2012).



Peace, Ramsewak, Cairns, Finlay, Guldenring, Clifford ja Bond (2015) tutkivat lääkäreiden ja hoitajien EKG-tulkinnan osaamista 12-kytkentäisistä EKG-nauhoista. Tutkimus toteutettiin käyttämällä vastauslaitteina näppäinpaneeleita ja tarjoamalla jokaiseen 18 EKG nauhaan neljä vaihtoehtoista vastausta. Vastaajan tehtävänä oli poimia oikea vastaus näkemänsä perusteella. Vaikka hoitohenkilökunta diagnosoi esitetyt tapaukset heikoimmin (n. 29 % oikein), olivat he etevämpiä tunnistamaan haarakatkoksia EKG-nauhoista. (Peace ym. 2015: 997.) Tutkijat totesivat, että diagnostinen osuvuus oli heikokkoa kaikissa vastaajaryhmissä, mikä alleviivaa lisäkoulutuksen tarvetta.

## 5.2 EKG-koulutuksen pedagogiset ratkaisut

Zeng ym. (2015) selvittivät tutkimuksessaan koulutuksessa käytettävän EKG-tulkintatavan vaikutusta oppimistuloksiin. Tutkijat jakoivat opiskelijat kahteen ryhmään, joista toinen opiskeli perinteisellä, ns. sairauslähtöisellä menetelmällä, ja toinen taas EKG-käyrän systemaattiseen tulkintaan perustuvalla menetelmällä. Sairauslähtöisellä menetelmällä tutkijat tarkoittivat opetuksen perustumista poikkeavien EKG-käyrien ulkoa opetteluun (esim. eteisvärinä, kammiotakyardia, haarakatkos jne.) Systemaattinen tulkintatapa taas ottaa tutkijoiden mukaan lähtökohtansa EKG-käyrän ominaisuuksista, ja siinä edetään seuraavan listan mukaisesti:

1. Syketaajuus (60-100 kertaa minuutissa)
2. Rytmien säännöllisyys
3. P-aallon esiintyminen ja muoto
4. PR-aika (0,12–0,20 sekuntia)
5. QRS-kompleksi (pidentyminen, korkeus, akseli)
6. ST-väli (nousu tai lasku)
7. T-aalto (terävä, litteä, kääntynyt)
8. Muut (elektrolyyttien tai lääkkeiden aiheuttamat poikkeamat, U-aallot)

Systemaattista tulkintatapaa opiskelleet saavuttivat loppukokeessa paremmat tulokset niin tulkinta-ajassa, kuin tulkinnan osuvuudessa, vertailtuna viiden kokeneen kardiologin laatimiin standardivastauksiin. Systemaattisen tulkintatavan eduksi mainittiin, että sen soveltaminen ei edellytä sydänsairauksien aiempaa tuntemusta. Tutkijat esittelevät myös opiskelijoiden luovuutta ja mielikuvitusta inspiroivia vertauskuvia avuksi EKG-käyrän ominaisuuksien oppimiseen. (Zeng ym. 2015.)

Raupach, Harendza, Anders, Schuelper ja Brown (2015) tutkivat opetustavan, loppukokeen ja opiskelijan motivaation vaikutusta taitojen ylläpidossa. Opetusmenetelmästä riippumatta ainoastaan loppukokeella (summatiivinen arviointi) oli myönteinen vaikutus oppimistuloksiin.

Mahler, Wolcott, Swoboda, Wang ja Arnold (2011) vertasivat tutkimuksessaan kolmea yleistä EKG:n opetuksessa käytettävää opetustapaa keskenään. Vertailtavat opetusmuodot olivat työpajat, luennot ja kirjoihin perustuva itseopiskelu. Tutkimuksissa havaittiin, että kirjoihin nojaava itseopiskelu tuotti heikompia oppimistuloksia verrattuna luentoisiin ja työpajoihin.

Raupach, Hanneforth, Anders, Pukrop, ten Cate ja Harendza (2010) vertasivat tutkimuksessaan luentotyypin opetuksen ja pienryhmissä tapahtuvaa lähiopetuksen vaikutusta EKG-tulkintataitoihin. Tutkimuksessa havaittiin, että arviointimenetelmän vaikutus oppimistuloksiin oli merkittävästi suurempi kuin opetusmenetelmän vaikutus. Summatiivinen koe kannusti jälleen parhaisiin tuloksiin.

Jang, Hwang, Park, Kim ja Kim (2005) vertasivat tutkimuksessaan verkko-oppimisen ja perinteisen luokkaopetuksen eroja EKG-koulutuksen välineenä. Verkko-oppiminen tuotti luentoja parempia tuloksia opiskelijoiden EKG-tulkinnassa, kun taas luento-opiskelijat tunsivat EKG:n teoretiset tiedot verkko-opiskelijoita paremmin. Verkko-oppiminen näyttäisi olevan tehokkaampi menetelmä tiettyjen aihealueiden opetuksessa, häviten luento-opetukselle tietyillä aihealueilla.

Alinier, Gordon, Harwood ja Hunt (2005) kartoittivat tutkimuksessaan erilaisia tapoja opiskella EKG:n ottamista ja totesivat, että perinteiset EKG:n opiskelumethodit kaipaavat entistä enemmän rinnalleen uudenlaisia tapoja opetella EKG:n ottamista. Tutkimuksessa todettiin, etteivät opetuskäytössä olevat opetusnuket vastanneet nykyaikaisia tarpeita. Elektrodiin oikealla asettelulla on ratkaiseva merkitys siihen, millaista käyrää mittaukselta syntyy. Tutkimuksessa tultiin johtopäätökseen, että opetuksessa olisi hyvä saada välitöntä palautetta mm. virheellisesti asennetuista elektrodeista, jotta virheellinen elektrodien sijoittelu ja sen vaikutukset EKG:hen olisivat paremmin havainnollistettavissa ja sitä kautta helpompia ymmärtää. Myös harjoitusnuket todettiin anatomisesti epärealistisiksi. Ne ovat hoikkia mieshenkilöitä, kun tosi asiassa potilaat ovat usein obeeseja ja mahdollisesti rintavia. Tällöin elektrodien asettelu on vaikeampaa.

Nickasch, Marnocha, Grebe, Scheelk ja Kuehl (2016) selvittivät tutkimuksessaan sairaanhoitajien näkemyksiä omista EKG-taidoistaan ja lisäkoulutuksen tarpeestaan. Tutkimuksen mukaan tottumattomuus monitoripotilaan hoidossa aiheuttaa epävarmuutta. Osaamisen ylläpitämiseksi suositellaan säännöllistä verkko-oppimista ja potilastapaus-harjoituksia.

Julie MacInnes (2014) tarkastelee asiantuntija-artikkelissaan EKG-tulkinnan koulutusmenetelmiä. Hänen mukaansa sairaanhoitajilla oli puutteita EKG:n otossa ja tulkinnassa. (MacInnes 2014: 422). Artikkelissa todetaan, että kliiniseen kontekstiin sidottu ongelmanratkaisukyky on tärkeää, sillä sydänfilmi voi tuottaa virheellisiä tuloksia, mikäli sitä arvioidaan irrallaan potilaan kokonaisvaltaisesta tutkimuksesta. EKG:n systemaattiseen tulkintaan on olemassa useita menetelmiä. Menetelmän valinta on tietysti määrin riippuvainen niin kouluttajan, kuin opiskelijankin mieltymyksistä. Molempien mieltymysten huomiointi voi olla arvokasta, vaikkakin menetelmiä on myös aiheellista arvioida niiden tarkkuuden ja käyttönopeuden perusteella. Artikkelissa korostetaan osaamisen arvioinnin tärkeyttä itseluottamuksen ja todellisen osaamisen välillä mahdollisesti vallitsevan epäsuhtan välttämiseksi. Artikkelissa todettiin myös, että EKG-tulkintataidolla on taipumus heikentyä ajan saatossa. Heikkeneminen todennäköisesti nopeutuu, mikäli taitoja ei säännöllisesti harjoiteta. (MacInnes 2014.)

### 5.3 Digitaalinen media EKG-opiskelun välineenä

Zeng ym. (2015) toteavat tutkimusraportissaan, että multimedian hyödyntäminen sekä EKG-raporttien lukeminen ja analysointi potilastapauksiin yhdistettynä, herättää asteittain koulutettavien mielenkiintoa EKG:n opiskelua kohtaan. Tämä muuttaa oppimista ja ymmärryksen kehittymistä passiivisesta aktiiviseen suuntaan, ja parantaa koulutettavien kykyä hallita EKG:n perusteellinen tulkinta ja tiedon soveltaminen hoitopäätöksiin. (Zeng ym. 2015: 103.)

Jo valmistuneen sairaanhoitajan koulutus työelämässä tapahtuu usein luentosaleissa. Esivalmisteluissa organisaatio joutuu huomioimaan sopivan luokkatilan hankkimisen, tarpeellisen audiovisuaalisen laitteiston varmistamisen, kurssin mainostamisen sekä opettajan varaamisen. Koulutustilaisuuden järjestäminen on hyvin aikaa vievää. Oppituntien laajuus ja järjestämismahdollisuudet vaihtelevat hyvin paljon. Usein tällaiset kurssit ovat suunnattu paikallisesti kunkin klinikan tarpeisiin. Lisähaasteita oppimiseen tuo se, että joskus sairaanhoitaja on jouduttu kutsumaan tunnilta osastolle töihin henki-

löstöpuutosten tai potilaiden hoitoisuuden takia, jolloin opiskelu jää kesken. (Rajpaul – Acton 2015: 6.)

Tietokonepohjaisia opiskelumenetelmiä käytettäessä oppimateriaalit ovat suuren hoitamäärän saatavilla. Näin hoitajilla on ollut mahdollisuus opiskella työn lomassa, kun siihen on ollut aikaa, ja mikäli heillä on ollut tietokone käytettävissään. Tämä voi olla haasteena joillakin osastoilla, sillä tietokoneita on harvoin saatavilla muuhun kuin hoitotyön kirjaamiseen ja työn tekemiseen. (Rajpaul – Acton 2015: 6.)

Perinteisessä luentokoulutuksessa on rajoitteensa. Haasteita tuovat luentojen kesto ja vähäinen määrä, pula pätevistä opettajista, opettajien suuri työmäärä ja suuret ryhmäkoot. Voidakseen jatkaa opiskelua itsenäisesti, oppijalla on oltava vankka tietopohja ja käsitys EKG:n perusteista. Simulaatioilla ja sovellusavusteisella koulutuksella on mahdollista johdattaa opiskelijaa kehittämään EKG-ymmärrystään taitojen karttuessa asteittain. (Lak ym. 2013: 178.) Digitaaliset oppimiskäsitteet voivat helpottaa opinnoissa edistymistä ja auttaa parempien oppimistulosten saavuttamisessa, sillä opittavien asioiden syy-seuraussuhde muuttuu selkeämmäksi sovellusten avulla. (Lak ym. 2013: 174.)

Innovatiiviset teknologiat, kuten kolmiulotteiset puhelinsovellukset, tarjoavat välittömän vuorovaikutteisen sisällön sekä EKG:n tulkinnan opiskelumahdollisuuksia älypuhelinta käyttämällä (Holthaus – Wright 2017: 152). 3D-sovellusteknologia lisää opiskelijan sitoutumista tarjoamalla rikkaamman oppimiskokemuksen äänen, videon, multimedia-toimintojen, interaktiivisuuden, Internet-materiaalien sekä 3D-grafiikan kautta. (Holthaus ym. 2017: 152.) Lisäksi virtuaaliopiskelu voi tarjota joustavia opiskelumahdollisuuksia opiskelijoille ja mukautua opiskelijoiden erilaisiin oppimistyyliin (Jang ym. 2005: 35.)

EKG-elektrodien asettaminen ja EKG:n ottaminen ovat ihanteellisia koulutusaiheita siirryttäessä perinteisestä opetusmenetelmästä ensisijaisesti virtuaaliseen simulaatioympäristöön. Paikkavirhe EKG-elektrodin asettelussa voi saada aikaan muutoksen EKG-käyrään ja näin johtaa virhediagnoosiin. (Jeffries – Woolf – Linde 2003: 70.)

Jeffries, Woolf ja Linde (2003) toteuttivat tutkimuksen, jossa kahdelle eri opiskelijaryhmälle opetettiin 12-kytkentäisen EKG:n ottoa ja tulkitsemista eri tavoilla. Tutkimuksessa vertailtiin perinteistä opetusmallia, johon sisältyi itseopiskelua, luentoja ja laboratorio-

harjoittelua virtuaalisessa oppimisympäristössä, jonka jokainen opiskelija sai CD-ROM-levyllä. Virtuaalisessa oppimisympäristössä oli harjoitteluosuus sekä itseopiskelumoduuli. Ryhmien tulokset eivät poikenneet kurssin alkutentissä toisistaan. Opetusjakson jälkeen molempien ryhmien osaamista testattiin oikealla potilassimulaatiolla ja EKG-laitteen käytöllä. Jeffriesin ym (2003) mukaan molempien ryhmien pisteet kasvoivat huomattavasti lopputestissä, mutta pistemäärissä ryhmien välillä ei ollut eroavaisuuksia. Molemmat ryhmät myös suoriutuivat 12-kytkentäisen EKG:n ottamisesta yhtä hyvin. Tutkimuksessa ei voitu osoittaa, että tietokonesovelluksen käyttäminen olisi tuottanut parempia oppimistuloksia. Virtuaalista opiskeluympäristöä käyttäneet erottuivat verrokkiryhmästä potilasohjauksessa, sillä sitä käsiteltiin systemaattisesti virtuaaliympäristössä. Koska virtuaaliympäristöä käyttäneiden opiskelijoiden pisteet olivat saman tasoisia, voidaan päätellä Jeffriesin ym. (2003) mukaan, että virtuaaliympäristön käyttö voi olla oiva ja tehokas vaihtoehto perinteiselle opetukselle, sillä luokkatilojen ja laboratorioden valmistelu vie opettajalta paljon aikaa. Tutkimuksessa esitettiin, että opiskelun tapahtuessa itsenäisesti virtuaaliympäristössä, voi opettajan ajan käyttää edistyneempien asioiden opettamiseen, kuten EKG:n analysoimiseen tai haastavista aiheista keskustelemiseen. Lisäksi virtuaalipohjainen opiskelu on opiskelijalle joustavampaa sekä tarjoaa enemmän vaihtoehtoisia opetustapoja opettajalle. Koska ohjelmassa oli myös erilaisia 12-kanavaisia EKG-nauhoja sattumanvaraisessa järjestyksessä, saivat opiskelijat useita eri mahdollisuuksia harjoittaa tietojaan ja kehittää taitojaan. Virtuaaliopintoryhmän kognitiiviset taidot, tiedonhankintakyky, opiskelutyytyväisyys ja minäpystyvyys olivat vertailukelpoisia perinteisten opiskelumenetelmien kanssa. (Jeffries ym. 2013: 75.) Kurssin lopuksi tehtiin kysely, jossa mitattiin opiskelijan tyytyväisyyttä opiskelumenetelmään. Molempien ryhmien opiskelijat olivat tyytyväisiä opiskelumenetelmiinsä.

Abbey Holthaus ja Vivian Wright (2017) tutkivat 3D-sovelluksen tuomia mahdollisuuksia sairaanhoitajaopiskelijoiden EKG-koulutuksessa. Tutkimukseen osallistuneet opiskelijat jaettiin verrokkiryhmään ja tutkimusryhmään. Oppimista mitattiin teettämällä opiskelijoilla alku- ja loppukokeet. (Holthaus – Wright 2017: 152.) Tutkimuksessa havaittiin, että kaikkien opiskelijoiden pisteet nousivat kurssin lopputentissä, joka tutkijoiden mukaan tarkoitti sitä, että opiskelijat oppivat molemmilla opiskelumenetelmillä. Tutkimuksen tulokset osoittivat tutkijoille, että hoitotyön opettajien ja laitosten olisi hyvä hyödyntää 3D-teknologiaa EKG-koulutuksessa. Holthaus ja Wright painottavat hengenvaarallisten rytmihäiriöiden tunnistamisen tärkeyttä, sillä rytmien nopea tunnistus voi olla hengen pelastava tapahtuma. Tutkimuksen perusteella ehdotetaan suurempaa otantaa, joka toistaisi tutkimuksen useammassa eri ryhmässä, jolloin tutkimustulokset

olisivat yleistettävissä. Tutkimusryhmä ehdottaa tutkimuksen uusimista useampina vuosina, jolloin saadaan tutkimusdataa pidemmältä ajanjaksolta. (Holthaus – Wright 2017: 153.) Tutkimuksen loppupäätelmä on, että 3D-sovelluksen avulla opiskelu ei tuota tilastollisesti parempia oppimistuloksia, mutta löydökset antavat lähtöpisteen jatkotutkimukselle 3D-sovellusten käytöstä EKG:n opiskelussa. Jatkotutkimuksen avulla voidaan vahvistaa 3D-sovellusten hyöty vaihtoehtoisena vuorovaikutteisena opiskelumenetelmänä.

Jang, Hwang, Park, Kim ja Kim (2005) toteuttivat tutkimuksen, jossa vertailtiin Internet-pohjaista opiskelua perinteisiin luentoihin. Opiskelijat jaettiin kahteen eri ryhmään, joista toinen opiskeli verkossa ja toinen perinteisesti luennoilla. Ennen kursseja suoritettiin kaikille lähtötasokokeet. Ryhmillä ei ollut lähtötasossa eroja. Molemmat ryhmät saavuttivat hyviä oppimistuloksia teorian tiedossa sekä EKG:n tulkintataidossa. Oppimista mitattiin kahdella osa-alueella: EKG:n yleisosaaminen ja tulkintataito. Oppimistuloksia vertailtaessa havaittiin, että tutkimusryhmällä oli heikommat EKG-teorian tiedot verrokki-ryhmään verrattuna. Toisaalta ilmeni, että tutkimusryhmällä oli korkeampi pistemäärä EKG-nauhojen tulkinnasta. Kurssin loputtua tehdyssä kyselyssä kävi ilmi, että tietokonepohjainen opiskelu on tarpeellinen ja toivottu lisä opiskelijoille osana hoitotyön opiskelua.

Mary Forfa (2013) kehitti nefrologian osastolla työskenteleville sairaanhoitajille EKG-koulutuksen ja osaamisen arviointimenetelmän, selvitettyään tutkimuksessa nefrologian osastoille tulleiden sydänsairaiden potilaiden määrää ja kuolleisuutta. Forfa huomasi, että sairaanhoitajien EKG-tuntemus ei ollut riittävä potilaan voinnin muutoksen nopeaan interventioon. Forfa loi verkossa olevan rytmihäiriöiden tunnistamisen oppimiskokonaisuuden, joka sisälsi verenkiertoelimistön, sydämen toimintaperiaatteet, EKG:ssä esiintyvien aaltojen selitykset ja erityispiirteet, tapoja tulkita EKG-nauhaa sekä rytmihäiriöiden tunnistamisen. Jokainen sairaanhoitaja opiskeli nämä aiheet itsenäisesti. Heillä oli mahdollisuus päästä materiaaliin käsiksi myös etäyhteydellä. Kahden viikon opiskelun jälkeen he suorittivat kokeen rytmien tunnistamisesta käyttäen opetusvälineenä Lifepak-monitori-defibrillaattoria. Kurssin jälkeen 21:stä sen suorittaneesta hoitajasta neljä saavutti pätevän tason rytmintunnistuksessa. Kurssi oli mahdollista suorittaa uudelleen seuraavana vuonna, jolloin kuusi hoitajaa saavutti pätevän tason. Kaiken kaikkiaan tutkimuksessa huomattiin, että kurssin kertaushetki edisti merkittävästi hoitajien rytmintunnistuskykyä.

Costanzo, Ehrhardt ja Gormley (2013) loivat yhteistyössä Cincinnatin yliopiston kanssa EKG:n opiskelua varten kurssin, joka yhdisti verkkoympäristön sekä perinteisen luokkaopetuksen. Kurssi oli suunnattu työntekijöille, joilla ei ollut aikaisempaa EKG-osaamista. Kurssille annettiin kaksi tavoitetta:

- 1) kohdata opiskelijoiden oppimistarpeet
- 2) tarjota laadukasta opetusta.

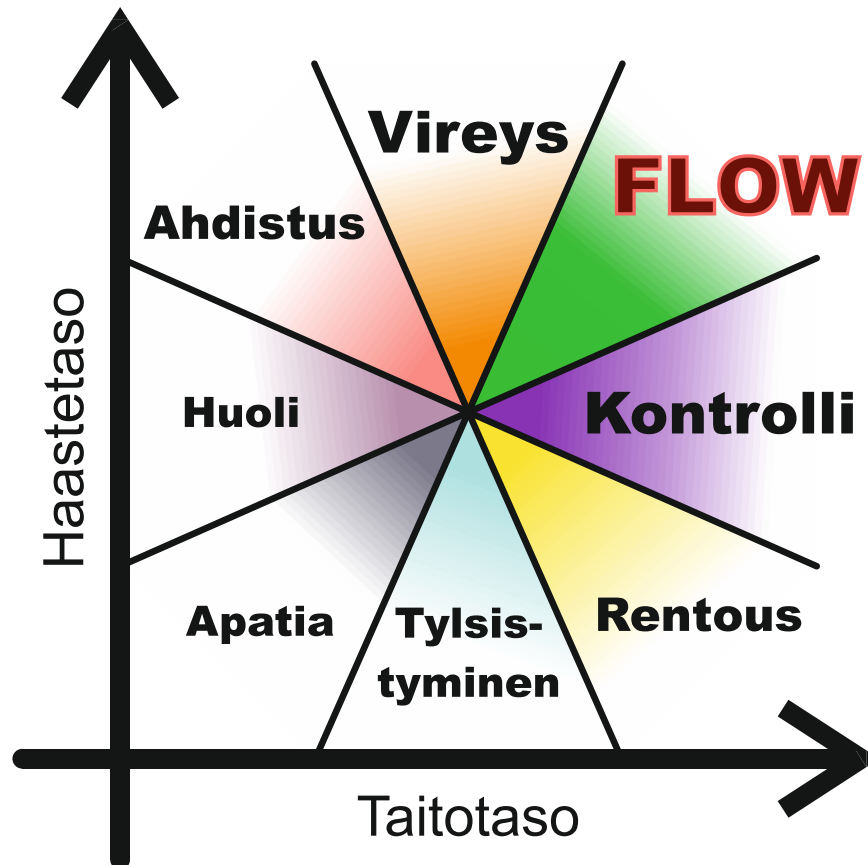
Opetusta varten luotiin *flipped classroom* -opetusmetodi. Toteutuksessa luokassa tapahtunut opetus seurasi verkko-opetusta, jossa opiskelija oli saanut tutustua aiheeseen itsenäisesti ennen tunnille saapumista. Oppituntien tarkoituksena oli kerrata itseopiskeltua sekä käydä läpi oppimisen ongelmakohtia. Costanzon ym. (2013) mukaan tällä tavalla oppitunnista tuli paikka, jossa pystyi käymään läpi oppimisen ongelmakohtia ja jossa hoitajat laajensivat omaa ymmärrystään ja osaamistaan opettajien ja muiden opiskelijoiden tukemina. Koulutukseen kuului kotitehtäviä, rytmintunnistusta, eri rytmien eroavaisuuksien selittämistä ja rytmien piirtämistä paperille. Opiskelija osallistui myös neljän tunnin monitorointiharjoitteluun. Lisäksi opiskelija sai työaikana harjoitella neljä tuntia rytmintunnistusta. Hoitajalla oli mahdollisuus uusaa kurssi, mikäli ei päässyt koikeesta läpi ensimmäisellä kerralla. Sairaalassa huomattiin, että EKG-kurssi oli niin tehokas ja onnistunut, että 99 % hoitajista suoritti kurssin. Uudet hoitajat saatiin tällä tavalla nopeammin perehdytettyä, mikä toi sairaalalle huomattavia säästöjä. (Costanzo ym. 2013: 307.)

Uusimmissa tutkimuksissa ei huomioitu opiskelijoiden tietoteknisen osaamisen vaikutuksia digioppimisen tuloksiin. Jang ym. (2005) ja Jeffries ym. (2003) mainitsevat laitteistojen olleen opiskelijoille ennestään tuttuja.

### 5.3.1 Flow-teoria

Flow-teoria sai alkunsa yhdysvaltalaisen psykologin Mihaly Csikszentmihalyin mielenkiinnosta tutkia ihmisten onnellisuuden kokemusta silloin kun heidän tietoisuutensa, kokemus itsestä, on täydellisessä harmoniassa toimintaan, jota he sinä hetkellä tekevät – toimintaan, jonka motivaationa ovat sisäiset voiton ja onnen tunteet ulkopuolisen palkitsemisen sijasta. (Csikszentmihalyi 2000.) Haastatellessaan mm shakin pelaajia, tanssijoita ja vuorikiipeilijöitä Csikszentmihalyi huomasi, että sana 'flow' (Kuvio 5) esiintyi usein haastateltavien kuvaillessa olotilaa, jossa he tekivät täydellisen suorituksen

(Csikszentmihalyi 2000). Flow on sitä, millaiseksi ihmiset kuvaavat mielentilaansa toimiessaan asian itsensä vuoksi tietoisuuden ollessa sopusoinnussa ja järjestyksessä. Tarkkaavaisuuden voi vapaasti kohdistaa tavoitteiden saavuttamiseksi ja virta ikään kuin kuljettaa ihmistä eteenpäin. (Valkama 2008.)



Kuvio 5. Flow kuvattuna eräänlaista emotiomallia käyttäen (Mäkelä 2017).

Viimeisten kymmenen vuoden aikana flow-teoriaa on sovellettu eri tieteenaloilla, erityisesti teknologian ja oppimisen välistä yhteyttä tutkittaessa. Namin Shinin (2006: 705) tutkimuksen tulokset osoittivat, että opiskelijoiden käsitys omasta taitotasostaan ja tehtävän haastavuudesta ovat flow:n tasoa määrittäviä tekijöitä. Flow:lla taas on merkittävä yhteys opiskelutyytyväisyyteen. Yksilölliset eroavaisuudet, kuten sukupuoli ja selkeän tavoitteen omaaminen, voivat luoda huomattavan eron flow:n määrään virtuaalisella kursilla.



### 5.3.2 Pelillistäminen

Pelipohjaisia opiskelumenetelmiä on ollut käytössä jo yli kymmenen vuoden ajan hoitotyön opetuksessa, jotta opiskelun paino saataisiin passiivisesta kuuntelemisesta enemmän opiskelijaa aktivoivaksi sekä kriittistä ajattelua kannustavaksi (Kientz – Brahm 2016: 265). Hyvin suunnitelluilla ja tarkoituksenmukaisilla virtuaaliympäristöillä sekä pelisovelluksilla on mahdollisuus edistää sairaanhoitajan oppimista ja kehittää tämän tietämystä sekä tiedonhankintataitoja (Johnston – Boyle – MacArthur – Fernandez-Manion 2013: 38).

Pelisovellus oppimisvälineenä on onnistunut silloin, kun se opettaa ratkaisemaan moniulotteisia ongelmia. Pelit luonnollisesti alkavat helpommasta ja päättyvät vaikeampaan taitojen ja vaatimustason noustessa. Pelaajat ovat täten motivoituneita oppimaan, koska oppiminen on yhteydessä pelissä etenemiseen ja menestymiseen, joka tapahtuu, kun pelataan aikaisemmin opittua nykyiseen ongelmaan ja sovelletaan tietoa. (Hamari ym. 2016: 170.) Cameron ja Dwyer (2005) totevat, että pelaamisen kautta oppija voi kohdata ongelmakohtiaan ja päästä niistä yli turvallisesti (Johnston ym. 2013: 35 mukaan).

Monet ajattelevat online-pelien olevan hauskoja, mukaansatempaavia ja nautittavia. Verkko-oppiminen ei nauti samanlaista suosiota. Itse asiassa, muutamat vakavat e-oppimisen tutkijat ovat kehittämässä innostumisesta peliparadigmaa (gaming paradigm), koska on hyvin haastavaa ylläpitää motivaatiota verkko-oppimiseen, toiminnan kiehtovuus säilyttäen. (Shin 2006: 705).

## 6 Johtopäätökset ja pohdinta

### 6.1 Tulosten tarkastelu

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli, minkälaista sairaanhoitajien EKG-osaaminen on. Lähdeaineistosta nousi esiin EKG-tulkintataitojen nopea heikkeneminen käytön puutteessa (Brooks ym. 2016; MacInnes 2014). Tämä alleviivaa säännöllisen harjoittelun tarvetta, etenkin henkilökunnalla, joka kohtaa monitoripotilaita harvemmin (Nickasch ym. 2016). Nickasch ym. (2016) suosittelevat potilastapausharjoituksia ja verkko-

oppimista osaamisen ylläpitämiseksi. Sairaanhoidajien EKG-osaamistasoa arvioivissa tutkimuksissa tulokset olivat heikkoja tai välttäviä (Pickham ym. 2012; Chronister 2014; Peace ym. 2015). Sairaanhoidajien EKG-taidoissa ilmeni erityisiä puutteita elektrodien sijoittelussa (Alinier ym. 2006), ST-välin muutosten tarkkailussa (Chronister 2014) ja QT-ajan seurannassa (Pickham ym. 2012). Celia Lai ja Douglas Lee (2010) nostavat esiin osaamishaasteina eteisvärinän tunnistamisen tahdistetusta rytmistä, haarakatkoksen yhteydessä esiintyvän ST-laskun tunnistamisen, sekä merkittävien Q-aaltojen tunnistamisen niiden esiintyessä kaikissa kytkentäryhmissä.

Toisena tutkimuskysymyksenä oli, minkälaiset pedagogiset ratkaisut soveltuvat EKG-koulutukseen. Tutkimuslähteissä eri opetusmenetelmien väliset erot oppimistuloksissa olivat pieniä tai merkityksettömiä. Vahvin yhteys oppimistulosten paranemiseen oli opintokokonaisuuden loppukokeeseen perustuvalla arvioinnilla. (Raupach ym. 2015; Raupach ym. 2010.) Arviointi paljastaa mahdollisen itseluottamuksen ja osaamisen välisen epäsuhtaan (MacInnes 2014). Toisaalta, itseopiskelu vailla minkäänlaista ohjausta tuotti verraten huonoja oppimistuloksia (Mahler ym. 2011). Tämä nostaa esiin mielenkiintoisen kysymyksen koulutussovelluksen roolista opiskelun ohjauksessa. Voiko tietotekninen laite esim. valita opiskelijalle tarjottavia harjoituksia tämän osaamistasoon mukaan? Shin:n (2006) mukaan haastetason sovittaminen osaamistasoon on oppimisen kannalta edullista.

Tulkintatavan valinnalla on merkitystä oppimistuloksiin. Kaavamainen, listan mukainen lähestyminen tulkintaan (tiheys, säännöllisyys, P-aallot jne.) tuotti sairauslähtöistä, ulkoa opetteluun perustuvaa koulutusta (eteisvärinä, kammiotakykardia, haarakatkos jne.) parempia oppimistuloksia niin tulkintanopeudessa kuin -tarkkuudessa. (Zeng ym. 2015.) Tulkinta tulisi aina suorittaa sidottuna kliiniseen viitekehyykseen (MacInnes 2014).

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli, miten digitaaliset oppimisalustat soveltuvat EKG-koulutukseen. Jeffries ym. (2003) toteavat, että hoitotyön opetuksen olisi omaksettava uusia koulutusmenetelmiä opetuksen kehittämiseksi. Tähän tarpeeseen digitaaliset oppimisalustat sopivat hyvin; innovatiiviset teknologiat kuten älypuhelinsovellukset, tarjoavat opiskelijalle välittömän sisällön ja rikkaamman oppimiskokemuksen sekä mukautuvat paremmin yksittäisen opiskelijan tarpeisiin. (Holthaus ym. 2017: 152; Jang ym. 2005: 35.) Digitalustan grafiikka- ja animaatio-ominaisuudet voi tarjota mahdollisuuden innoittaa oppijan mielikuvitusta ja luovuutta selittämällä haastavia aiheita

vertauskuvien kautta (Zeng ym. 2015.) Digitaalisen oppimisolustan eduksi mainittiin myös se, että ne eivät sido opiskelijaa yhteen paikkaan, vaan ovat helposti saatavilla paikasta ja ympäristöstä riippumatta (Rajpaul – Acton 2015: 6; Forfa 2013). Tulosten mukaan digitaaliset oppimisolustat ovat hyödyksi (Zeng ym. 2015), mutta eivät välttämättä edesauta opiskelijoiden akateemista menestystä. Costanzo ym. (2013) toteavat tutkimuksessaan kuitenkin, että EKG-opetuksen siirryttyä osittain verkkoalustalle, hoitajien koulutus on ollut tuloksekkaampaa ja nopeampaa. Digitaalinen oppimisolusta voi soveltua paremmin tulkintataidon, kuin teorian tiedon koulutukseen (Jang ym. 2005).

Neljäntenä tutkimuskysymyksenä oli, minkälaista EKG-koulutuksessa hyödynnettävää tietoa oppimisteorian ala tarjoaa. Tutkimustiedon mukaan ns. flow ohjaa oppijan tarkkaavaisuuden ja motivaation suuntaamista, ei niinkään ulkoista palkintoa, vaan sisäistä voitontunnetta kohden (Csikzentmihalyi 2000). Yllä viitatus tutkimustiedon oppimisen biologinen mekanismi tukee ajatusta toistuvan kertauksen hyödyllisyydestä taitojen ylläpitämiseksi (Ahtola 2016).

Tulosten mukaan oppimisvälineenä digitaalinen sovellus on hyvä silloin, kun se opettaa opiskelijalle ongelmanratkaisutaitoja käyttäen hyväksi aiemmin opittua tietoa uuden ongelman ratkaisussa. (Johnston ym. 2013; Hamari ym. 2016.)

## 6.2 Luotettavuus ja eettisyys

### 6.2.1 Menetelmävalinta

Menetelmäksi valittu kirjallisuuskatsauksen erityistyyppi *järjestelmällinen haku ja katsaus* mahdollisti laajan aineiston käsittelyn käytettävissä olevan ajan puitteissa, sillä se ei vaadi aivan yhtä tiukkaa analyttistä täsmällisyyttä, kuin systemaattinen kirjallisuuskatsaus. *Järjestelmällinen haku ja katsaus* koettiin AMK-opinnäytetyön tavoitteisiin ja vaatimustasoon sopivaksi menetelmäksi. Se mahdollistaa laajat tutkimuskysymykset ja lisää todennäköisyyttä, että työstä jäsenyisi työelämän hyödynnettävissä olevia tuloksia. Tekijät tiedostivat myös, että väljempi menetelmä on alttiimpi tulosten subjektiiviselle väritymiselle. (Stolt ym. 2016: 14-15.)

### 6.2.2 Analyttinen täsmällisyys

Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaku suoritettiin melko perusteellisesti. Hakuja suoritettiin työn ydinalueelta eri asiasana- ja hakusanakombinaatioilla niin pitkään, kunnes samat tulokset alkoivat toistua hauissa. Tiedonhaku kohdistui pääasiassa CINAHL-tietokantaan. Muihin tietokantoihin suunnatut haut samoilla termeillä palauttivat pääosin samoja tuloksia kuin CINAHL-tietokanta. Aineiston poissulkuun ei muodostettu formaaleja kriteerejä, vaan mukaan pyrittiin ottamaan kaikki tutkimuskysymyksiä sivuavat lähteet, oli niiden sanoma opinnäytetyötä motivoivan hankeidean kannalta sitten myönteinen tai kielteinen. Tiedonhakuprosessi dokumentoitiin siten, että se on suurimmilta osin toistettavissa (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2013: 202).

Systemaattisen aineistohaun ja analyysin jälkeen tavoite syvällistä ymmärrystä tuottavien EKG-tulkinnan koulutusratkaisujen löytymisestä oli täyttymättä, sillä hoitoalan tietokannoista ei ollut löytynyt vertailevaa tutkimustietoa EKG-tulkinnan koulutuksen varsinaisen sisällön vaikutuksista oppimistuloksiin. Puutetta paikattiin manuaalisella tiedonhauilla jälkeinpäin. Havaittiin, että tutkimustietoa aiheesta on olemassa, vaikkakaan sitä ei ole luetteloitu hoitoalan tietokannoissa. Tämä paljasti puutteen suorittamamme systemaattisen haun perusteellisuudessa.

Aineiston analysointiin valittiin aineistolähtöinen eli induktiivinen lähestymistapa, koska tekijät halusivat lähteä liikkeelle ”puhtaalta pöydältä” ilman deduktiiviseen tai abduktiiviseen analyysiin sisältyviä premisejä. Analyysi toteutettiin taulukoimalla kaikki kirjallisuuskatsauksessa käytetyt lähteet työn kannalta merkittävine tuloksineen. Ryhmittelemällä analyysitaulukko tutkimuskysymysten mukaan (kuudesta seitsemään lähdeä tutkimuskysymystä kohti) päästiin havainnoimaan aineistossa esiintyneitä teemoja, joista pystyttiin jäsentämään tuloksiksi jalostettavia käsitteellisiä kokonaisuuksia. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2013: 203.) Analyysin teossa hyödynnettiin koko käytettävissä olevaa aineistoa (Leino-Kilpi – Välimäki 2014: 370).

Lähteiden tieteellisen täsmällisyyden ja laadun kriittinen arviointi ei sisälly tämän opinnäytetyön laajuuteen, vaan kaikki tieteellisissä julkaisuissa esiintyvät artikkelit katsotaan tämän työn näkökulmasta auktoriteetilähteiksi.

### 6.2.3 Ennako-oletukset

Tekijät tunnistavat, että innostavan hankkeen motivoidessa työtä, saattaa ennako-oletukseksi muodostua tietotekniikan soveltamisen puoltaminen. Tekijät ovat tietoisesti vältäneet ennako-oletuksen päästämistä ohjaamaan prosessia. Vaikka tekijät eivät voikaan taata työn aukotonta objektiivisuutta, ennako-oletuksen avoin kuvaaminen tässä parantaa prosessin läpinäkyvyyttä. Opinnäytetyö sisältää myös tästä ennako-oletuksesta poikkeavia tuloksia. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2013: 202.)

### 6.2.4 Eettisyys ja hyvä tieteellinen käytäntö

Opinnäytetyön toteutuksessa pyrittiin noudattamaan hyvää tieteellistä käytäntöä. Rehellisyys ja huolellisuus olivat keskeisiä opinnäytetyöprosessia ohjaavia arvoja. Tiedonhankintatavat dokumentoitiin avoimesti ja läpinäkyvästi. Tutkijoiden työ huomioitiin asianmukaisella tavalla, lähdeviitteet sekä lähdeluettelo huolellisesti laatien. Tekijöillä ei ole sidonnaisuuksia. (Varantola – Launis – Helin – Spoof – Jäppinen. 2013: 6.) Ohjaajien ja opponenttien tekemät arvokkaat ehdotukset hyödynnettiin työn toteutusvaiheessa. Työ on tarkistettu automaattisella plagioinnintarkistusjärjestelmällä.

### 6.2.5 Työn tuloksellisuus

Tekijöiden mielestä työ täyttää asetetun tavoitteen hyödynnettävyydestä sovelluskehityshankkeessa. Tekijät tunnistavat EKG-koulutuksessa merkittävimäksi työelämän sovellettavuutta edistäväksi tekijäksi kliinisen viitekehityksen yhteyden opiskeltavaan EKG:hen. Opinnäytetyössä on kuitenkin rajoitteensa. Syvällistä EKG-ymmärrystä tuottavia koulutusratkaisuja tekijät eivät systemaattisen tiedonhaun ja analyysin tulosten perusteella pystyneet yksilöimään. Manuaalisella tiedonhaulla aiheesta löytyi tutkimustietoa (Zeng ym. 2015) jälkikäteen.

## 6.3 Oppimisprosessi ja ammatillinen kasvu

Opinnäytetyöprosessin aikana tekijät oppivat, että perusteellisen tieteellisen toimintatavan noudattamiseen vaadittu ajallinen panostus tulee helposti aliarvioitua. Järjestelmällisestä toiminnasta ja aikataulun suunnittelusta on hyötyä tämän tyyppisen prosessin läpi viemisessä.

Tekijöille karttui huomattava määrä oppikirjatietoa elektrokardiografiasta. Opinnäytetyön aihepiiri ja laajuus vaativat syvällistä perehtymistä EKG:hen. Osalle tekijöistä englanninkieliset lähteet olivat haastavia, mutta lukemisen myötä näiden käyttö muuttui helpommaksi. Oleellisen tiedon löytäminen tutkimuksista oli ajoittain haastavaa, mutta tähänkin auttoi aika ja tekijäkollegoiden kannustus. Tieteen lukutaito karttui huomattavasti opinnäytetyötä tehdessä.

Laaja-alaisen teoriapohjan läpikäyminen herätti innostuksen opiskella asioita laajemminkin, kuin mitä itse opinnäytetyön prosessi vaati. Oppimisteoriaa tarkastellessa heräsi halu perehtyä laajemmin mm. erilaisiin pedagogisiin ratkaisuihin ja mahdollisuuden kehittää edelleen omia opiskelutaitoja.

Neljän tekijän opinnäytetyöprosessi vaati koordinoitua onnistuakseen. Tekijöillä oli toisinaan eriäviä näkemyksiä opinnäytetyön sisällöstä ja rakenteesta. Heidän kollegiaalinen asenteensa mahdollisti erimielisyyksien ratkaisemisen yhteisymmärryksessä.

Ymmärrystä karttui myös kirjallisuuskatsauksesta menetelmänä. Menetelmän avulla on mahdollista koota aihetietämystä useista lähteistä. Se myös paljastaa aihealueet, joilla tutkimuskattavuus on heikko. Tässä opinnäytetyössä onnistuttiin muodostamaan käytökelpoista tietoa kirjallisuuskatsauksen keinoin.

#### 6.4 Toimintaehdotus

Tulosten perusteella EKG-oppimissovelluksen kehityshanke on työryhmän mielestä perusteltu, sillä sairaanhoitajilla on tarve työn lomassa tai kotona suoritettavalle koulutautumiselle. Tietotekninen sovellus on todettu päteväksi koulutusmenetelmäksi, joka tarjoaa kustannussäästöjä ja joustavuutta perinteisiin koulutusmenetelmiin verrattuna. Tässä kappaleessa kuvataan pääpiirteittäinen toimintaehdotus kehityshankkeen toteuttajalle. Toimintaehdotuksessa ei esitellä kaikkia kehitystyössä hyödynnettävissä olevia yksityiskohtia, joita on käsitelty aiemmin tässä opinnäytetyössä.

Sairaanhoitajien EKG-osaaminen on tulosten valossa hyvin heikkoa. Työryhmä ehdottaa sovelluksen pääpainoksi syvällistä ymmärrystä tukevia elektrokardiografian perusasioita. Sairaanhoitajan tärkein taito toimenpiteen toteuttajana on kytkentöjen oikeellinen sijoittelu. Sairaanhoitaja tarvitsee ymmärrystä sydänsähkökäyrän sekä sydämen

anatomian ja fysiologian yhteydestä, jotta hän osaisi pitää arvossa toimenpiteen oikeellista ja huolellista toteuttamista.

EKG-tulkinnan opetusmenetelmäksi työryhmä ehdottaa systemaattisen tulkinnan kautta lähestymistä, kliininen viitekehys jatkuvasti mukana pitäen. Sairauslähtöinen EKG-tulkinnan opiskelu johtaa helposti ulkoa opetteluun, eikä välttämättä yksin tuota riittävän syvällistä ymmärrystä elektrokardiografiasta.

Tulosten perusteella oppijan taitojen summatiivinen arviointi parantaa oppimistuloksia. Työryhmä ehdottaa, että oppimissovellus sisältää koulutuskokonaisuuksien päätteeksi pisteyttäen arvioitavia tehtäväosuuksia. Pisteytys on kytkettävissä pelillisyyteen, mikä voisi lisätä sovelluksen kiinnostavuutta. Tekijät tiedostavat kuitenkin, että järkevä pelimekaniikan kehittäminen ei ole triviaali asia.

Oppijan mielenkiinto ja opiskelun suorituskyky ovat tulosten mukaan parhaimmillaan silloin, kun vaikeusaste skaalautuu oppijan taitotason mukaan. Työryhmä ehdottaa, että oppimissovellus sisältää vaikeusasteiltaan erilaisia kokonaisuuksia eri tasoisia oppijoita varten.

Työryhmä ehdottaa, että sovellus hyödyntää mahdollisuuksien mukaan grafiikkaa ja animaatioita. Tulosten perusteella useiden aistien stimulointi ja eri oppimistyylien huomiointi myötävaikuttavat oppimistuloksiin. Myös oppijan luovuuteen ja mielikuvitukseen vetoaminen edesauttaa tulosten mukaan oppimista. Tähän soveltuvat metaforat, joissa hankala fysiologinen ilmiö kuvataan vertauksena johonkin arkisempaan asiaan. Tästä esimerkkinä johtoratoja pitkin kulkevan sähköisen aktivaation rinnastaminen maantietä pitkin kulkevaan autoon. Sähköisen aktivaation kulku hidastuu sen edetessä johtoratojen ulkopuolella, kuten auton vauhti hidastuu sen kulkiessa tien ulkopuolella maastossa.

## Lähteet

Ahtola, Annarilla. 2016. Psyykinen hyvinvointi ja oppiminen. Juva: PS-kustannus.

Airaksinen, Juhani – Aalto-Setälä, Katriina – Hartikainen, Juha – Huikuri, Heikki – Laine, Mika – Lommi, Jyri – Raatikainen, Pekka – Saraste, Antti (toim.). 2016. Kardiologia. 3., uudistettu painos. Kustannus Oy Duodecim.

Alinier, Guillaume - Gordon, Ray - Harwood, Colin – Hunt, William. 2006. 12-Lead ECG training: The Way Forward. Nurse Education Today. 2006: Vol 26: 87-92.

Brooks, Carol – Kanyok, Nancy – O'Rourke, Colin – Albert, Nancy. 2016. Retention of Baseline Electrocardiographic Knowledge After a Blended-learning Course. American Journal of Critical Care. 2016. Vol 25: 61-67.

Chronister, Connie. 2014. Improving Nurses' Knowledge of Continuous ST-Segment Monitoring. American Association of Critical-Care Nurses. 2014: Vol:25; 2: 104-113.

Costanzo, Amy – Ehrhardt, Barbara, Gormley, Denise. 2013. Changing the Rhythm of Dysrhythmia, Education Through Blended Learning. Journal for Nurses in Professional Development. Vol 29: Nr 6: 305-308.

Csikszentmihalyi, Mihaly. 2000. Beyond Boredom and Anxiety; Experiencing Flow in Work and Play. San Francisco: Jossey-Bass Publications.

Forfa, Mary. 2013. Advancing Nursing Practice in Rhythm Recognition With an E-Learning Educational Program. Nephrology Nursing Journal. 2013 Vol 40; 2: 159-163.

Goldberger, Ary – Goldberger, Zachary – Shvilkin, Alexei. 2013. Goldberger's Clinical Electrocardiography: A Simplified Approach. Elsevier.

Guy, Pat. 2007. Study Skills: A Teaching Programme for Students in Schools and Colleges. SAGE Publications.

Hamari, Juho – Shernoff, David – Rowe, Elizabeth – Coller, Brianno – Asbell-Clarke, Jodi – Edwards, Teon 2016. Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. Computers in Human Behavior 2016, Vol 54: 170-179.

Heikkilä, Juhani – Lommi, Jyri – Mäkijärvi, Markku – Pakarinen, Sami – Parikka, Hannu – Raatikainen, Pekka. 2008. EKG-tulkinnan työkirja. Kustannus oy Duodecim.

Heikkilä, Juhani – Mäkijärvi, Markku. 2003. EKG. Kustannus oy Duodecim.

Heikkilä, Pertti – Rönkkö, Marju. 2006. Opetusmenetelmät opetuksen monipuolistajana. Verkkojulkaisu. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu 8.11.2017.  
<<http://www.oamk.fi/amok/oppimat/LO/Opetusmenetelmat06a/index.html>>

Hessler, Karen. 2017. Flipping the Nursing Classroom: Where Active Learning Meets Technology. Jones & Bartlett Learning.

Holthaus, Abbey - Wright, Vivian. 2017. A 3D App for Teaching Nursing Students ECG Rhythm Interpretation. National League for Nursing. Vol. 38; 3: 152-153.



Häggström, Mikael. 2012. Placement of the precordial leads in electrocardiography. Kuva. Wikimedia Commons.  
<[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Precordial\\_leads\\_in\\_ECG.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Precordial_leads_in_ECG.png)>

Jang, Keum – Hwang, Seon – Park, Soon – Kim, Yoon – Kim, Mi. 2005. Effects of a web-based teaching method on undergraduate nursing students learning of Electrocardiography. *Research Briefs*. 2005. Vol 44; 35-38.

Jeffries, Pamela – Woolf, Shirley – Linde, Beverly. 2003. Technology-based vs. Traditional Instruction: A Comparison of Two Methods for Teaching the Skill of Performing a 12-Lead ECG. *Nursing Education Perspectives*. 2003, March/ April; 70-74.

Johnston, Brian – Boyle, Liz – MacArthur, Ewan – Fernandez-Manion, Baltasar. 2013. The Role of Technology and Digital Gaming in Nurse Education. *Nursing Standard* 2013; Vol 27 no 28: 35-38.

Kankkunen Päivi, Vehviläinen-Julkunen Katri. 2013. *Tutkimus hoitotieteessä*. Helsinki: SanomaPro Oy.

Kientz, Emma – Brahm, Nancy. 2016. The Use of Gaming as a Post-Test Strategy for Diabetes Education Assessment. *Medsurg Nursing*, July-August 2016. Vol. 25/4: 265-269.

Kokkinen, Annemari – Rantanen-Väntsi, Leena – Tuomola, Anita. 2008. *Aikuisen oppijan kirja*. Kirjapaja. Helsinki.

Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Taskinen, Tuomas. 2017. *Ensihoito*. Helsinki: SanomaPro Oy.

Lai, Celia – Lee, Douglas. 2010. Accurate Interpretation of Electrocardiograms by Non-experts: Validation and Identification of Challenges. *Journal of Undergraduate Life Sciences* 2010. Vol 4: 8-10. Toronto, Canada.

Lak, Khadijeh - Zareie, Farzad – Habibzadeh, Hosein – Mohammadpour, Yousef – Rahnemoon, Khadijeh – Zare, Haleh – Zaviyeh, Mohammad. 2013. A Survey on the effect of educational software method of arrhythmias stimulator (sic) on the level of knowledge of electrocardiograms interpretation in nurses. *Iran J Crit Care Nurs*. 2013. Vol 6: 173-180.

Lankinen, Iira. 2013. *Päivystyshoitotyön osaaminen valmistuvien sairaanhoitajaopiskelijoiden arvioimana*. Hoitotieteen laitos. Lääketieteellinen tiedekunta. Turun yliopisto.

Leino-Kilpi, Helena – Välimäki, Maritta. 2014. *Etiikka hoitotyössä*. Helsinki: SanomaPro.

MacInnes, Julie. 2014. ECG Interpretation – Are we getting it right? *British Journal of Cardiac Nursing*. 2014; vol: 9: Nr 9: 422.

Mahler, Simon – Wolcott, Christopher – Swoboda, Thomas – Wang, Hao – Arnold, Thomas. 2011. Techniques for teaching electrocardiogram interpretation: self-directed learning is less effective than a workshop or lecture. *Medical Education* 2011; 45: 347-353.

MOT Kielitoimiston sanakirja. 2017. Kielikone Oy.

MOT Recallmed Moderni lääketieteen sanasto. 1988. Kielikone Oy.

Mäkijärvi, Markku – Harjola, Veli-Pekka – Päivä, Hannu – Valli, Juha – Vaula, Eija. 2016. Akuuttihoito-opas. Kustannus Oy Duodecim.

Nickasch, Bonnie – Marnocha, Suzanne – Grebe, Lisa – Scheelk, Heather – Kuehl, Colette. 2016. 'What Do I Do Next?' Nurses' Confusion and Uncertainty with ECG Monitoring. *Medsurg Nursing*. 2016. Vol 25: No 6: 418-422.

Nilsson, Mikael – Bolinder, Gunilla – Held, Claes – Johansson, Bo-Lennart – Fors, Uno – Östergren, Jan. 2008. Evaluation of a web-based ECG-interpretation programme for undergraduate medical students. *BMC Medical Education*. 2008: 8.

Peace, Aaron – Ramsewak, Adesh – Cairns, Andrew – Finlay, Dewar – Guldenring, Daniel – Clifford, Gari – Bond, Raymond. 2015. Using computerized interactive response technology to assess electrocardiographers and for aggregating diagnoses. *Journal of Electrocardiology* 2015. Vol 48: 995-999. Pohjois-Irlanti.

Phalen, Tim. 2001. EKG ja akuutti sydäninfarkti. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Pickham, David – Shinn, Julie – Chan, Garret – Funk, Marjorie – Drew, Barbara. 2012. Quasi Experimental Study to Improve Nurses' QT-interval Monitoring: Results of QTIP study. *American Journal of Critical Care*, 2012; Vol 21; 3: 195-201.

Rajpaul, Kumal – Acton, Claire. 2015. The use of smart technology to deliver efficient and effective pressure-damage education. *British Journal of Nursing*, 2015; Vol 24; 20: 4-12

Raupach, Tobias – Hanneforth, Natalie – Anders, Sven – Pukrop, Tobias – ten Cate, Olle – Harendza, Sigrid. 2010. Impact of teaching and assessment format on electrocardiogram interpretation skills. *Medical Education*, 2010; 44: 731-740.

Raupach, Tobias – Harendza, Sigrid – Anders, Sven – Schuelper, Nikolai – Brown, Jamie. 2015. How can we improve teaching of ECG interpretation skills? Findings from a prospective randomised trial. *Journal of Electrocardiology*, 2016; Vol 49: 7-12.

Rautajoki, A. 1998. Kliinisten laboratoriotutkimusten näytteenotto-opas hoitohenkilöstölle. Helsinki: Kirjayhtymä Oy.

Rautiainen, Matti. 2016. Tutkimus luo suuntaviivat digiloikalle. Verkkojulkaisu. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 2.11.2017.  
<<https://peda.net/jyu/ruusupuisto/uutisarkisto/2016-1/digiloikka>>

Saaranen-Kauppinen, Anita – Puusniekka, Anna. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Verkkojulkaisu. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 1.11.2017. <<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>>

Sanders, Mick – Lewis, Lawrence – McKenna, Kim – Quick, Gary. 2012. *Mosby's Paramedic Textbook*. Jones & Bartlett Publishers. Neljäs painos.

Sharman, Joanna. 2007. Clinical skills: cardiac rhythm recognition and monitoring. *British Journal of Nursing*, 2007; Vol 16; No 5: 306-311.

Shin, Namin 2006. Online learner's 'flow' experience: an empirical study. *British Journal of Educational Technology*, 2006; Vol 37; No 5: 705-720.

Stolt, Minna – Axelin, Anna – Suhonen, Riitta (toim.) 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopiston hoitotieteen laitoksen julkaisuja sarja A73. Turun yliopisto.

Valkama, Mari. 2008. Flow – Optimaalinen kokemus ja sen yhteys persoonallisuuteen. Psykologian laitos, Tampereen yliopisto.

Valkonen, Maria. 2015. Itsenäistä opiskelua vai yhdessä oppimista? Opiskelijoiden käsityksiä yliopisto-opiskelun arjesta. Kasvatustieteen laitos. Jyväskylän yliopisto.

Varantola, Krista – Launis, Veikko – Helin, Markku – Spoof, Sanna Kaisa – Jäppinen, Sanna (siht.) 2013. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Helsinki.  
<[http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)>

Wagner, Galen – Strauss, David. 2013. *Marriott's Practical Electrocardiography*. Lippincott Williams & Wilkins. 12. painos.

Yli-Villamo, Rami 2008. Potilasturvallisuus päivystyspoliklinikalla sairaanhoitajien kokemaana. Pro gradu -tutkielma. Hoitotieteen laitos. Lääketieteellinen tiedekunta. Tampereen yliopisto.

Zeng, Rui – Yue, Rong-Zeng – Tan, Chun-Yu – Wang, Qin – Kuang, Pu – Tian, Pan-Wen – Zuo, Chuan. 2015. New ideas for teaching electrocardiogram interpretation and improving classroom teaching content. *Advances in Medical Education and Practice*, 2015; 6: 99-104. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4329996/pdf/amep-6-099.pdf>>

## Lähdeaineiston analyysikehys

Tutkimuksen tekijät, tutkimusvuosi ja -paikka	Otsikko	Käsitteitä	Tarkoitus	Aineisto, sen kerääminen ja analyysi	Tämän opinnäytetyön kannalta keskeiset tulokset
Brooks, Kanyok, O'Rourke & Albert 2016, USA	Retention of Baseline Electrocardiographic Knowledge After a Blended-Learning Course	Sulautuva oppiminen (blended learning)	Selvittää sairaanhoitajien EKG-taitojen säilymistä opetusjakson jälkeen.	69 sairaanhoitajalla teetetty itsearviointi ja kirjallinen koe kolmen ja kahdeksan viikon kuluttua opetusjaksosta.	EKG:n mittausta, tulkintaa ja sen perusteella toimimista on syytä kerrata työn ohessa taitojen ylläpitämiseksi.
Forfa, Mary J. 2013, USA	Advancing Nursing Practice in Rhythm Recognition With an E-Learning Educational Program	Kustannussäästöt, e-oppiminen, itseohjautuva oppiminen, rytmintunnistus	Selvittää, kuinka kouluttaa sairaanhoitajille rytmintunnistusta dialyysiyksikön vaativassa ja kiireisessä työympäristössä.	14 sairaanhoitajalle järjestetyt rytmintunnistuksen taitokokeet ennen (2011) ja jälkeen (2012) oppimiskokonaisuuden suorittamisen.	E-oppimisympäristö valittiin kehitys- ja toteuttamiskohteeksi. Oppimisympäristö oli jaettu osioihin, joita oppijat pystyivät suorittamaan työvuorojen rajoissa, paikasta riippumatta. Oppimiskokonaisuuden suoritaneiden sairaanhoitajien taitotasoa parani merkittävästi.
Holthaus & Wright 2017, USA	A 3D App for Teaching Nursing Students ECG Rhythm Interpretation	3D	Selvittää kolmiulotteista grafiikkaa hyödyntävän sovelluksen toimivuus käyttäjän EKG-tietämyksen kehittämisessä.	50 sairaanhoitajaopiskelijaa jaettu 25 opiskelijan kontrolliryhmään ja tutkimusryhmään. 10-kohtainen tentti ennen ja jälkeen opetusjakson.	3D-sovellusta käyttäneen ryhmän koetulokset eivät poikenneet merkittävästi kontrolliryhmän koetuloksista. 3D-tekniikan hyödyntämisestä EKG-tulkinnan opetuksessa tarvitaan lisätutkimusta. Vuorovaikutteisuus ja tekniikan mahdollistamat erilaiset opetusmuodot ovat aiemman tutkimuksen perusteella hyödyllisiä sairaanhoitajien päätöksenteko-oppimisessa.
Pickham, Shinn, Chan, Funk & Drew 2012, USA	Quasi-Experimental Study to Improve Nurses' QT-Interval Monitoring: Results of QTIP Study	QT-aika	Arvioida sairaanhoitajien tietämystä ja kykyä seurata potilaan QT-/QTc-aikaa	480 sairaanhoitajan QT-ajan pituuden valvontaan liittyvä osaaminen testattiin ennen ja jälkeen koulutusjakson.	Sairanhoitajien kyky seurata potilaan QT-aikaa on äärimmäisen heikko. Koulutusjakson jälkeenkin tulkintavirheen määrä oli sietämätön.
Raupach, Harendza, Anders, Schuelper, Brown 2015, Göttingen, Saksa	How can we improve teaching of ECG interpretation skills? Findings from a prospective randomised trial.	Lääketieteellinen koulutus, arviointi, opetus, EKG, unohtaminen, oppiminen	Tutkia eri EKG:n opiskelumenetelmien vaikutusta opiskelijoiden motivaatioon tietotaitojen ylläpidossa.	493 neljännen vuoden lääketieteen opiskelijaa, jotka jaettu 3 eri opiskelumenetelmään. Taitojen ylläpitoa testattiin 2kk opetuksen jälkeen.	Opetusmenetelmästä riippumatta ainoastaan loppukokeella (summatiivinen arviointi) oli myönteinen vaikutus oppimistuloksiin.
Mahler, Wolcott, Swoboda, Wang, Arnold 2011, USA	Techniques for teaching electrocardiogram interpretation: self-directed learning is less effective than a workshop or lecture.	12-kytkentäinen EKG, opettaminen, oppiminen, opetusmetodi, oppimistulokset	Määrittää riittävätkö perinteiset opetusmenetelmät lisätä lääketieteen opiskelijoiden kykyä tulkita EKG:tä oikein.	223 opiskelijaa 3 eri ryhmässä. Opiskelijoiden osaamista mitattiin alku ja lopputenttein.	Kirjoihin nojaava itseopiskelu tuotti heikompia oppimistuloksia verrattuna luentoihin ja työpajoihin. Itsenäisesti opiskelijat olivat saaneet opiskelurungon jota seurata, mutta oppimistulokset riippuivat kunkin opiskelijan käsityksestä omista taidoistaan ja tämän kulloisesta opiskelumuotivaatiosta.

Raupach, Hanneforth, Anders, Pukrop, ten Cate, Harendza 2010, Göttingen, Saksa	Impact of Teaching and Assessment Format on Electrocardiogram Interpretation Skills	EKG-tulkinta, opetusmetodit, vertaisopetus, oppimistulokset	Selvittää, onko pienryhmissä tapahtuva vertaisopetus luentoja tehokkaampi opetustapa. Lisäksi tarkasteltiin arvioitavan vaikutusta oppimistuloksiin.	335 lääketieteen 4. vuoden opiskelijaa jaettiin kahteen pääryhmään opiskelemaan EKG tulkintaa kuuden viikon ajaksi. Ennen ja jälkeen kurssin suoritettiin kokeet opiskelijoiden tason selvittämiseksi.	Arviointimenetelmän vaikutus oppimistuloksiin oli merkittävästi suurempi kuin opetusmenetelmän vaikutus. Summatiivinen koe kannusti jälleen parhaisiin tuloksiin.
Chronister 2014, USA	Improving Nurses' Knowledge of Continuous ST-Segment Monitoring	ST-väli, iskemia	Selvittää, lisääkö sairaanhoitajille suunnattu ekg-koulutus potilaiden oikeanlaista diagnosointia.	32 sairaanhoitajaa kahdessa eri ryhmässä. Osaamista on mitattu koulutuksen sisältämällä alku- ja loppukokeiden tuloksilla.	Useat EKG-valvonnasta vastuussa olevat sairaanhoitajat eivät olleet tietoisia näyttöön perustuvista ST-välin tarkkailun suosituksista, eivätkä osaa asianmukaisesti kiinnittää ST-välin tarkkailuun tarvittavia rintakytkeitä.
Costanzo, Ehrhardt, Gormley. 2013, Cincinnati, USA	Changing the Rhythm of Dysrhythmia Education Through Blended Learning	Sulautuva oppiminen (blended learning), Tietokoneavusteinen oppiminen (Computer Based Training), telemetria	Kehittää vaihtoehtoinen EKG:n opetusmetodi (blended learning).	215 sairaanhoitajaa jotka suorittivat uuden kurssin, seurattiin, kuinka moni läpäisi loppukokeen ensimmäisenä vuotena ja mikä vaikutus oli kurssin uusimisella.	Tietokoneavusteisella oppimisella saavutettiin merkittäviä kustannussäästöjä ja työntekijöiden osaamista saatiin kehitettyä nopeammin.
MacInnes 2014, Iso-Britannia	ECG Interpretation - Are We Getting it Right?	Rytmihäiriö, EKG-opiskelu	Pohtia millä tavoin EKG:n tulkintaa tulee opiskella ja kuinka paljon sitä tarvitsee tehdä	5 kirjoittajan viittaamaa artikkelia.	Asiantuntija-artikkeli EKG-koulutuksen pedagogiikasta.
Jang, Hwang, Park, Kim, Kim 2005, Etelä-Korea	Effects of a Web-Based Teaching Method on Undergraduate Nursing Students' Learning of Electrocardiography	sairaanhoitajaopiskelija, opetusmetodit, vertailu, EKG:n tulkinta, EKG opetus	Selvittää EKG:n verkko-opiskelun mahdollisuuksia ja vertailla opetusmenetelmien tuloksellisuutta sekä mielekkyyttä.	105 sairaanhoitaja opiskelijaa jotka jaettiin kahteen eri ryhmään. Osaamista mitattiin alku ja loppukokein. Opiskelun mielekkyys selvitettiin kyselyllä kurssin jälkeen.	Verkko-oppiminen tuotti luentoja paremman tuloksen opiskelijoiden EKG-tulkinnassa, kun taas luento-opiskelijat tunsivat EKG:n teorian tiedot verkko-opiskelijoita paremmin. Verkko-oppiminen näyttöä olevan tehokkaampi menetelmä tiettyjen aihealueiden opetuksessa.
Alinier, Gordon, Harwood, Hunt 2005, Iso-Britannia	12-Lead ECG training: The way forward	12-kytkentäinen, EKG-monitorointi, opetus	Tutkia erilaisia 12-kytkentäisen EKG:n ottamisen opetusmetodeja.	18 kirjoittajan valitsemaa julkaisua jotka käsittelevät EKG:n ottamista, opiskelua ja tuloksia sekä tulosten vaikutusta EKG:n oikeelliseen tulkintaan.	Painotetaan elektrodien oikean sijoittelun tärkeyttä. Todetaan, että opiskellessa olisi hyvä nähdä elektrodien virheellisen sijoittelun vaikutukset käyrään, jotta ymmärrettäisiin, miksi oikea sijoittelu on tärkeää. Huomioidaan, että harjoittelunuket useimmiten muistuttavat hoikkia mieshenkilöitä. Elektrodien sijoittelu voi olla hyvinkin erilaista obeesien ja rintavien potilaiden kohdalla.
Jeffries, Woolf, Linde 2003, USA	A Comparison of Two Methods for Teaching the Skill of Performing a 12-Lead ECG	EKG-opetus, virtuaaliympäristö, opetusmetodit, opiskelu	Verrata vuorovaikutteisen multimediaopetuksen ja perinteisen opetusmenetelmän tuloksellisuutta	77 valmistuvaa sairaanhoidon opiskelijaa jotka jaettiin kahteen eri opetusmetodiryhmään. Opiskelijoiden osaamista testattiin ennen ja jälkeen kurssin.	Teknologian avulla ja perinteisin menetelmin opiskelleiden välillä ei löytynyt merkittävää eroa oppimistyytyväisyydessä eikä koetuloksissa.

Nickasch, Marnocha, Grebe, Scheelk, Kuehl 2016, USA	What Do I Do Next? - Nurses' Confusion and Uncertainty with ECG Monitoring	Taitojen ylläpitäminen	Tunnistaa sairaanhoitajien koettu osaaminen ja rytmintunnistuskky. Tunnistaa tarvittava lisäkoulutus epävarmuuden poistamiseksi.	11 sairaanhoitajaa, joille luotiin kvalitatiivinen kysely.	Sairaanhoitajat kertoivat olevansa epävarmoja ja hämmentyneitä hoitaessaan monitoripotilasta, mikäli heillä oli sellaisia harvoin. Osaamisen ylläpitämiseksi suositellaan säännöllistä verkko-oppimista ja potilastapausharjoituksia.
Peate, Wild 2012, Iso-Britannia	Taking ECGs - Being Skilled, Competent and Confident	Monitorointi, fysiologia, turvallisuus	Antaa nopean esityksen, kuinka EKG:tä tulkitaan	Seitsemän kirjoittajien valitsemaa artikkeleita tietopohjaksi	Antaa opinnäytetyön tietoperustaan materiaalia
Pelter, Michelle 2008, USA, Reno	Clinical 'how to'. Electrocardiographic monitoring in the medical-surgical setting: clinical implications, basis, lead configurations, and nursing implications.	Monitorointi, EKG-kytkennät, sairaanhoitaja	Selvittää EKG kytkentöjen paikat ja merkityksen sekä miten ne piirtyvät 12-kytkentäiseen EKG-nauhaan.	34 kirjallista lähdeä jota artikkeleihin kirjoittaja on käyttänyt tietopohjana	Antaa opinnäytetyön tietoperustaan materiaalia
Peace, Ramsewak, Cairns, Finlay, Guldenring, Clifford, Bond 2015 Pohjois Irlanti	Using computerised interactive response technology to assess electrocardiographers and for aggregating diagnoses	EKG, Oikea diagnostiikka, interaktiivisuus	Tutkia tarjoaako näppäinpaneelin käyttö mahdollisuuden nopeaan interaktiiviseen tapaan arvioida henkilökunnan EKG-osaamista.	32 yleislääkärinä, 24 erikoislääkärinä ja 19 sairaanhoitajaa valittiin diagnosoimaan EKG nauhoja monivalintatestin avulla. Tutkittiin, kuinka hyvin eri ammattiryhmät tunnistivat EKG-rytmejä	Monivalintatestillä on mahdollista menestyksekkäästi arvioida EKG-osaamista. Näppäinpaneeli lisäsi huomattavasti testauksen osallistumisaktiivisuutta. Diagnostinen osuvuus oli heikokkoa kaikissa vastajaryhmissä, mikä alleviivaa lisäkoulutuksen tarvetta.
Lak, Zareie, Habibzadeh, Mohammadpour, Rahemmoon, Zare, Zaviyeh 2013, Iran, Urmia	A survey on the effect of educational software method of arrhythmias stimulator (sic) on the level of knowledge of electrocardiograms interpretation in nurses	Oppiminen, EKG, rytmihäiriö, sairaanhoitaja, tehohoito.	Todeta rytmihäiriösimulaatio-ohjelmiston vaikutus tehohoidossa työskentelevien sairaanhoitajien EKG-tulkintaosaamiseen.	73 teho-osastoilla työskentelevää sairaanhoitajaa jotka jaettiin kahteen eri oppiryhmään. Sairaanhoitajille esitettiin 40 kysymystä, jotka käsiteltiin SSPS ohjelmalla.	Oppimishjelmiston käyttö paransi hoitajien rytmihäiriötuntemusta. Ohjelmiston saavutettavuus ja helppokäyttöisyys mahdollistivat koulutuksen työn lomassa.
Hamari, Shernoff, Rowe, Collier, Asbell-Clarke, Edwards 2015, Suomi, Tampere. USA	Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning	Pelipohjainen oppiminen, pelillistäminen, pelit, flow, uppoutuminen, sitoutuminen	Tutkia pelipohjaisia opetusympäristöjä flow periaatteen mukaisesti.	173 pelaajaa kahdessa eri oppimispelissä. Pelaajat pelasivat pelejä pitkin 15 viikkoista opintojaksoa. Opintojakson lopussa testattiin mitä pelaajat olivat oppineet.	Opetuspelit voivat olla hyödyllisiä, kun peliin voi uppoutua ja sitoutua sekä silloin kun se jatkuvasti haastaa pelaajaa.

Lai, Lee 2010, Kanada	Accurate Interpretation of Electrocardiograms by Nonexperts: Validation and Identification of Challenges	ekg-tulkintataidon puutteet	Validoida hoitajien tekemää EKG-tulkintaa asian-tuntijan tekemää tulkintaa vasten.	429 analysoitavaa, jotka jaettu kolmeen ryhmään: kardiologit, sairaanhoitajat ja tietokoneohjelma.	Sairaanhoitajien EKG-tulkinnat täyttivät kokeelliset validiteettikriteerit. Kehitettävää oli seuraavilla osa-alueilla: 1. eteisvärinän tai flutterin tunnistaminen tahdistetusta rytmistä. 2. Lateraalisten ja anterioristen ST-laskujen tunnistaminen haarakatkoksen läsnä ollessa. 3. Merkittävien Q-aaltojen tunnistaminen tietyssä kytkentäryhmässä silloin, kun Q-aaltoja oli kaikissa kytkentäryhmissä.
Valkama, Mari 2008, Tampere	Flow - Optimaalinen kokemus ja sen yhteys persoonallisuuteen	flow, optimaalinen kokemus, onnellisuus	Selvittää miten ja milloin ihmiset kokevat flow-tilan.	246 osallistujaa, joille suoritettiin kysely siitä, miten ja milloin flow-tila koetaan	Todennäköisyys saavuttaa flow-tila kasvaa ihmisillä iän sekä asian tunnettavuuden myötä.
Shin, Namin 2006, Korea, Soul	Online learner's 'flow' experience: an empirical study	Flow, nauttiminen, uppoutuminen	Selvittää miten verkossa tapahtuva opiskelu voi synnyttää flow-kokemuksen	525 opiskelijaa jotka osallistuivat virtuaaliopetukseen ja vastasivat kysymyksiin flow-kokemuksesta	Oppimisessa opiskelijoita ohjaavat heidän oma käsityksensä tieto- ja taitotasostaan. Taitotaso määrittää opiskelijan tarkkaavaisuutta ja näin myös kurssityytyväisyyttä, eli mitä paremmin opiskelija koki tuntevansa opetusalan, sitä paremmin hän keskittyi kursseilla
Rajpaul, Kumal - Acton, Claire. 2015, Iso-Britannia	The use of smart technology to deliver efficient and effective pressure-damage education	Valmistuneen sairaanhoitajan opiskelu	Selvittää sairaanhoitajan eri opiskelumetodeja työn ohella	Kahden eri hoitokodin sairaanhoitajille annettiin applikaatio käyttöön ja heiltä kerättiin palautetta	Kehitetty mobiiliapplikaatio kouluttamaan sairaanhoitajia ja muuta hoitohenkilökuntaa painehaavojen ehkäisyssä.
Johnston, Boyle, MacArthur, Fernandez-Manion. 2013, Iso-Britannia, Paisley	The Role of Technology and Digital Gaming in Nurse Education	pelillistäminen, koulutus, teknologia	Selvittää pelillistämistä ja pelien käyttöä sairaanhoitajan koulutuksessa.	26 eri artikkelia joiden pohjalta on tehty kirjallisuuskatsaus.	Hyvin suunnitelluilla ja tarkoituksenmukaisilla virtuaaliympäristöillä sekä pelisovelluksilla on mahdollisuus edistää sairaanhoitajan oppimista ja kehittää tämän tietämystä sekä tiedon etsimisen taitoja
Nilson, Bolinder, Held, Johansson, Fors, Östergren 2008, Ruotsi, Solna	Evaluation of a web-based ECG-interpretation programme for undergraduate medical students	koulutus, EKG, verkko-oppiminen	Selvittää EKG opiskelun mahdollisuutta verkossa	32 lääkehoidon opiskelijaa jaettu kahteen ryhmään, jotka opiskelivat 2 kuukauden ajan eri metodeilla EKG:n tulkintaa, osaamista testattiin loppukokeella.	Verkossa tapahtunut opiskelu voi olla tehokkaampaa kuin perinteinen opiskelu sen välittömyyden, opittavan asian hahmottamisen ja interaktiivisuuden takia.
Zeng, Yue, Tan, Wang, Kuang, Tian, Zuo 2015, Kiina, Chengdu	New ideas for teaching electrocardiogram interpretation and improving classroom teaching content	EKG, koulutus, opetusmetodi	Tutkia EKG opiskelun tehokkuutta kahdella eri tekniikalla.	200 opiskelijaa, jotka jaettu kahteen eri ryhmään. Tuloksia mitattiin loppukokeella.	Systemaattinen menetelmä (Graphics-sequence memory) todettiin hyödylliseksi EKG opiskelun yhteydessä.
Csikszentmihalyi, Mihaly 2000, USA	Beyond Boredom and Anxiety; Experiencing Flow in Work and Play	Flow, työ, opiskelu, onnellisuus	Selvittää mikä tekee ihmisestä onnellisen	Useat eri haastattelut ja tutkimukset uran aikana.	Ihmiset ovat tehokkaimmillaan, kun he saavuttavat flow-tilan eri toimissaan.