



Elena Cueto Nikandrova, Dina Santalainen

# Yleisimmät virheet ja häiriöt 12 kyt- kentäisessä EKG:ssä

Opetusvideo bioanalytikko-opiskelijoille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

31.05.2024

## Tiivistelmä

Tekijä(t):	Elena Cueto Nikandrova, Dina Santalainen
Otsikko:	Yleisimmät virheet ja häiriöt 12 kytkentäisessä EKG:ssä
Sivumäärä:	35 sivua + 2 liitettä
Aika:	31.5.2024
Tutkinto:	Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma:	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Ohjaaja(t):	Lehtori Kaisa Rajakylä

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää opetusvideo, joka auttaa bioanalytikko-opiskelijoita ja terveydenhuollon ammattilaisia tunnistamaan ja ehkäisemään yleisimmät EKG-rekisteröintivirheet.

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin tieteellisten tietokantojen hyödyntämistä ja osallistumista Metropolia Ammattikorkeakoulun järjestämiin työpajoihin, joissa keskityttiin digitaalisten työkalujen käyttöön ja opetusvideon tuottamiseen. Tiedonhaku perustui tieteellisten artikkelien ja kliinisten suositusten käsittelyyn, ja se kattoi EKG-mittauksen yleisimmät virhelähteet, rekisteröintiprosessit, häiriöt, artefaktit sekä videoeditoinnin laadun. Analyysin kautta tunnistettiin yleisimmät EKG-virhelähteet, jotka liittyivät potilaan liikkeisiin, elektrodien virheelliseen sijoittamiseen ja teknisiin ongelmiin.

Tulokset osoittivat, että yleisimmät EKG-virhelähteet liittyivät potilaan liikkeisiin, elektrodien virheelliseen sijoittamiseen ja teknisiin ongelmiin. Kehitetty opetusvideo havainnollisti näitä virheitä ja tarjosi käytännönläheisiä ohjeita niiden ehkäisemiseksi. Opetusvideota testattiin bioanalytikko-opiskelijoilla ja opettajilla Metropolia Ammattikorkeakoulussa, ja saadun palautteen perusteella se oli hyödyllinen ja informatiivinen.

Johtopäätöksenä voidaan ehdottaa, että kehitetty opetusvideo saattaa parantaa EKG-rekisteröintien laatua ja mahdollisesti vähentää virheiden määrää, mikä voi edistää potilasturvallisuutta.

Avainsanat: EKG, virheet, häiriöt, koulutus, opetusvideo

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author(s): Elena Cueto Nikandrova, Dina Santalainen  
Title: Common Errors and Disturbances in 12-Lead ECGs  
Number of Pages: 35 pages + 2 appendices  
Date: 31 May 2024

Degree: Bachelor of Health Care  
Degree Programme: Biomedical Laboratory Science  
Instructor(s): Kaisa Rajakylä, Senior Lecturer

---

The purpose of this thesis was to develop an instructional video to assist biomedical laboratory science students and healthcare professionals in identifying and preventing the most common errors in ECG recording.

The method of data collection involved utilizing scientific databases and participating in workshops organized by Metropolia University of Applied Sciences, which focused on the use of digital tools and the production of the instructional video. The information retrieval was based on the analysis of scientific articles and clinical recommendations, covering the most common sources of errors in ECG measurements, recording processes, disturbances, artifacts, and the quality of video editing. Through analysis, the most common sources of ECG errors were identified, which related to patient movements, incorrect placement of electrodes, and technical issues.

The results showed that the most common sources of ECG errors were associated with patient movements, incorrect electrode placement, and technical issues. The developed instructional video illustrated these errors and provided practical guidelines for their prevention. The instructional video was tested with biomedical laboratory science students and teachers at Metropolia University of Applied Sciences, and the feedback received indicated that it was useful and informative.

In conclusion, it can be suggested that the developed instructional video may improve the quality of ECG recordings and potentially reduce the number of errors, which could enhance patient safety.

Keywords: ECG, errors, disturbances, education, instructional video

---

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus tavoitteet ja kehittämistehtävät	2
3	EKG- mittaus ja sydämen sähköinen toiminta	2
3.1	EKG-aallot ja niiden merkitys	4
3.2	EKG-kytkennät ja elektrodien paikat 12-kytkennässä	4
3.2.1	Elektrodien sijoittelu	5
3.2.2	Ihon käsittely elektrodien sijoittelussa	5
3.2.3	Kytkeäntöjen merkitys	6
3.3	Sydämen sähköisen akselin määrittäminen	8
4	EKG 12-kytkennän yleisimmät virheet ja häiriöt	10
4.1	EKG:n yleisimmät häiriöt	10
4.1.1	Lihaskäntityshäiriö	10
4.1.2	Perustason vaellushäiriö	11
4.1.3	Liikehäiriö	11
4.1.4	Vaihtovirtahäiriö	12
4.2	EKG rekisteröintivirheitä	13
4.2.1	EKG johdinten sijoitteluvirheitä	13
4.2.2	Rintaelektrodien sijoitteluvirheitä	15
4.2.3	Kontaktihäiriöt	17
4.2.4	Pastasilta.	17
4.3	EKG virhelähteen minimointi	18
5	Opetusvideot oppimisen tukena	20
5.1	Multimedian hyödyntäminen terveydenhuollon koulutuksissa	20
5.2	Opetusvideoiden ominaisuudet ja pedagogiset periaatteet	21
6	Toiminnallinen opinnäytetyön toteuttaminen	21
6.1	Menetelmälliset lähtökohdat	21
6.2	Toimintaympäristö, kohderyhmä ja hyödynsaajat	22
6.3	Lähtötilanteen kartoitus	22
6.4	Toiminnan etenemisen ja työskentelyn kuvaus	24
6.4.1	Tiedonhaku	24
6.4.2	Opetusvideon sisällön suunnittelu	25
6.4.3	Tekninen toteutus	26

6.4.4	Videoeditointi ja saavutettavuus	27
6.4.5	Arviointi	27
7	Opinnäytetyön tuotos	29
8	Pohdinta	30
8.1	Tuotoksen tarkastelu	30
8.2	Luotettavuus	32
8.3	Opinnäytetyön eettisyys	33
8.4	Tuotoksen hyödyntäminen	34
8.5	Kehittämisehdotukset	35
8.6	Ammatillinen kasvu	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Videon käsikirjoitus	
	Liite 2. Videon palaute	

# 1 Johdanto

Elektrokardiografia eli EKG on keskeinen menetelmä sydän- ja verisuonijärjestelmän tutkimuksessa. Sen avulla voidaan arvioida sydämen sähköistä toimintaa ja havaita erilaisia poikkeamia. EKG-tuloksissa voi esiintyä virheitä, jotka johtuvat tutkimuksen suorittamistekniikasta tai potilaan fyysisistä ja terveydellisistä ominaisuuksista. (García-Niebla ym. 2009.) EKG-tutkimuksissa esiintyy monia virhelähteitä, kuten rintaelektrodien väärä sijoittaminen, perustason vaellusviivan esiintyminen, lihasjännityshäiriöt ja kontaktihäiriöt (Handzel 2023; Li & Boulanger 2021). Nämä virheet voivat johtua potilaan fysiologisista erityispiirteistä, hoitajan anatomisen tietoisuuden puutteesta sekä EKG-laitteen toimintahäiriöistä. Virheet EKG-käyrässä voivat johtaa väärään diagnoosiin, mikä voi aiheuttaa sopimattoman hoidon ja pahentaa potilaan tilannetta tai johtaa uusiin terveysongelmiin. Siksi on tärkeää, että sekä aloittelevat että kokeneet ammattilaiset kiinnittävät huomiota näihin yksityiskohtiin. (Littmann 2021; Li & Boulanger 2021.)

Aihe on ajankohtainen ja hyödyllinen, sillä ymmärryksen parantaminen EKG-virheiden lähteistä voi merkittävästi edistää diagnostiikan laatua ja potilasturvallisuutta. Kokeusten perusteella on havaittu, että laadukkaan EKG-käyrän tuottaminen on usein haasteellista terveyskeskuksen laboratoriossa, erityisesti aloitteleville työntekijöille. Opetusvideo voi herättää laajempaa kiinnostusta ja tukea opinnäytetyön tehokkuutta. Opetusvideot ovat yksinkertainen ja tehokas tapa oppia ja ymmärtää monimutkaisia prosesseja, ja ne täydentävät teoriaa tai luentomateriaalia (Brame 2015).

Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella yleisimpiä virhelähteitä ja poikkeamia 12-kanavaisessa EKG:ssä sekä kuvailla niiden ilmenemismuotoja ja mahdollisia korjaustoimenpiteitä. Metropolia Ammattikorkeakoulu on tilannut opetusvideon, joka tarjoaa erityistä hyötyä opiskelijoille, joilla ei ole vielä kokemusta EKG:n rekisteröinnistä. Videon uskotaan hyödyttävän myös muita sosiaali- ja terveysalan opiskelijoita sekä alan työntekijöitä ja opettajia.

Opinnäytetyön toteutustapa perustuu kirjallisuuteen pohjautuvaan teoreettiseen osuuteen ja osallistumiseen työpajoihin. Yleisimmät virhelähteet on tunnistettu. Tavoitteena on kehittää opetusvideo, joka parantaa EKG-rekisteröintien laatua ja vähentää virheiden määrää. Työn tuloksena syntynyt video perehdyttää opiskelijoita ja muita alan ammattilaisia EKG:n rekisteröinnin haasteisiin ja virheiden vähentämiseen.

## 2 Opinnäytetyön tarkoitus tavoitteet ja kehittämistehtävät

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa informatiivinen ja selkeä opetusvideo, joka laajentaa opetusmateriaalin tarjontaa bioanalyttikko-opiskelijoille. Opetusvideo on osa bioanalyttikko-opiskelijoiden kliinisen fysiologian opintojakson EKG-tulkinnan opetusta, jossa korostetaan käytännön osaamisen kehittämistä.

Tavoitteena on, että opetusvideoiden avulla opiskelijat oppivat tunnistamaan EKG:ssä esiintyvät virheet ja häiriöt sekä ymmärtämään niiden merkityksen toimenpiteissä ja potilaiden hoidossa. Tämä auttaa opiskelijoita kehittämään kykyään tunnistaa EKG-virheiden mahdollisia syitä ja edistää heidän ammatillista kehitystään.

Kehittämistehtävänä oli laajentaa opetusmateriaalin tarjontaa videomuodossa EKG:n kurssin opetuksessa. Tavoitteena on, että opiskelijat hyötyvät monipuolisemmasta ja havainnollisemmasta opetusmuodosta. Tämä auttaa opiskelijoita saamaan syvemmän ymmärryksen aiheesta ja parantaa heidän oppimistaan. Videomuotoinen opetusmateriaali tukee aiheeseen perehtymistä ja vähentää virheiden ja virhediagnoosien riskejä.

Opetusvideon tuottaminen mahdollistaa monipuolisemman ja havainnollisemman lähestymistavan EKG-tulkinnan opetukseen. Videot tarjoavat lisämahdollisuuksia opiskelijoiden aktiiviseen osallistamiseen ja käytännön taitojen harjoitteluun, tukien opiskelijoiden ammatillista kasvua (Brame 2015).

Kehittämistehtävä ohjaavat kysymykset:

- Mitkä ovat tyypilliset virhelähteet ja häiriöt EKG:n rekisteröinnissä?
- Miksi on tärkeää tunnistaa EKG-virhelähteet?
- Miten laadukas opetusvideo voidaan kehittää ja mitä tekijöitä siinä tulee huomioida?

## 3 EKG- mittaus ja sydämen sähköinen toiminta

Elektrokardiografia eli EKG on keskeinen työkalu sydänsairauksien diagnostiikassa. Se tallentaa sydämen sähköistä aktiivisuutta elektrodien, signaalivahvistimen ja tallennuslaitteen avulla. Elektrodit kiinnitetään potilaan rintakehään ja raajoihin tarkasti määritel-

tyihin kohtiin, jotta saadaan mahdollisimman kattava kuva sydämen sähköisestä toiminnasta. Signaalit vahvistetaan ja tallennetaan joko paperille tai digitaalisesti, mikä mahdollistaa sydämen toiminnan yksityiskohtaisen analysoinnin. (Riski 2019:10–11).

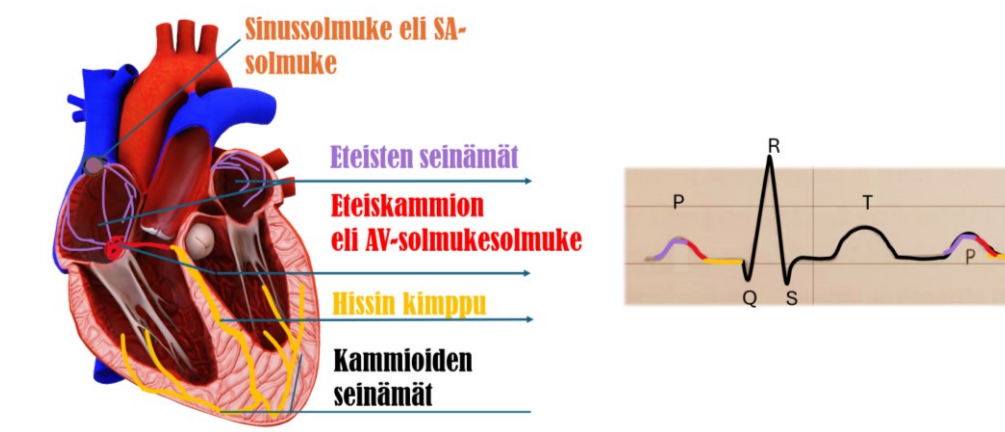
EKG on arvokas diagnostinen menetelmä monien sydänsairauksien, kuten rytmihäiriöiden, sydäninfarktien ja sydänlihaskivurioiden, tunnistamisessa. Menetelmä on ei-invasiivinen ja kivuton, ja sitä käytetään laajasti niin perusterveydenhuollossa kuin erikoissairaanhoidossa. EKG on myös tärkeä työkalu lääkkeiden vaikutusten, erityisesti rytmihäiriölääkkeiden ja QT-ajan pidennystä aiheuttavien lääkkeiden, seurannassa sekä seulontatyökaluna korkean riskin ammattiteissä ja urheilussa. (Sattar & Chhabra 2023.) EKG:n toimenpide kestää valmisteluineen noin kymmenen minuuttia, ja itse mittaus vie noin kymmenen sekuntia. Onnistunut EKG-mittaus ja tulosten oikea tulkinta ovat ratkaisevan tärkeitä luotettavien diagnoosien ja hoitopäätösten tekemisessä. (Sattar & Chhabra 2023; Richley & Wolff & Eggett & Ashton 2013.)

Sydämen sähköinen toiminta perustuu sydänlihassolujen kykyyn tuottaa ja välittää sähköisiä impulsseja, jotka aiheuttavat sydämen supistumisen ja pumppaustoiminnan. Tämä prosessi alkaa sinussolmukkeesta, joka toimii sydämen tahdistimena. Sinussolmukkeen tuottama sähköinen impulssi leviää eteisiin, aiheuttaen niiden supistumisen P-aalto. Impulssi etenee sitten eteis-kammiokimppuun AV-solmuke, josta se leviää Hisin kimpun ja johtoratajärjestelmän kautta kammioihin, aiheuttaen niiden supistumisen QRS-kompleksi. Kammioiden sähköinen palautuminen näkyy EKG:ssä T-aaltona. Poikkeamat normaalista sähköisestä aktiivisuudesta voivat viitata sydänsairauksiin ja vaativat tarkkaa diagnoosia ja hoitoa. (Sattar & Chhabra 2023.)

EKG:n tuloksiin vaikuttavat merkittävästi potilaan fysiologiset ja fyysiset ominaisuudet sekä autonomisen hermoston toiminnan häiriöt. Sydänlihaksen paksuus, kuten hypertrofia, voi vaikuttaa QRS-kompleksien amplitudiin, tehden niistä suurempia ja terävämpiä. Tämä voi olla merkki sydänlihassairauksista, jotka vaativat erityistä huomiota diagnoosissa ja hoidon suunnittelussa. (Adeniran & Hancox & Zhang 2013.) Fyysiset ominaisuudet, kuten rintakehän rakenne ja rasvakudoksen määrä, vaikuttavat myös elektrodien asettamiseen ja sitä kautta EKG-signaalin laatuun. Erityisesti laajan rintakehän omaavilla tai ylipainoisilla potilailla voi olla haasteellista saada tarkkoja mittauksia standardi elektrodien asettamisella, mikä korostaa mukautetun lähestymistavan tarvetta näiden potilaiden kohdalla. (Harrigan & Chan & Brady 2012; Hadjiantoni ym. 2021.) Lisäksi autonomisen hermoston toiminnan häiriöt voivat ilmetä muutoksina sydämen rytmisä ja siten EKG-käyrässä, mikä tekee näiden tekijöiden huomioimisesta diagnostiikassa välttämätöntä (Tiwari ym. 2021).

### 3.1 EKG-aallot ja niiden merkitys

EKG:n pääelementit ovat aallot ja segmentit. Aallot ovat poikkeamia peruslinjasta, jotka kuvaavat sydämen eri vaiheita. Tunnetuimmat aallot ovat P-aalto, joka kuvaa eteisten sähköistä aktivaatiota, joka ilmenee, kun eteiset supistuvat ja työntävät verta kammioiden puolelle. QRS-kompleksi kuvaa kammioiden sähköistä aktivaatiota, joka on osa sydämen pumppaustoimintaa, kun kammiot supistuvat ja pumppaavat verta keuhkoihin ja muihin elimiin. T-aalto kuvaa kammioiden sähköistä palautumista, joka valmistaa niitä seuraavaan supistukseen (ks. kuva 1). Segmentit ovat suorina linjoja aaltojen välillä ja ne kuvaavat tiettyä potentiaalitasoa. Esimerkiksi ST-segmentti heijastaa aikaa kammioiden aktivaation ja palautumisen välillä, mikä on elintärkeää sydänsairauksien, kuten iskemian, tunnistamisessa. (ECG & Echo Learning.)



Kuva 1. P-QRS-T aallot

Elektrokardiogrammin tulkinnan tavoitteena on määrittää, ovatko EKG:n aallot ja intervallit normaaleja vai patologisia. (Sattar & Chhabra, 2023).

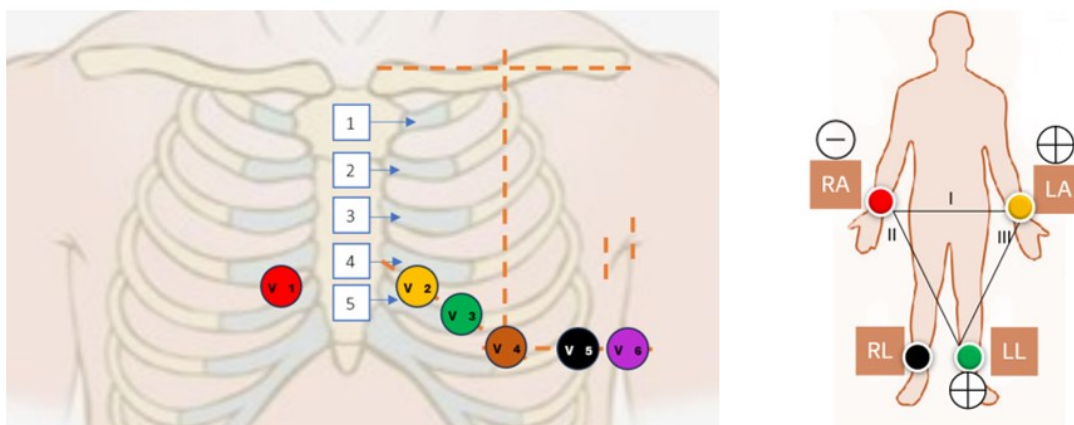
### 3.2 EKG-kytkennät ja elektrodien paikat 12-kytkennässä

Elektrokardiografiassa eli EKG:ssä käytetään 12-kytkentäistä järjestelmää, joka tarjoaa yksityiskohtaisen kuvan sydämen sähköisestä toiminnasta. Tämä järjestelmä sisältää kuusi raajaelektrodia ja kuusi rintaelektrodia, jotka yhdessä kattavat eri näkökulmat sydämen sähköiseen aktiivisuuteen. On tärkeää ymmärtää, miten elektrodit sijoitetaan ja millaista tietoa eri kytkennät tarjoavat sydämen sähköisestä toiminnasta. Termit elektrodit ja kytkentä sekoitetaan usein keskenään, mutta on huomattava, että elektrodit kiinnitetään ihoon, kun taas kytkennät ovat vektoreita elektrodien välillä. (McFee & Johnston, 1953.)

### 3.2.1 Elektrodiin sijoittelu

Perinteisessä 12-kytkentäisessä EKG:ssä käytetään kuutta rintaelektroodia ja neljää raajaelektroodia. Raajaelektrodit, jotka kiinnitetään oikeaan (RA) ja vasempaan käteen (LA) sekä oikeaan (RL) ja vasempaan jalkaan (LL), asetetaan potilaan raajoihin. Rintaelektrodit V1-V6 kiinnitetään tarkkaan määriteltyihin kohtiin rintakehällä (Eerola 2022; Jormakka & Kettunen 2018).

Rintaelektrodiin ja raajaelektrodiin sijoittaminen on standardoitu prosessi, joka vaatii ymmärrystä rintakehän rakenteesta (ks. kuva 2). Elektrodiin paikat määritellään tunustelemalla anatomiset merkit. Tutkimuksessa potilas makaa selällään, ja tutkija työskentelee yleensä potilaan vasemmalta puolelta. Tämä järjestely auttaa tutkijaa asettamaan elektrodit oikein, mikä on olennaista tarkkojen ja luotettavien EKG-mittausten kannalta. (Riski 2019; Kania ym 2013.)



Kuva 2. Rintaelektrodiin ja raajaelektrodiin oikea sijoittelu. V1- neljännessä kylkiluuvälissä, rintalastan oikealla puolella; V2- neljännessä kylkiluuvälissä, rintalastan vasemmalla puolella; V3- puolivälissä V2:n ja V4:n välillä; V4- viidennen kylkiluuvälin, solisluu keskiviivassa; V5- samalla tasolla kuin V4, etukainaloviiva; V6- samalla tasolla kuin V4 ja V5, keskikainaloviiva; RA sijoitetaan oikeaan käsivarteen, välttämällä paksua lihaskudosta; LA- sijoitetaan symmetrisesti oikeaan käsivarteen nähden vasempaan käsivarteen; RL- toimii maadoituselektrodina eikä tallenna sähköistä toimintaa. Sijoitetaan oikeaan jalkaan; LL sijoitetaan vasempaan jalkaan, samankaltaisesti kuin oikeaan ja vasempaan käteen kiinnitetyt elektrodit.

### 3.2.2 Ihon käsittely elektrodiin sijoittelussa

Ennen elektrodiin asettamista iho tulee puhdistaa huolellisesti, jotta poistetaan lika, öljy ja muut epäpuhtaudet, jotka voivat heikentää elektrodiin adheesiota ja sähköistä kontaktia. Tämän jälkeen iho kuivataan, ja tarvittaessa karvat poistetaan alueelta, johon

elektrodit kiinnitetään. Tämä minimoi ihon vastusta ja parantaa elektrodien kykyä rekisteröidä sydämen sähköisiä signaaleja ilman häiriöitä. (Riski 2019: 41.)

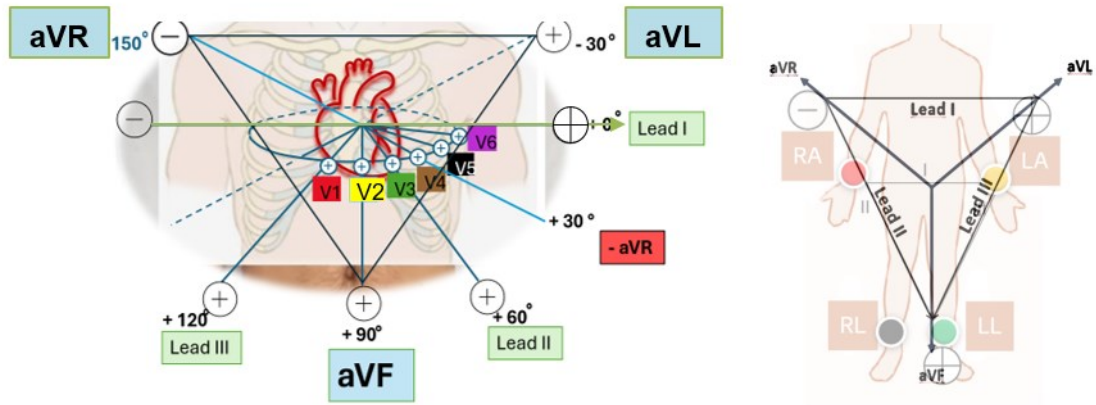
Hyvä kontakti elektrodin ja ihon välillä on välttämätön, sillä se vähentää perustason vaelusta ja lihasjännityshäiriöitä, jotka voivat vääristää EKG-käyrää. Lisäksi huolellinen ihon valmistelu auttaa estämään elektrodien liikkumista mittauksen aikana, mikä on erityisen tärkeää pitkäkestoisissa seurannoissa ja stressitestauksessa. Huono elektrodikontakti voi johtaa artefakteihin, jotka saattavat vaikeuttaa rytmihäiriöiden tai muiden sydänongelmien diagnosointia. (Riski 2019: 41–42.)

Varmistamalla, että elektrodien alla oleva ihoalue on puhdas, kuiva ja mahdollisimman sileä, voidaan merkittävästi parantaa EKG-mittauksen tarkkuutta. Tämä on erityisen tärkeää, kun diagnostisoidaan hienovaraisia muutoksia EKG-käyrässä, jotka voivat viitata alkaviin sydänongelmiin tai akuutteihin sydänsairauksiin. Tämän seurauksena koko mittauksen luotettavuus paranee, mikä edistää tarkempaa diagnostiikkaa ja parempaa potilaan hoitoa. (Riski 2019: 41–42; Handzel 2023.)

### 3.2.3 KytKentöjen merkitys

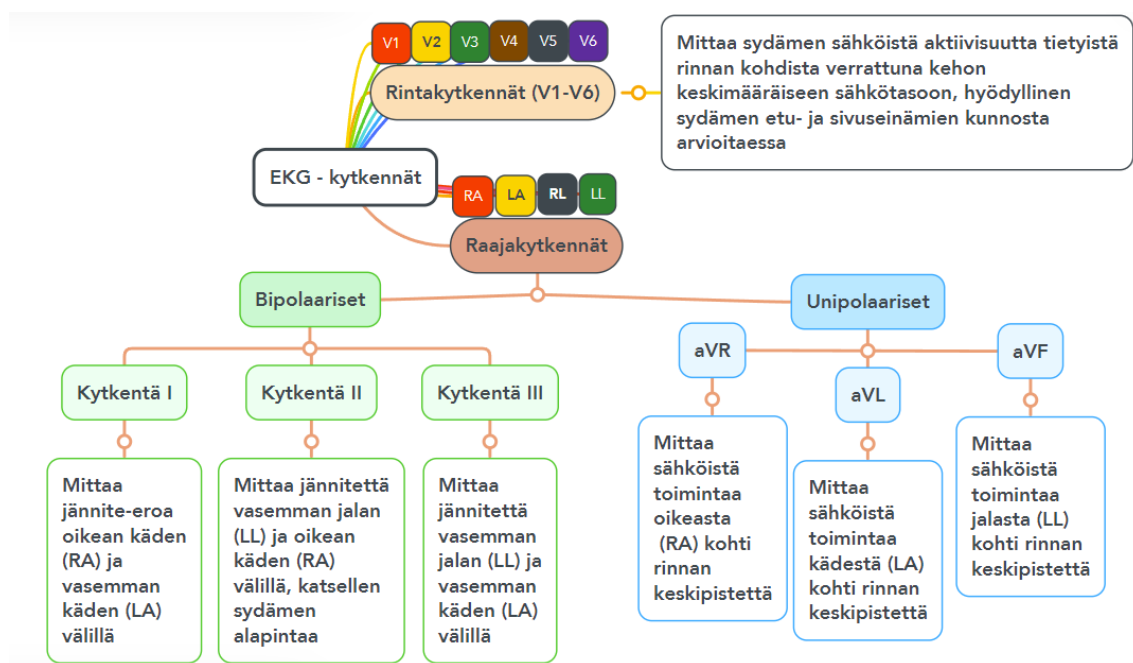
12-kytkentäinen EKG tuottaa kattavan kuvan sydämen sähköisestä toiminnasta käyttäen kymmentä elektrodia, jotka tarjoavat 12 erilaista näkymää. Tämä monipuolisuus on ratkaisevaa erilaisten sydänongelmien, kuten infarktien ja rytmihäiriöiden, diagnosoinnissa. Raajakytkenät I, II, III, aVR, aVL, aVF antavat tietoa sydämen sivu- ja alaseinämistä, kun taas rintakytkenät V1-V6 keskittyvät erityisesti etu- ja sivuseiniin, jotka ovat tärkeitä sydäninfarktien tunnistamisessa. Erityisesti V1-V6 kytkenät ovat iskemisten muutosten havaitsemisessa etu- ja sivuseinissä, kun taas aVF, II ja III kytkenät antavat tietoa alaseinistä alaseinäinfarktien diagnosoinnissa. (Handzel 2023.)

EKG:ssä käytössä olevat kytkenät jakautuvat kahteen päätyyppiin: bipolaariset ja unipolaariset kytkenät. Bipolaariset kytkenät I, II, III, jotka Willem Einthoven kehitti ja jotka olivat historiallisesti ensimmäiset EKG-kytkennät, mittaavat sähköisiä potentiaaliaroja kahden raajan välillä. Einthoven kehitti myös kuuluisan tasasivuisen kolmion, jossa kytkenät I, II ja III muodostavat kolmion sivut. Tämä kolmio kuvaa sähköisen akselin laskentaa frontaalitasossa, ja se esitetään yhtenä vektorina, jossa on nuoli kolmion keskellä (ks. kuva 3) (Barold 2003). Unipolaariset kytkenät aVR, aVL, aVF sekä rintakytkenät V1-V6 puolestaan analysoivat sydämen sähköistä aktiivisuutta yhdestä pisteestä suhteessa kehon keskimääräiseen sähkötilaan, tarjoten tarkkaa tietoa sydämen etu- ja sivuseinämien tilasta. (Riski 2019; ECG & Echo Learning.)



Kuva 3. Raaja- ja rintakytkenneiden muodostuminen ja tarkastelukulmat.

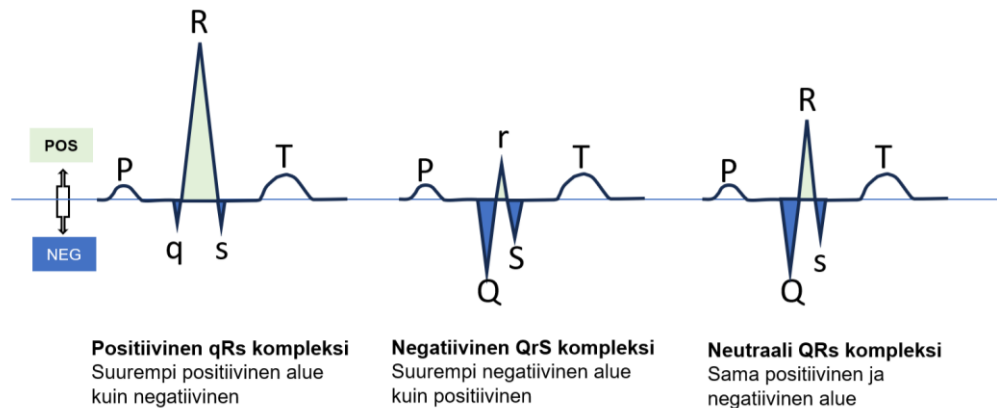
Jokainen kytkentä tarjoaa ainutlaatuisen näkökulman sydämen sähköiseen toimintaan, ja yhdessä ne muodostavat arvokkaan kokonaiskuvan. Tämän syvällisen tiedon hallinta on välttämätöntä terveydenhuollon ammattilaisille, jotta he voivat tehdä tarkkoja diagnooseja ja suunnitella tehokkaita hoitostrategioita potilaille. (Eerola 2022; Handzel 2023; ECG & Echo Learning.) Tämä miellekartta (ks. kuvio 1) selventää EKG-kytkentöjen toimintoja ja sijainteja, mikä auttaa ymmärtämään, miten kukin elektrodi vaikuttaa kokonaisvaltaiseen sydämen arviointiin.



Kuvio 1. EKG:n 12 kytkennän visuaalinen miellekartta, joka muodostaa EKG-käyrän.

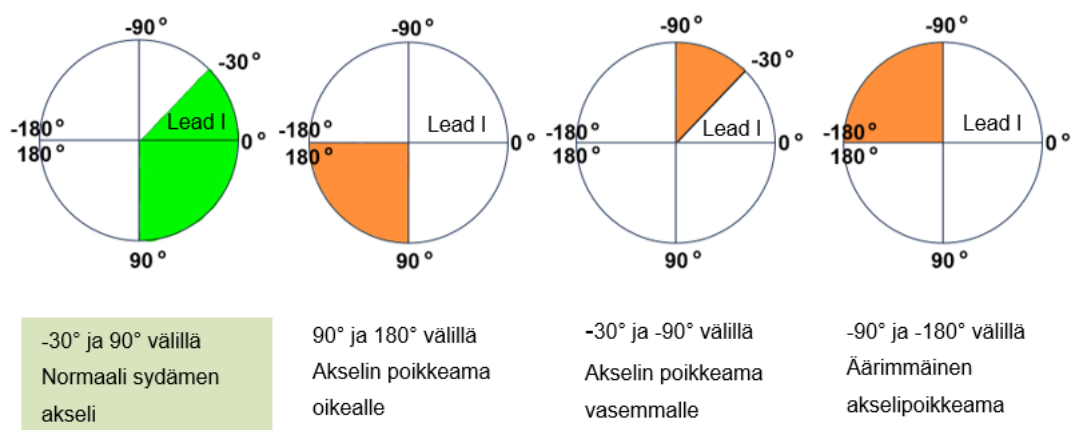
### 3.3 Sydämen sähköisen akselin määrittäminen

Sydämen sähköistä aktiivisuutta EKG:ssä tarkastellaan eri kulmista, mikä mahdollistaa sähköisen akselin määrittämisen. Kun sähköinen aktiivisuus kulkee kytkentää kohti, EKG-käyrä näyttää ylöspäin suuntautuvan piikin, joka on positiivinen signaali (ks. kuvio 2). Jos aktiivisuus liikkuu poispäin, piikki suuntautuu alas eli on negatiivinen signaali. Jos aktiivisuus liikkuu kohtisuoraan kytkentään nähden, EKG-käyrä näyttää sekä ylös että alas suuntautuvia signaaleja. (ECG & Echo Learning, n.d.)



Kuvio 2. QRS kompleksin suuntaa. Sydämen sähköinen akseli arvioidaan tutkimalla näiden aaltojen suuntaa EKG:ssä.

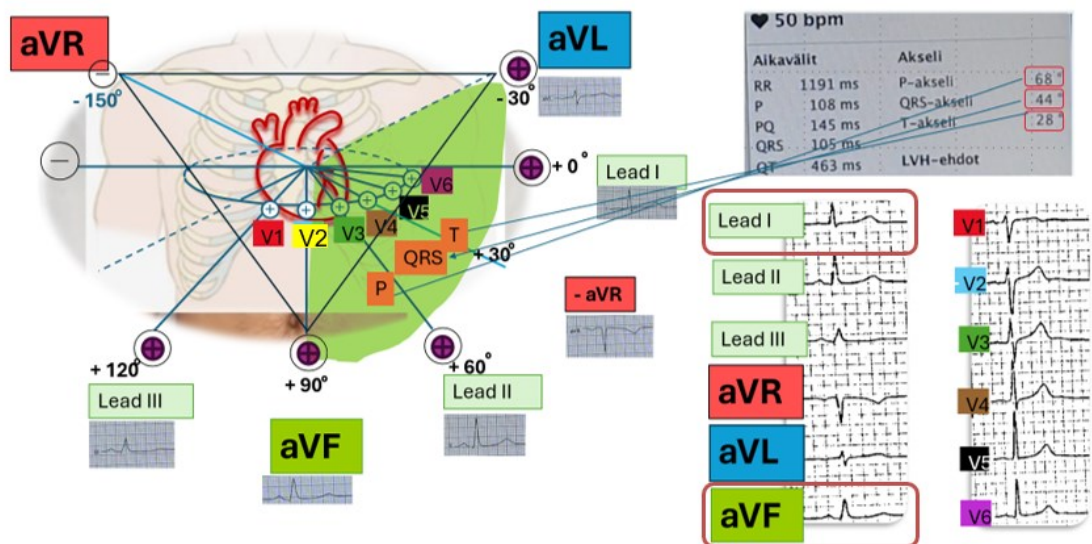
Normaali sydämen sähköinen akseli on yleensä  $-30^\circ$  ja  $+90^\circ$  välillä (ks. kuvio 3). Sen määrittämiseen käytetään useita menetelmiä.



Kuvio 3. Normaali sydämen akseli ja poikkeamat.

Neljännesmenetelmä sopii erityisesti raajakytkentöihin I ja aVF. Tässä menetelmässä tarkastellaan tarkasti QRS-kompleksien suuntaa, jotta sydämen sähköinen akseli voidaan paikantaa. Jos QRS-akseli on positiivinen sekä kytkennässä I että aVF, sydämen

sähköinen akseli on normaalialueella (ks. kuva 4). Tämä tarkoittaa, että sähköiset impulssit kulkevat odotetusti eteisistä kammioiden kautta. (Riski 2019: 34.) Jos akseli on tämän alueen ulkopuolella, se voi viitata joko oikean tai vasemman puolen akselin poikkeamaan. Tämä saattaa kertoa sydämen rakenteellisista muutoksista tai kammion liikkasvusta (Kashou ym. 2024). Kolmen kytkennän menetelmässä, joka sisältää kytkennät I, II ja aVF, tarkastellaan QRS-kompleksien suuntaa lisätäkseen tarkkuutta. Isoelektrisessä raajakytkennässä menetelmässä taas etsitään kytkentä, jossa QRS-kompleksi on lähes isoelektrinen eli perusviivan ylä- ja alapuolelle piirtyy yhtä paljon R ja S aalto, ja tästä määritellään akseli suoraan 90 astetta. Tämän menetelmän avulla voidaan paremmin ymmärtää ja diagnosoida erilaisia sydänsairauksia sekä tunnistaa mahdolliset kytkentävirheet. (Riski 2019: 29; Kashou ym. 2024.)



Kuva 4. Esimerkki sähköisen akselin asteluvun määrittämisestä raajakytkennöistä. Kytkennässä I ja aVF QRS-akseli on positiivinen, mikä viittaa normaalin akselin alueeseen.

Tuntemalla QRS-akselin suunnan ja sen normaaliarvot, terveydenhuollon ammattilaiset voivat arvioida myös, onko yläraajojen elektrodeja mahdollisesti kytketty väärin, mikä voi vaikuttaa mittauksen tuloksiin. Tämä tieto auttaa EKG:n tulkinnassa, sillä akselin poikkeamat voivat olla merkki erilaisista sydänsairauksista ja mahdollistavat myös elektrodien kytkentävirheiden tunnistamisen. (Riski 2019: 34.)

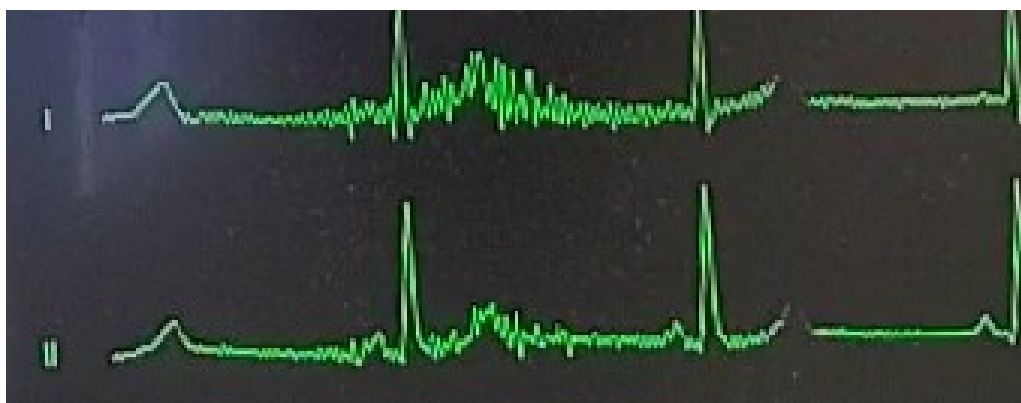
## 4 EKG 12-kytkennän yleisimmät virheet ja häiriöt

EKG-virhelähteet jaetaan kahteen pääryhmään: häiriöihin ja virheisiin. Häiriöt viittaavat tekijöihin, jotka vaikuttavat EKG-signaalin laatuun, kuten lihasjännityshäiriöt, vaihtovirtahäiriöt, perustason vaellushäiriöt ja liikehäiriöt. Virheet puolestaan johtuvat useimmiten inhimillisistä tekijöistä, kuten johdinvirheistä, virheellisesti kytketyistä tai asetetuista rintaelektrodeista, raajojen virheellisestä liittämisestä ja elektrodien irtoamisesta. (Riski 2019: 96.)

### 4.1 EKG:n yleisimmät häiriöt

#### 4.1.1 Lihasjännityshäiriö

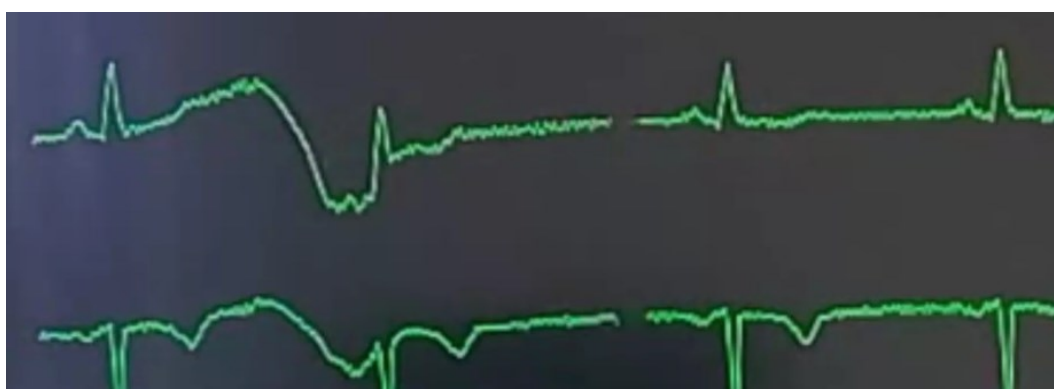
Lihasjännityshäiriöt ovat yleinen ongelma EKG-tallennuksissa ja ne voivat merkittävästi vaikeuttaa EKG:n tulkintaa. Häiriöt ilmenevät EKG-käyrässä erikorkoisina, epäsäännöllisinä, nopeina, kapeina ja tiheinä piikkeinä, jotka saattavat peittää osittain tai kokonaan P-QRS-T-kompleksin osia (ks. kuvio 4). Tämä voi vaikeuttaa P-QRS-T-kompleksin kestojen ja muotojen luotettavaa tarkastelua ja saada aikaan signaaleja, jotka muistuttavat tiettyjä sydämen rytmihäiriöitä, kuten eteisvärinää tai kammiotakykardiaa. (Littmann 2021 & Riski 2011 2a:124–125.) Artefaktien hallinta edellyttää usein yhteistyötä potilaan ja hoitohenkilökunnan välillä. Tehokkaita keinoja häiriön minimoimiseksi ovat potilaan rentouttaminen ja mukavan asennon löytäminen ennen EKG-rekisteröintiä. Potilaan kannattaa sulkea silmänsä, ja hoitajan on hyvä käydä rauhallista keskustelua potilaan kanssa. Lisäksi on suositeltavaa, että potilas ei palele tutkimuksen aikana, sillä kylmä lisää lihasjännitystä. (Riski 2011 2a:124–125.)



Kuvio 4. Lihasjännityshäiriö

#### 4.1.2 Perustason vaellushäiriö

Perustason vaellushäiriö on yleinen EKG-artefakti, joka ilmenee matalataajuisena häiriönä, aiheuttaen EKG-käyrän perustason siirtymisen ylös tai alas. Tämä häiriö on merkittävä, koska se voi peittää tai vääristää EKG:n keskeisiä komponentteja, kuten P-aaltoja, QRS-komplekseja ja T-aaltoja, vaikeuttaen siten mittauksen tulkintaa. Tyypillisiä syitä häiriöön ovat elektrodien huono kontakti ihoon, potilaan ihon kuivuus, johdinkaa-peleiden liike, staattinen sähkö, voimakas hikoilu tai vuotavat haavat, jotka saavat perusviivan vaeltamaan ylös ja alas (ks. kuvio 5). (Li & Boulanger 2021; Rahman ym. 2022.)



Kuvio 5. perusviivan aaltoilu ylös alas

Perustason vaellushäiriöiden tunnistaminen ja hallinta on olennaista ST-segmentin muutosten tarkassa analysoinnissa, joka on avainasemassa iskemisten tapahtumien diagnosoinnissa. Tähän häiriöön liittyvien ongelmien ratkaisemiseksi ihon huolellinen käsittely ja laadukkaiden elektrodien käyttö voivat minimoida häiriöitä ja parantaa EKG-mittauksen tarkkuutta. Perustason vaellushäiriöiden vakavuutta arvioidaan niiden vaikutuksen perusteella EKG-käyrään: esimerkiksi kohtalainen vaellus, joka on yleensä 1–3 mm, voi jo olla riittävä hälyttämään ongelmista. EKG-häiriöiden hyväksyttävyyys riippuu siitä, kuinka paljon aikaa niiden poistaminen vaatii ja millainen hyöty siitä saadaan. (Riski 2019:106.)

#### 4.1.3 Liikehäiriö

Liikeartefaktit ovat yleisiä häiriöitä, jotka johtuvat potilaan liikkeistä mittauksen aikana. Ne ilmenevät epäsäännöllisinä piikkeinä tai "sahalaitaisina" linjoina EKG-käyrässä, syntyen potilaan liikkeessä (ks. kuvio 6). (Richley ym. 2013.)

Liikehäiriöt voivat syntyä potilaan fyysisistä liikkeistä tai ulkoisista tekijöistä, kuten hikasta tai hengitysvaikeuksista. Ne ilmenevät voimakkaina hengitysliikkeinä, jotka häiritsevät EKG-signaalia. Väärät elektrodikontaktit ja potilaan stressitilat voivat myös aiheuttaa liikehäiriöitä, jotka tekevät EKG-lukemista tulkinnallisesti kelvottomia. (Riski 2011 2a:125; Mäkijärvi ym. 2019.)

On kriittistä tunnistaa ja dokumentoida liikehäiriöt EKG:n aikana, jotta vältetään virheelliset tulokset. Häiriöiden hallinta vaatii huolellista potilaan valmistelua, elektrodien oikeaoppista sijoittelua ja rauhallista ympäristöä. (Richley ym. 2013.)



Kuvio 6. Liikehäiriö ja vaeltava viiva

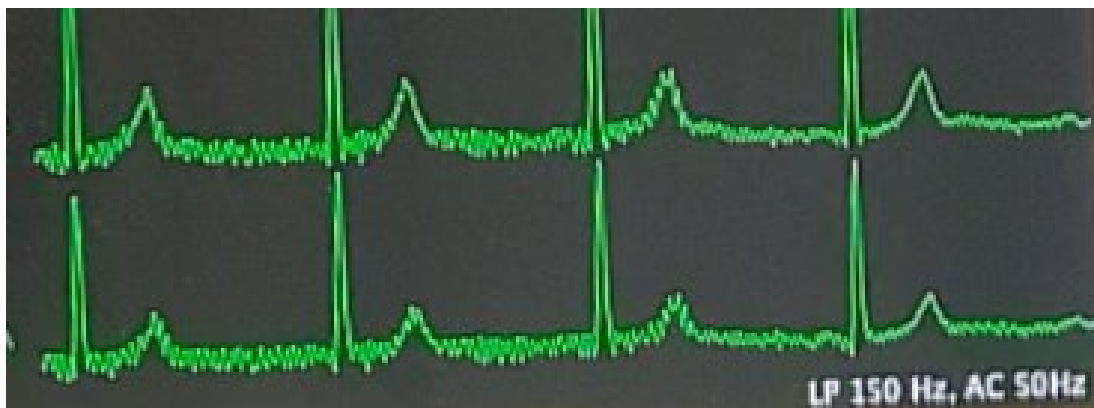
#### 4.1.4 Vaihtovirtahäiriö

Vaihtovirtahäiriöiden esiintyminen voidaan havaita tyypillisesti toistuvina jännitemuutoksina, jotka näkyvät 50 Hz taajuudella EKG:ssä, muodostaen sahanterämäisen kuvion millimetripaperilla (ks. kuvio 7) (Riski 2011 2a:125; Perez-Riera ym. 2017). Tutkimusympäristön sähkömagneettiset kentät, kuten valaistus ja sähköjohdot, ovat keskeisiä häiriöiden lähteitä. Lisäksi potilaaseen liitetyt sähkölaitteet, kuten tahdistimet ja defibrillaattorit, sekä kosketus sängyn metalliosiin voivat lisätä häiriöiden esiintymistä. (Littmann 2021.)

Kuiva iho ja kuivuneet kertakäyttöiset elektrodit heikentävät ihokontaktia, mikä pahentaa häiriöitä. Riittämätön ihon käsittely, vähäinen geelimäärä tai huonosti kiinnitetyt elektrodit voivat myös lisätä vaihtovirtahäiriöitä (Riski 2011 2a:126). Tämä häiriö on erityisen ongelmallinen analysoitaessa P- ja Q-aaltojen kestoja ja amplitudia, mikä voi johtaa virheellisiin diagnooseihin (Perez-Riera ym. 2017).

Elektrodien säännöllinen tarkistus ja tarvittaessa niiden vaihto on välttämätöntä häiriöiden vähentämiseksi (Riski 2011 2a:126). EKG-laitteen käyttö akkuvirralla ja laitteiden

irrottaminen seinästä vähentää ulkoisten häiriöiden vaikutusta (Littmann 2021). Potilaita tulee ohjeistaa välttämään kosketusta vuoteen metalliosiin häiriöiden minimoimiseksi (Riski 2011 2a:126). Osaston henkilökunnan tulisi sammuttaa tarpeettomat laitteet, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä, jos se on potilaan tilan kannalta turvallista (Perez-Riera ym. 2017). Potilaan tulisi sulkea mobiililaitteensa ja siirtää elektroniset avaimet etäammalle mittauksen ajaksi (Littmann 2021).



Kuvio 7. Vaihtovirtahäiriö 50Hz taajuudella toistuva tasainen käyrä.

Sähkömagneettisen häiriön signaali voidaan poistaa tai lieventää muuttamalla tallenteen alisuodattimen asetusta 150 hertsistä 40 hertsiin. Tämä toimenpide voi merkittävästi vähentää korkeataajuisia häiriöitä ja parantaa EKG luettavuutta. (Littmann 2021.) Potilaan ihon valmistelu ajamalla, ihon kuivaaminen pyyhkeellä ja elektrodigeelin lisääminen voivat parantaa elektrodien kontaktia ja siten vähentää häiriöitä (Perez-Riera ym. 2017). Nykyaikaisten teknologioiden, kuten adaptiivisten suodattimien ja automaattisten ohjelmien käyttö voi auttaa tunnistamaan ja vähentämään vaihtovirtahäiriöitä reaaliajassa. Tämä on erityisen hyödyllistä vaikeasti hallittavissa ympäristöissä, joissa häiriöiden esiintyminen on yleistä (Littmann 2021). Vuonna 2017 Pérez-Riera ja hänen kollegansa havaitsivat, että ulkoiset laitteet, kuten matkapuhelimet ja sähköiset sängyt, aiheuttivat häiriöitä EKG-mittauksiin. He ehdottivat, että näiden häiriöiden vähentämiseksi pitäisi käyttää korkeataajuisia suodattimia ja kouluttaa teknikoita paremmin tunnistamaan ja ehkäisemään sähköisiä häiriöitä (Perez-Riera ym. 2017).

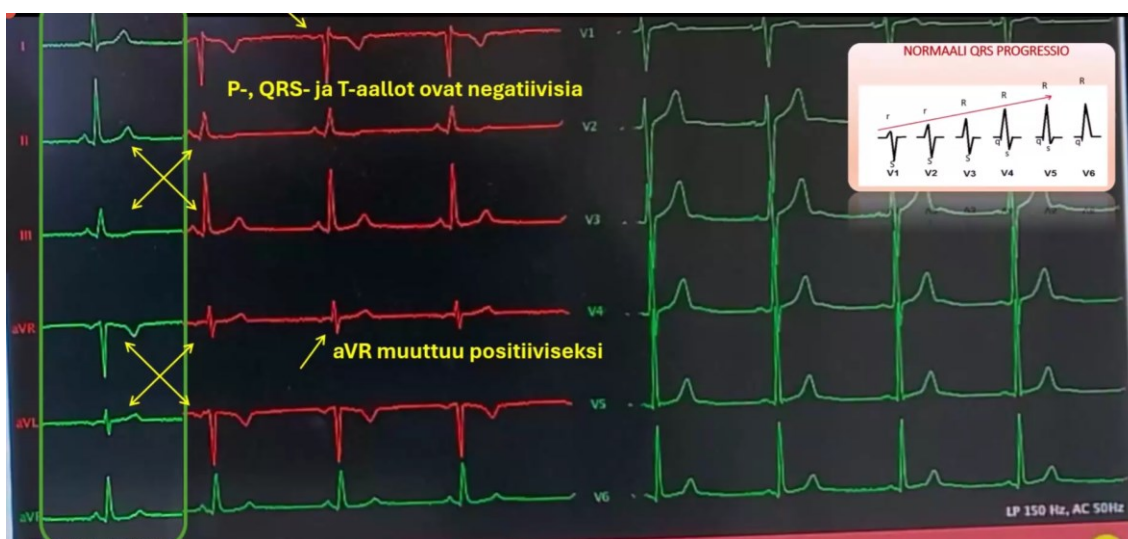
## 4.2 EKG rekisteröintivirheitä

### 4.2.1 EKG johdinten sijoitteluvirheitä

EKG-mittauksissa johdinten sijoitteluvirheet ovat yleisiä ja voivat johtaa virheellisiin tuloksiin, mikä voi aiheuttaa vakavia seurauksia. Raajajohtimien sijoitteluvirheet, joissa

kaapelit liitetään potilaan raajoihin, voivat johtaa jopa 23 erilaiseen virheelliseen liittäyhdistelmään. EKG-laitteen virheentunnistusohjelma pystyy havaitsemaan vain muutamasta näistä virheistä, jotka liittyvät enimmäkseen yläraajojen johtoihin. (Riski 2011 2b:167.)

Raajajohtimien elektrodit kytketään potilaan raajoihin sydämen sähköisen toiminnan mittaamiseksi. Esimerkiksi käsivarsien elektrodien väärä kytkentä, kuten vasemman käden (LA) ja oikean käden (RA) johtimien paikkojen vaihtaminen, voi johtaa virheellisiin EKG-tuloksiin. Tavallisesti sydämen lyönti näkyy EKG:ssä tiettytyyppisenä käyränä, mutta väärin kytketyt elektrodit voivat kääntää käyrän ylösalaisin, mikä ei vastaa normaalia sydämen toimintaa (ks. kuvio 8). Tällaiset virheet voivat aiheuttaa merkittäviä muutoksia EKG-käyrään ja muistuttaa esimerkiksi destrukardia tai sydäninfarktia. Epätavallisten P-QRS-aaltomuotojen tunnistaminen voi auttaa havaitsemaan nämä virheet ajoissa ja estämään virheellisen diagnoosin. (Perez-Riera ym. 2018; Riski 2011 2b:167.)



Kuvio 8. Raajajohtimien sijoitteluvirheet (RA/LA). EKG-käyrän vertailu eri johtimissa.

Kuviossa vihreällä merkittyjen nauhojen oletetaan esittävän normaalia kytkentää, kun taas punaisella merkityt nauhat viittaavat mahdolliseen virheelliseen kytkentään.

Kun oikean (RA) ja vasemman (LA) käsivarren elektrodit on kytketty väärinpäin johtimissa I, P-QRS-T aallot näkyvät EKG:ssä kääntyneinä ylösalaisin (ks. kuvio 8). Tämä osoittaa sydämen sähköisen akselin kääntymistä, mikä vaikuttaa myös muiden johtimien rekisteröintiin. Käsivarsien kytkentävirhe johtimissa II ja III voi aiheuttaa odottamattomia muutoksia aaltojen suunnassa ja amplitudissa, mikä voi viitata akselin siirty-

miseen ja vaikuttaa näiden johtimien aaltojen muotoon ja suuntaan. Jos RA ja LA johtimet on kytketty väärinpäin johtimessa aVR, normaalisti käänteiset aallot näkyvät standardimittauksissa positiivisina, mikä on epätavallista ja pitäisi nähdä varoitusmerkinä väärästä kytkennästä. Väärä käsivarsien kytkentä johtimissa I ja V6 johtaa siihen, että P-QRS-T-kompleksi johtimessa I kääntyy eikä vastaa V6-johtimen QRS-kompleksin suuntaa. Tämä akselin muutos vaikuttaa kummankin johtimen signaalien rekisteröintiin ja voi johtaa virheelliseen diagnostiikkaan (Harrigan ym. 2012).

Dekstrokardia, jossa sydän sijaitsee poikkeuksellisesti rintakehän oikealla puolella, voi ilmetä samankaltaisina muutoksina EKG-käyrässä kuin käsivarsien elektrodien väärä kytkentä. Hanna- Maarit Riski (2011), joka on tunnettu tutkija ja asiantuntija EKG-virheiden tunnistamisessa, korostaa, että EKG-koneen tulkintaohjelma saattaa virheellisesti ilmoittaa yläraajajohdinvirheen (suspect arm lead reversal) dekokardian tapauksessa. Tämä voi johtaa virheellisiin tulkintoihin, jos dekokardian erityispiirteitä ei tunnusteta. Rintakehän elektrodien, kuten V1-V6:n, QRS-kompleksin poikkeava eteneminen auttaa erottamaan todellisen dekokardian pelkästä elektrodien kytkentävirheestä. (Perez-Riera ym. 2018; Riski 2011 2b:167.) Kytkentävirheet voivat muistuttaa sydämen johtumishäiriöitä tai muita sydämen toiminnan poikkeavuuksia, joiden korjaaminen vaatii tarkkaavaisuutta ja ammattitaitoa (Perez-Riera ym. 2018).

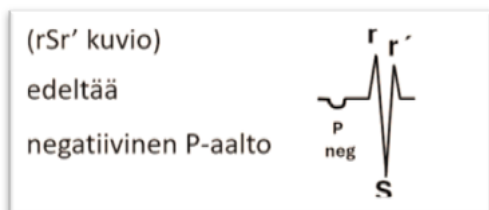
#### 4.2.2 Rintaelektrodien sijoitteluvirheitä

EKG-mittausten tarkkuus riippuu kriittisesti elektrodien oikeasta sijoittelusta. Anatomiset erot, kuten ylipaino ja sukupuolierot, voivat vaikeuttaa elektrodien oikeaa asettamista ja vaikuttaa siten mittaustuloksiin. Harrigan ym. (2012) osoittavat tutkimuksessaan, kuinka elektrodien virheellinen sijoittelu voi aiheuttaa diagnostisia virheitä, korostaen näin tarkan sijoittelun merkitystä EKG-tulosten luotettavuudessa. Samoin Hadjian-toni ym. (2021) jatkavat tätä keskustelua tutkimalla, miten anatomiset vaihtelut vaikuttavat EKG-mittausten tarkkuuteen, vahvistaen näkemystä sijoittelun tärkeydestä.

Väärin sijoitetut elektrodit, erityisesti V1- ja V2, voivat johtaa merkittäviin virheisiin EKG-käyrässä.

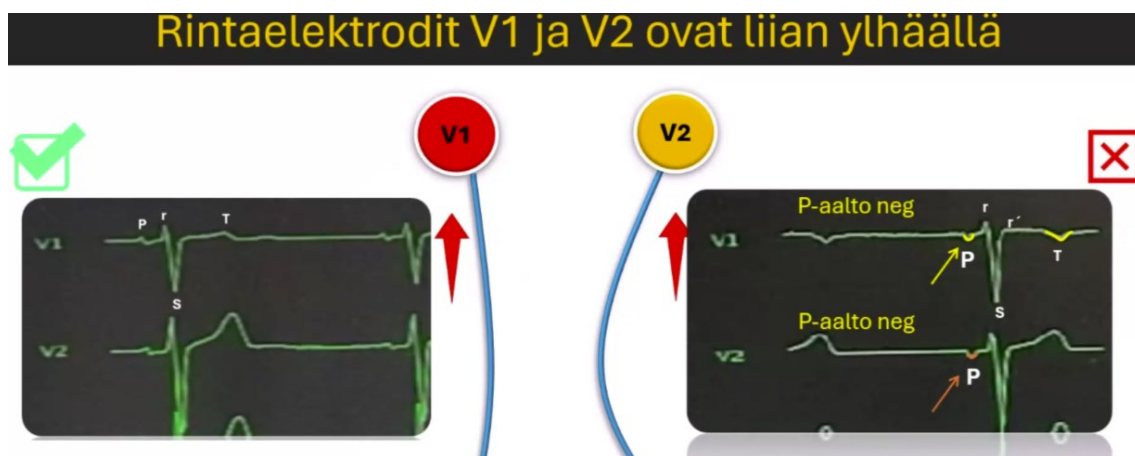
Kania ja hänen kollegansa (2013) havaitsivat, että yli kahden senttimetrin poikkeama elektrodien standardisijoituksesta V2-johtimessa voi aiheuttaa merkittäviä muutoksia EKG-morfologiassa. Esimerkiksi kuvio 9 esittelee, miten V1- ja V2-elektrodien väärä sijoittelu voi johtaa rSr-kuvioon, jota kutsutaan myös "kaninkorvaksi" (ks. kuvio 9). Tämä epätavallinen P-aallon morfologia voi muistuttaa oikeanpuoleista haarakatkoksen muo-

toa, aiheuttaen virheellisiä kliinisiä tulkintoja ja mahdollisesti R-aallon epätyypillistä etenemistä EKG-käyrässä. Tällaiset havainnot ovat tärkeitä oikeiden kliinisten päätelmien tekemiseksi.



Kuvio 9. EKG-käyrä, jossa näkyy rSr'-kompleksi niin kutsuttu kaninkorva. Kuviossa näkyy, että ennen tätä kompleksia tulee negatiivinen P-aalto.

Kuvassa 5 on esitetty, miten V1- ja V2-elektrodien virheellinen sijoittelu vaikuttaa P- ja T-aaltoihin. Vasemmalla puolella elektrodit on asetettu oikein, ja EKG-käyrä näyttää normaalit QRS-kompleksit ja P-aallot. Oikealla puolella elektrodit ovat liian ylhäällä, mikä aiheuttaa P-aallon epänormaalin morfologian (ks. kuva 5). Tällaiset virheet voivat johtaa virheellisiin kliinisiin tulkintoihin.



Kuva 5. V1- ja V2-elektrodit sijoitetaan usein väärin kolmanteen kylkiluuvälän ja liian kauas rintalastasta

Terveystieteiden ammattilaisten on tärkeää saada riittävä koulutus elektrodien oikeaoppiseen sijoitteluun, sillä puutteellinen osaaminen voi vaikuttaa potilaan diagnoosiin ja hoitoon. Abobakerin ja Ranan (2021) mukaan koulutuksen puute voi johtaa vakaviin virheisiin EKG-tulosten tulkinnassa.

### 4.2.3 Kontaktihäiriöt

Elektrodien huono kontakti ihoon voi johtaa häiriöihin EKG-signaalissa. Yleisiä syitä ovat elektrodin katkeaminen, kosketushäiriöt tai erityyppisten elektrodien yhdistäminen, joka voi aiheuttaa erojänniteongelmia. Tämä voi johtaa suoriin viivoihin EKG-käyrässä, joissa ei näy sydämen sähköistä toimintaa. Oikea elektrodien sijoittelu ja ihoon valmistelu ovat avainasemassa luotettavien tulosten saavuttamisessa. (Riski 2011 2b:169–170).

Staattinen sähkö voi aiheuttaa merkittäviä häiriöitä EKG-mittauksissa. Karvainen iho voi estää elektrodien tiiviin kontaktin ihon kanssa, mikä johtaa staattisen sähköön kertymiseen ja artefaktien syntymiseen. Kosteaa ihoa voi heikentää elektrodien ja ihon välistä kontaktia, mikä puolestaan voi aiheuttaa staattisen sähköön kertymistä ja häiritä signaalin laatua. Elektrodit, joiden geelipinta on kuivunut tai jotka ovat vanhentuneet, eivät välttämättä muodosta kunnollista kontaktia ihon kanssa, mikä voi johtaa staattisen sähköön kertymiseen ja aiheuttaa artefakteja (Riski 2011 2b:169–170).

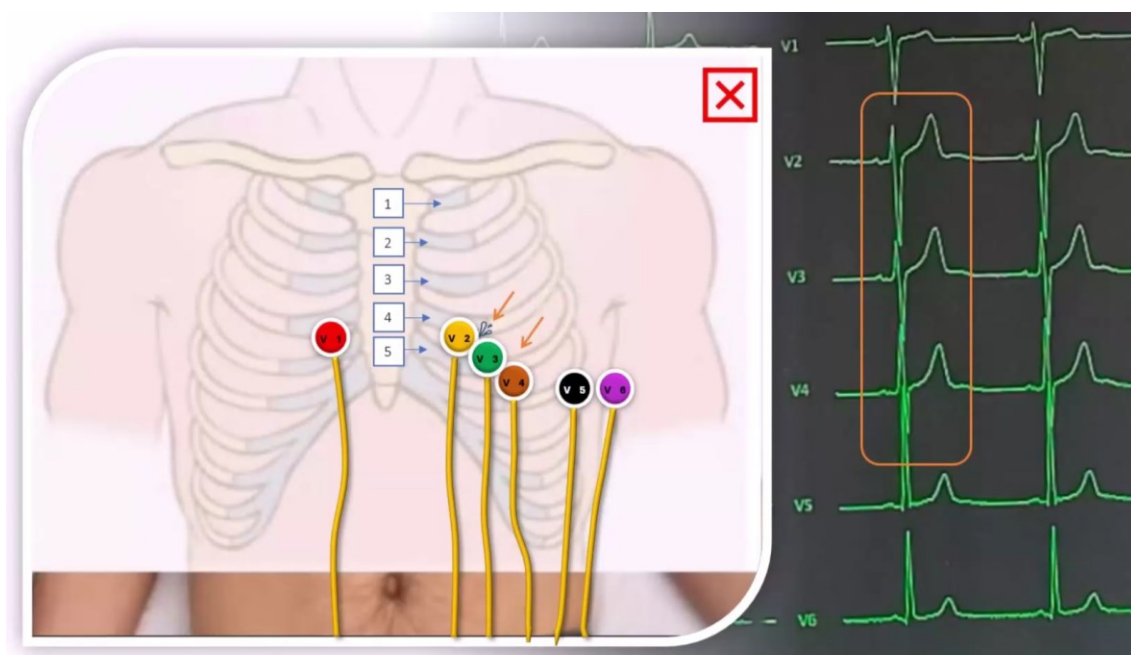
Näiden häiriöiden tunnistamiseksi ja ehkäisemiseksi on tärkeää valmistella iho huolellisesti ennen elektrodien kiinnittämistä. Iho tulee puhdistaa, kuivata ja tarvittaessa karvata, jotta elektrodien kontakti ihoon olisi mahdollisimman hyvä. Ihon luonnollinen rasva ja lika poistetaan rasvaliuottimella, ja ihon uloin kerros, joka on kuollutta ihosolukkoa, rapsutetaan pois. On myös varmistettava, että käytetyt elektrodit ovat uusia ja geeli on tuoretta ja kostea. Elektrodit tulee kiinnittää tiukasti ihoon (Riski 2011 2b:169–170).

Littmann (2021) täydentää näitä näkemyksiä korostamalla, että huolellinen ihon valmistelu ja asianmukainen elektrodien käsittely voivat merkittävästi vähentää staattisen sähköön aiheuttamien häiriöiden esiintymistä ja parantaa EKG-signaalien laatua. Staattinen sähkö voi näkyä EKG:ssä terävinä, epäsäännöllisinä korkeataajuisina signaaleina, jotka voivat vaikeuttaa sydämen sähköisen toiminnan oikeaa tulkintaa.

### 4.2.4 Pastasilta.

EKG:n mittauksissa käytetään elektrodeja, joiden väliin voi kertyä kosteutta hikoilun tai elektrodipastan vaikutuksesta. Tämä kosteus voi synnyttää ns. pastasiltaa elektrodien välille, mikä saattaa johtaa epätoivottuihin sähköisiin yhteyksiin. Vaikka pastasilta ei näy suoraan EKG-käyrässä, sen vaikutukset, kuten muutokset QRS-kompleksin muodossa, voivat heijastua mittauksiin (ks. kuva 6). Nämä virhetulkinnat voivat aiheuttaa elektrodien

rekisteröintiä toistensa signaaleiksi, mikä voi vääristää mittauksen tuloksia ja johtaa virheellisiin toimenpiteisiin. (Riski 2011 2b:169–170.)



Kuva 6. Pastasilta, virhe voi olla vaikea havaita jälkikäteen, sillä kontaktissa olevat rintakytkenät saattavat muistuttaa toisiaan

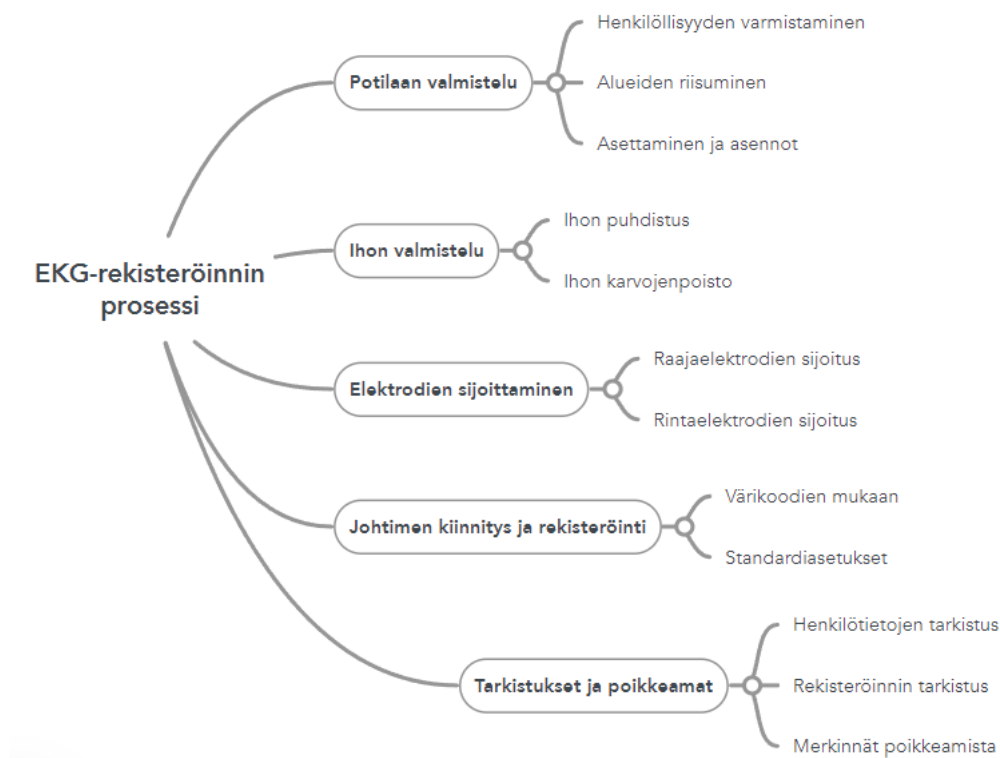
Virhetulkintojen havaitseminen on haastavaa, sillä ne ilmenevät usein epänormaaleina muutoksina QRS-kompleksissa. Välttääkseen tällaisia virhetulkintoja, EKG-tutkijoiden tulisi seurata elektrodien kuntoa ja sijaintia aktiivisesti. On tärkeää varmistaa, että elektrodit eivät ole liian lähellä toisiaan eivätkä liian kosteat, jotta voidaan minimoida pastasilan muodostumisen riski. (Riski, 2011 2b:169–170.)

### 4.3 EKG virhelähteen minimointi

Laadukkaan EKG-kardiogrammin saamiseksi on tärkeää noudattaa tarkkaa protokollaa, joka sisältää valmistautumisen, teknisen osaamisen ja potilaan hyvinvoinnin varmistamisen tutkimusta edeltävinä toimenpiteinä. Potilaan mukavuus ja hyvin informoitu tila ovat keskeisiä, sillä stressi ja epämukavuus voivat vaikuttaa mittauksen tuloksiin. Häiriötekijöiden, kuten sähköhäiriöiden minimointi ja potilaan liikkumisen rajoittaminen tutkimuksen aikana, ovat välttämättömiä luotettavien tulosten saavuttamiseksi. (Handzel 2023; Sattar & Chhabra 2023.)

On myös olennaista tarkistaa ja varmistaa elektrodien kunto ennen tutkimusta. Kuivuneet tai vanhentuneet elektrodit voivat merkittävästi heikentää signaalin laatua ja vaikuttaa diagnoosin tarkkuuteen. Ihon huolellinen puhdistus ja tarvittaessa karvojen poisto elektrodien kiinnityskohtien ympäriltä parantavat ihokontaktia ja signaalin laatua. Elektrodien oikeaoppinen sijoittelu määriteltäviin anatomisiin kohtiin, laitteiston säännöllinen kalibrointi ja sopivien suodattimien käyttö ovat kriittisiä toimenpiteitä ulkoisten häiriöiden minimoimiseksi. (Hadjiantoni ym. 2021; Handzel 2023)

EKG-rekisteröinti onnistuminen vaatii henkilöstöltä sekä koulutusta että kokemusta. Kuviossa 10 on esitetty, miten EKG-rekisteröintiprosessi, elektrodien asettelusta rekisteröintidatan analysointiin, tulisi suorittaa huolellisesti ja järjestelmällisesti (ks. kuvio 10).



Kuvio 10. EKG rekisteröinti ohje

Ohjeiden tarkka noudattaminen on välttämätöntä, sillä rekisteröintivirheet vaikeuttavat häiriöiden havaitsemista ja voivat johtaa virheellisiin diagnooseihin. Kommunikaatio ja potilaan johdonmukainen ohjaus tutkimuksen aikana ovat keskeisiä tekijöitä häiriöiden minimoinnissa ja tutkimuksen laadun parantamisessa. Ammattitaidon jatkuva kehittäminen sekä tarkkaavaisuus mahdollistavat potentiaalisten virhelähteiden tunnistamisen ja välttämisen. (Pakarinen & Oksanen, 1999.) EKG-tulosten tarkkuuden takaamiseksi on

tärkeää huoltaa laitteisto säännöllisesti ja seurata sen toimintaa testeillä. Näin varmistetaan laitteen luotettavuus (Riski 2019: 141–142).

## 5 Opetusvideot oppimisen tukena

Opetusvideoilla on merkittävä rooli oppimisen tukena, erityisesti terveydenhuollon koulutuksissa. Ne tarjoavat visuaalisesti rikasta materiaalia, joka tukee erilaisia oppimistyyliä, kuten havainnointia, kokeilua ja tunnekokemuksia, mahdollistaen oppimisen monipuolistumisen. Repo ja Nuutinen (2005) sekä Brame (2015) korostavat, että opetusvideoiden suunnittelussa ja toteutuksessa on tärkeää noudattaa pedagogisia periaatteita, jotka tukevat oppimisprosessin erityispiirteitä ja edistävät syvällistä ymmärrystä.

Liu ym. (2022) ovat havainneet, että teknologiset innovaatiot, kuten opiskelijoiden itse tuottamat opetusvideot, parantavat EKG-tulkinnan opetusta aktivoimalla opiskelijoita ja tarjoamalla mahdollisuuksia käytännön harjoitteluun videoiden avulla. Tämä edistää oppimista todenmukaisissa ympäristöissä, joissa opiskelijat voivat reaaliajassa visualisoida ja analysoida EKG-käyriä. Samalla Liu ym. (2022) tuovat esiin haasteita, kuten opetuksellisen tarkoituksen epäselvyydet ja tekniset vaikeudet, jotka voivat vaikuttaa oppimiskokemukseen.

Taylan Akgunin ym. (2014) tutkimus "Learning electrocardiogram on YouTube: how useful is it?" analysoi YouTube-videoiden käyttöä EKG:n opetuksessa. He havaitsivat, että vaikka YouTube tarjoaa laajan valikoiman EKG-aiheisia opetusvideoita, sisällön laatu vaihtelee hyödyllisestä harhaanjohtavaan. Yliopistojen ja sairaaloiden lataamat videot arvioitiin erittäin hyödyllisiksi, kun taas yksittäisten käyttäjien lataamat videot olivat usein vähemmän luotettavia. (Akgun ym. 2014.) Tämä korostaa, että videoita valittaessa on oltava erityisen huolellinen, jotta voidaan varmistaa niiden tieteellinen pätevyys ja opetuksellinen arvo.

### 5.1 Multimedian hyödyntäminen terveydenhuollon koulutuksissa

Opetusvideot tarjoavat monia etuja verrattuna perinteisiin tekstimateriaaleihin. Niiden audiovisuaalinen esitystapa helpottaa monimutkaisten käsitteiden ymmärtämistä ja tekee oppimisprosessista mielenkiintoisemman. Mayerin (2021) mukaan videot mahdollistavat erilaisten tilanteiden ja prosessien havainnollistamisen animaatioiden tai todellisten kuvien avulla, mikä selkeyttää abstraktien käsitteiden hahmottamista.

Castillo ym. (2021) täydentävät tätä näkökulmaa toteamalla, että videot voivat tarjota yksityiskohtaisempaa ja käytännönläheisempää tietoa kuin pelkkä teksti. Lisäksi opetusvideoita on helppo käyttää milloin tahansa ja missä tahansa, mikä tekee oppimisesta joustavampaa. Brame (2017) korostaa, että videoiden avulla oppijat voivat toistaa katselukertoja tai pysäyttää videon tarkemman pohdinnan ajaksi, mikä tekee niistä tehokkaan työkalun syvällisen oppimisen tukemiseksi.

## 5.2 Opetusvideoiden ominaisuudet ja pedagogiset periaatteet

Terveydenhuollon aihealueisiin soveltuvat erityisen hyvin konkreettiset esimerkit, havainnollistavat kuvat ja videot, jotka tukevat ymmärtämistä ja muistamista. Mayerin (2021) mukaan nämä elementit ovat avainasemassa oppimisen tukemisessa. Lisäksi vuorovaikuttiset elementit, kuten kysymykset ja tehtävät, edistävät Zhang ym. (2006) mukaan aktiivista osallistumista ja syvempää oppimista.

Opetusvideoiden rakenteen ja tavoitteiden tulee olla selkeitä ja johdonmukaisia, jotta ne tukevat terveydenhuollon opiskelijoiden oppimista tehokkaasti. Mayer (2021) korostaa, että videoiden pituus voi vaihdella aiheen mukaan, mikä tekee joustavasta lähestymistavasta tärkeän. Guo, Kim ja Rubin (2014) sekä Brame (2017) ovat havainneet, että lyhyet, alle kuuden minuutin videot, ovat usein tehokkaampia kuin pitkät, sillä ne auttavat parantamaan keskittymistä ja oppimista. Kuitenkin Lagerstrom ym. (2015) artikkelissaan "The Myth of the Six-Minute Rule: Student Engagement with Online Videos" huomauttavat, että vaikka lyhyet videot usein säilyttävät opiskelijoiden huomion, monet opiskelijat pystyvät myös tehokkaasti vuorovaikuttamaan pidempien videoiden kanssa, erityisesti akateemisessa kontekstissa, jossa syvällisempi materiaalin käsittely on mahdollista. Näin ollen, vaikka lyhyet videot voivat olla hyödyllisiä keskittymisen kannalta, pidemmät videot voivat tarjota syvällisempää oppimista, mikä tekee molemmista lähestymistavoista tärkeitä eri tilanteissa.

## 6 Toiminnallinen opinnäytetyön toteuttaminen

### 6.1 Menetelmälliset lähtökohdat

Toiminnallisen opinnäytetyön lähtökohtana on konkreettinen, olemassa oleva tehtävä, johon etsitään ratkaisua opinnäytetyön avulla (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinos, 2017: 51). Tässä opinnäytetyössä käytetään toiminnallista menetelmää, mikä tarkoittaa

taa, että tuotoksena syntyy opetusvideo, joka tukee ammatillisen käytännön ja koulutuksen kehittämistä. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää video, joka esittelee EKG-mittausten yleisimmät virheet ja häiriöt sekä niiden korjaustoimenpiteet. Videon tarkoituksena on tarjota tietoa EKG-mittauksista ja niiden virhelähteistä sekä siitä, miten virheitä voi välttää. Opetusvideo toimii välineenä, joka tukee ammatillista käytäntöä ja parantaa opiskelijoiden sekä alan työntekijöiden osaamista, mikä johtaa parempaan potilaiden tutkimusten laatuun.

Toiminnallisessa opinnäytetyössä keskeistä on käytännönläheinen ja konkreettinen lähestymistapa, jossa teoretieto yhdistetään käytännön toimintaan. Kehittämismalli toistuu, ja siihen kuuluu suunnittelu, toteutus, arviointi ja parannusten tekeminen saadun palautteen perusteella. Tämä lähestymistapa varmistaa, että tuotos vastaa käyttäjien tarpeita ja on mahdollisimman hyödyllinen ja toimiva. (Salonen 2017: 55.)

## 6.2 Toimintaympäristö, kohderyhmä ja hyödynsaajat

Opetusvideo on suunniteltu ja toteutettu Metropolian ammattikorkeakoulun tiloissa, hyödyntäen koulun tarjoamia teknologisia resursseja ja oppimisympäristöjä. Metropolian oppimisympäristö sisältää luokkahuoneet ja tietokonehuoneet, joissa opiskelijat voivat katsella ja käyttää videota osana opintojaan.

Opetusvideo on suunnattu pääasiassa Metropolian ammattikorkeakoulun bioanalyttikko-opiskelijoille, jotka osallistuvat kliinisen fysiologian opintojaksoilla.

Hyödynsaajia ovat opiskelijoiden lisäksi myös opetushenkilöstö ja kliiniset ammattilaiset, jotka käyttävät EKG:tä osana päivittäistä työtään. Lisäksi potentiaalisina hyödynsaajina ovat terveydenhuollon organisaatiot ja potilaat, joiden EKG-mittausten laatu ja luotettavuus paranevat.

## 6.3 Lähtötilanteen kartoitus

Ennen projektin aloittamista suoritettiin kattava kirjallisuuteen pohjautuva teoreettinen osio. Tässä osiossa tutkittiin olemassa olevaa tietoa EKG-mittauksista, niiden yleisistä virheistä ja vaikutuksista diagnostiikkaan. Teoreettinen osuus kattoi sekä tieteelliset tutkimukset että kliiniset käytännöt, jotka ovat keskeisiä EKG-virheiden tehokkaan tunnistamisen ja korjaamisen ymmärtämiseksi (Handzel 2023).

Omasta työkokemuksesta EKG-rekisteröinneissä saatiin arvokasta tietoa tyypillisistä ongelmista, joita aloittelevat terveydenhuollon ammattilaiset usein kohtaavat. Havaittiin,

että perustason vaellusviiva on yleinen virhelähde, joka näkyy heti silmämääräisesti. Tämä virhe voi johtua monista syistä, kuten elektrodien puutteellisesta kiinnityksestä, potilaan liikkeestä tai sähköisistä häiriöistä ympäristössä (Li & Boulanger 2021; Rahman ym. 2022). Näiden havaintojen perusteella todettiin, että tarvitaan selkeää ja käytännönläheistä opetusmateriaalia, joka keskittyy EKG-mittauksen virhelähteiden tunnistamiseen ja korjaamiseen.

SWOT-analyysiä käytettiin arvioimaan projektin vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia. SWOT-analyysi on menetelmä, jolla pyritään tunnistamaan ja analysoimaan projektin sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä neljässä kategoriassa: vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat. Analyysin avulla tunnistettiin ne osa-alueet, joissa video voisi tarjota suurimman hyödyn sekä mahdolliset haasteet, jotka voisivat vaikuttaa lopputulokseen. Kuvio 11 esittää SWOT-analyysin tulokset (ks. kuvio 11).

<p><b>Erikoistunut sisältö</b> Opetusvideo tarjoaa syvällistä tietoa EKG-mittausten yleisistä virhelähteistä, joka on suoraan sovellettavissa kliiniseen työhön.</p> <p><b>Koulutuksellinen arvo</b> Video tukee terveydenhuollon ammattilaisten ja opiskelijoiden koulutusta parantaen heidän kykyään suorittaa EKG-mittauksia virheettömästi.</p> <p><b>Visuaaliset ja interaktiiviset opetusmenetelmät</b> Vaikka suunniteltu interaktiivisuus Thinglink-alustalla jäi toteuttamatta, video hyödyntää visuaalista tekniikkaa parantaen oppimiskokemusta.</p>	<p><b>Tekninen toteutus</b> Alun perin suunniteltu interaktiivisuus jäi toteuttamatta, mikä rajoittaa opetusvideon vuorovaikutteisuutta ja oppimiskokemusta.</p> <p><b>Tekniset haasteet</b> Koneäänityksen käyttö ja aksenttien hallinnan haasteet toivat esiin teknisiä rajoitteita, jotka vaikuttivat projektin toteutukseen.</p> <p><b>Pedagoginen valmistautuminen</b> Projektit toteutetaan usein ilman selkeästi määriteltyä pedagogista perustaa, mikä voi heikentää koulutuksen laatua.</p>
<p><b>VAHVUUDET</b></p>	<p><b>HEIKKOUEDET</b></p>
<p><b>Oppimisen saatavuuden laajentaminen</b> Videot mahdollistavat opetusmateriaalien saatavuuden perinteisen luokahuoneen ulkopuolelle, mukaan lukien etäopetus.</p> <p><b>Laajentaminen ja parantaminen</b> Tulevaisuudessa voimme integroida Thinglinkin tai vastaavat alustat lisätäksemme videoon interaktiivisia elementtejä. Teknisten välineiden parantaminen mahdollistaa myös laadukkaampien opetusmateriaalien tuotannon.</p>	<p><b>UHAT</b></p> <p><b>Resurssit</b> Rajoitetut tekniset ja taloudelliset resurssit voivat heikentää videoprojektien laatua ja laajuutta.</p> <p><b>Teknologian nopea kehitys</b> edellyttää videoiden jatkuvaa päivitystä, ja jatkuvasti muuttuvat tekniset standardit sekä alustojen päivitystarpeet voivat vaikuttaa videon käytettävyyteen ja saavutettavuuteen.</p> <p><b>Yksityisyys ja tekijänoikeudet</b> Videomateriaalien käyttö edellyttää yksityisyyden suojan ja tekijänoikeuksien huomioimista, mikä voi rajoittaa materiaalien käyttöä.</p>
<p><b>MAHDOLLISUUDET</b></p>	

Kuvio 11. Analysoidaan vahvuudet ja heikkoudet SWOT –analyysin avulla.

Projektin vahvuuksiksi todettiin, että opetusvideo tarjoaa syvällistä tietoa EKG-mittauksista ja niiden virhelähteistä, mikä voi parantaa opiskelijoiden ja ammattilaisten kykyä suorittaa tarkkoja mittauksia. Heikkouksina mainittiin teknisten resurssien rajallisuus ja koneäänien käyttö, jotka voivat heikentää videon laatua ja vaikuttaa oppimiskokemukseen. Mahdollisuuksiksi arvioitiin oppimateriaalin laajentaminen ja sen helppo saatavuus myös etäopetuksessa. Tulevaisuudessa voidaan integroida interaktiivisia elementtejä ja parantaa teknistä laatua. Uhkina tunnistettiin rajoitetut tekniset ja taloudelliset resurssit sekä teknologian nopean kehityksen vaatimat päivitykset ja yksityisyyden suojan huomioiminen.

SWOT-analyysi otettiin huomioon videon suunnittelussa ja kehittämisessä, mikä auttoi varmistamaan, että lopputuotos pyrkii vastaamaan sekä opetustavoitteita että katsojien tarpeita. SWOT-analyysin avulla tunnistetut vahvuudet ja mahdollisuudet pyrittiin hyödyntämään maksimaalisesti, kun taas heikkouksiin ja uhkiin kehitettiin strategioita niiden minimoimiseksi.

Opetusvideon kehittämisessä keskityttiin erityisesti yleisimpiin ja kriittisimpiin virhelähteisiin, jotka vaikuttavat potilaan turvallisuuteen ja hoitoon. Tavoitteena on, että tämän opinnäytetyön tuloksena syntynyt opetusvideo toimii hyödyllisenä työkaluna EKG-mittausten koulutuksessa ja tukee sekä opiskelijoiden että klinikoiden ammatillista kehitystä.

## 6.4 Toiminnan etenemisen ja työskentelyn kuvaus

### 6.4.1 Tiedonhaku

Opinnäytetyössä tiedonhaku perustui tieteellisen tiedon hakuun ja käsittelyyn, joka kattoi sekä tieteelliset artikkelit että kliiniset suositukset EKG-mittauksista ja niiden yleisistä virhelähteistä. Tiedonkeruu suoritettiin kahdessa vaiheessa.

Ensimmäisessä vaiheessa hyödynnettiin tieteellisiä tietokantoja, kuten PubMed, Google Scholar ja Metcat, sekä kliinisiä tietolähteitä, kuten Duodecim Oppiportti. Näiden avulla kerättiin laaja ja monipuolinen tietokokonaisuus, joka kattoi EKG-mittauksen virhelähteet, rekisteröinnin prosessit, häiriöt, artefaktit sekä videoeditoinnin laadun. Lähteiden rajauksena käytettiin viiden ja kymmenen vuoden välistä aikajännettä.

Toisessa vaiheessa osallistuttiin Metropolian ammattikorkeakoulun järjestämiin työpajoihin, kuten Tiedonhaun työpajaan ja Digipajaan. Tiedonhaun työpajassa kehitettiin taitoja tieteellisen tiedon hakemisessa ja käsittelyssä, mikä toimi tarkoituksenmukaisen tiedonhaun perustana. Digipajassa puolestaan keskityttiin digitaalisten työkalujen ja ohjelmistojen hyödyntämiseen opetusvideon tuottamisessa ja editoinnissa, mikä paransi videon teknistä laatua.

Hakusanojen ja avainsanojen käyttö oli tärkeä osa tiedonhakua. Hakusanat kohdistuivat erityisesti EKG-virhelähteisiin ja videoeditoinnin laatuun.

Hakusanat ja avainsanat:

- EKG virhelähteet

- EKG rekisteröinti
- EKG häiriöt
- EKG artefaktit
- Video opetuksen tukena
- Videoeditointi
- Effective educational videos
- EKG interpretation errors video

Opinnäytetyön suunnitteluvaiheessa kehittämistehtävää ohjaavat kysymykset määriteltiin. Näiden kysymysten avulla ohjattiin tiedonhakuja ja varmistettiin, että käytettiin vain projektille relevantteja ja luotettavia lähteitä. Näin varmistettiin, että tiedonhaku oli tarkoituksenmukaista ja tehokasta, mikä mahdollisti luotettavan ja käytännöllisen opetusvideon tuottamisen.

#### 6.4.2 Opetusvideon sisällön suunnittelu

Kun riittävästi tietoa oli kerätty, aloitettiin opetusvideon sisällön ja rakenteen suunnittelu. Tavoitteeksi asetettiin video, joka käsittelee 12-kytkennän EKG yleisimpiä virheitä ja häiriöitä selkeällä ja visuaalisesti miellyttävällä tavalla. Videon tavoitteena on auttaa käyttäjiä tunnistamaan EKG-rekisteröinnin aikana esiintyviä virheitä, mikä on tärkeää, sillä jotkut virheet ovat vaikeasti havaittavissa ja voivat johtaa vakaviin seurauksiin. Opetusvideota kehittäessä integroitiin teoreettista tietoa EKG periaatteista, jotka on kuvattu luvuissa 3 ja 4, osoittaakseen niiden käytännön soveltamista.

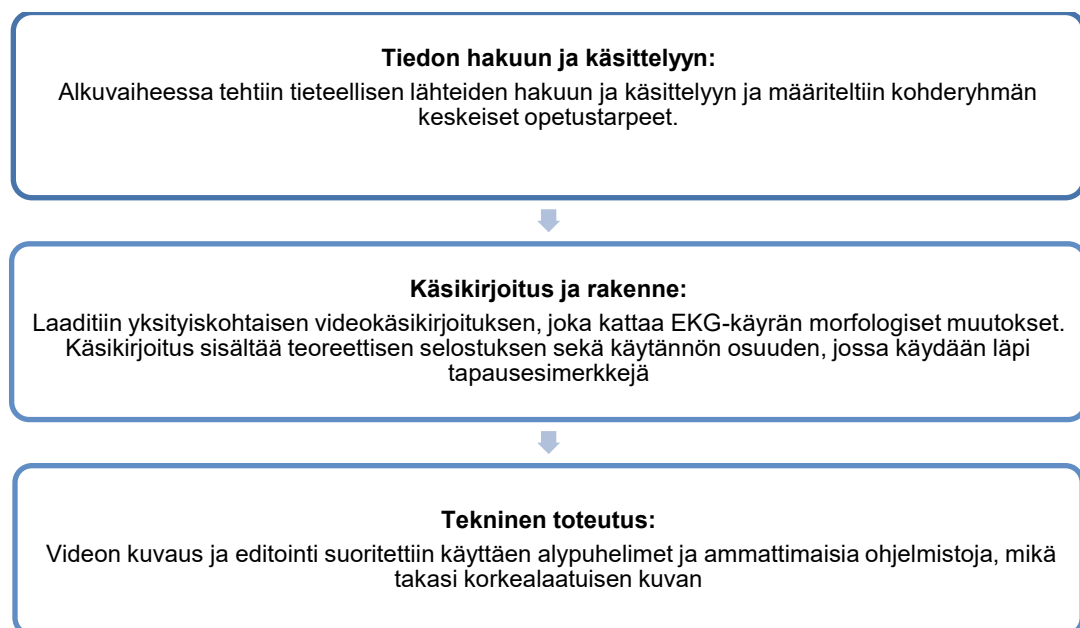
Käsikirjoituksen laadinnassa painotettiin aiheen tärkeyttä ja ajankohtaisuutta. Tieteellisiin tutkimuksiin perustuvia lähteitä käytettiin varmistamaan, että sisältö on tieteellisesti perusteltua ja kliinisesti merkittävää. Videossa näytetään, kuinka elektrodit tulee sijoittaa oikein ja mitkä virheet voivat ilmetä, jos elektrodeja ei aseteta oikein. Lisäksi selitetään, kuinka erilaiset tekijät, kuten potilaan anatomia ja elektrodien oikea sijoittelu, vaikuttavat EKG-tulosten tarkkuuteen (Hadjiantoni ym. 2021; McFee & Johnston 1953). Visuaaliset materiaalit suunniteltiin esittämään selkeästi EKG-käyrän morfologisten muutosten prosesseja tyypillisissä virhetilanteissa.

Alkuperäisessä suunnitelmassa videon rakenne jaettiin kahteen pääkategoriaan, virheet ja häiriöt. Myöhemmin sisältö jaettiin neljään pääkategoriaan: ulkoiset häiriöt, potilasta johtuvat häiriöt, hoitajan aiheuttamat virheet ja laitteesta johtuvat häiriöt. Tämä jaottelu paransi ymmärrystä ja informaation omaksumista, ja mahdollisti opiskelijoiden

keskittymisen yhteen aiheeseen kerrallaan. Näin monimutkainen materiaali ei ylikuormittanut oppijoita, mikä paransi oppimiskokemusta (Brame 2017).

Parantaakseen katsojien sitoutumista ja materiaalin havainnollistamista, video sisältää animaatioelementtejä. Videossa esitetään visuaalisia esimerkkejä sekä oikein että virheellisesti tehdyistä EKG-mittauksista sekä erilaisia käytännön tapausesimerkkejä. Animaatioiden avulla voidaan havainnollistaa monimutkaisia käsitteitä ja prosesseja, mikä tekee oppimisesta interaktiivisempaa ja mielekkäämpää (Kuokkanen 2019).

Videon suunnitteluprosessin vaiheet on esitetty kuviossa 12 .



Kuvio 12. Videon suunnitteluprosessi

#### 6.4.3 Tekninen toteutus

Kuvaustilanteet järjestettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Myllypuron kampuksella, missä käytössä olivat tarvittavat EKG-laitteet ja muut apuvälineet. Tämä mahdollisti ammattimaisen kuvausympäristön hyödyntämisen ja varmisti, että korkealaatuista materiaalia saatiin tuotettua opetuskäyttöön. Älypuhelimia käytettiin videoiden ja kuvien tallennukseen, mikä mahdollisti joustavan ja helposti saatavilla olevan ratkaisun. Editointiin ja äänen lisäykseen valittiin Clipchamp-ohjelmisto, ja animaatiot sekä tekstidokumentit tehtiin PowerPointin ja Microsoft Wordin avulla.

Kuvausprosessi sisälsi videoiden ja valokuvien kuvaamisen älypuhelimilla sekä animaatioiden suunnittelun PowerPointissa. Clipchamp-ohjelmistolla yhdistettiin video-, ääni- ja animaatioelementit yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, mikä mahdollisti monipuolisen ja visuaalisesti rikkaan materiaalin tuottamisen. Kuvausprosessin aikana kohdattiin haasteita kohtauksia ja tapausesimerkkejä yhdistettäessä, mutta niiden informatiivinen arvo säilytettiin. Videolla pyrittiin havainnollistamaan virheiden syntymekanismia ja niiden vaikutuksia EKG-käyrään. Tekstiselityksiä ja esimerkkimittauksia lisättiin videoon, jotta katsojat ymmärtäisivät paremmin käsiteltäviä ilmiöitä.

#### 6.4.4 Videoeditointi ja saavutettavuus

Videoeditointi suoritettiin käyttäen korkearesoluutioista kuvaa ja videota, jotta laatu säilyisi mahdollisimman hyvänä. Editointiprosessissa varmistettiin, että sisältö oli sekä informatiivista että visuaalisesti miellyttävää. Videon saavutettavuutta parannettiin lisäämällä siihen valinnaiset tekstitykset, mikä mahdollisti tekstien kytkemisen päälle tai pois käyttäjän toiveiden mukaan. Koska ihmisillä on erilaisia mieltymyksiä tekstityksen suhteen, videoon liitettiin ohjeet tekstitysten käyttöön. WCAG 2.1 -ohjeistuksen mukaan kaikille ennakkoon tallennetuille audiovisuaalisille medioille tulisi lisätä tekstitys, ja kaikki live-lähetykset tulisi varustaa myös tekstityksellä, jotta ne olisivat mahdollisimman saavutettavia. Näiden standardien noudattaminen varmistaa, että sisältö on esteettömästi saatavilla ja ymmärrettävä laajemmalle yleisölle, mikä on erityisen tärkeää kuulovammaisille tai kieltä opiskeleville henkilöille. (Aluehallintovirasto).

Clipchamp-ohjelman käyttö valittiin sen mahdollisuuden vuoksi integroida koneääni. Vaikka hyvän videon suositukset painottavat liveä äänitettyä ääntä, tietoinen valinta tehtiin koneäänityksen käytöstä. Tämä johtui siitä, että suomen kieltä ei puhuta äidin kielenä, ja haluttiin välttää mahdolliset ongelmat aksentin kanssa, jotka olisivat voineet vaikuttaa tiedon ymmärrettävyyteen. Näin varmistettiin, että opetusvideo on mahdollisimman selkeä ja helposti ymmärrettävä kaikille kuulijoille. Työskentely koneäänityksen kanssa osoittautui kuitenkin teknisesti haastavaksi, erityisesti aksenttien hallinnan suhteen, mikä osoittautui hallitsemattomaksi. Tämä johti siihen, että monia kohtauksia jouduttiin sovittamaan äänen mukaan.

#### 6.4.5 Arviointi

Videon tuotantoprosessissa tehtiin keskeisiä päätöksiä sisällön, rakenteen, kielen ja visuaalisen ilmeen laadun parantamiseksi. Kehitystyössä hyödynnettiin tieteellistä tutkimusta ja kliinisiä suosituksia, jotka varmistivat materiaalin tarkkuuden ja relevanssin.

Projektin kehitystä ohjasi SWOT-analyysi, joka auttoi tunnistamaan projektin vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat, ja näin edistettiin videon parantamista.

Palautekyselyn avulla, joka toteutettiin sähköisellä kyselylomakkeella, saatiin arvokasta tietoa videon onnistumisesta ja kehityskohteista. Tuotannon aikana tehdyt päätökset perustuivat saatuun palautteeseen, mikä paransi videon sisältöä, rakennetta ja visuaalista ilmettä.

Videon sisältö jaettiin neljään pääkategoriaan: ulkoiset häiriöt, potilasta johtuvat häiriöt, hoitajan aiheuttamat virheet ja laitteesta johtuvat häiriöt. Tämä jäsentely mahdollisti loogisen esitystavan ja helpotti katsojien keskittymistä kuhunkin aihealueeseen. Video pyrittiin tekemään ymmärrettäväksi laajalle yleisölle välttämällä liian teknisiä termejä.

Koneääniä käytettiin johdonmukaisuuden lisäämiseksi esitystapaan, mutta teknisten haasteiden vuoksi joidenkin kohtausten äänet jouduttiin mukauttamaan useita kertoja ja joitakin kohtauksia muokkaamaan äänen mukaan. Videon visuaalinen ilme suunniteltiin tukemaan oppimista tehokkaasti. Animaatioita ja visuaalisia esimerkkejä käytettiin monimutkaisten käsitteiden ja prosessien havainnollistamiseen, mikä teki oppimisesta interaktiivisempaa ja mielekkäämpää.

Videon ensimmäinen versio esiteltiin opettajille, joiden antaman palautteen jälkeen videota muokattiin lyhyemmäksi ja sen esitystahdin säätämiseen kiinnitettiin huomiota. Ylimääräinen sisältö poistettiin, jotta lopputulos palvelisi paremmin kohdeyleisöä. Video testattiin uudelleen, ja seuraavassa vaiheessa arvioinnin tueksi kyselylomake lähetettiin Google Forms -työkalun avulla 32 bioanalyytikon opiskelijalle. Tämä kyselylomake toimi keskeisenä välineenä, jonka avulla arvioitiin videotuotannon onnistumista ja videoon kohdistuneita odotuksia. Kyselyn (Taulukko 1) tulosten perusteella video muokattiin vielä kertaalleen parantamaan sen tehokkuutta ja käytettävyyttä oppimisen tukena.

Taulukko 1. Palautekyselyn vastausten analyysi

<p><b>Sisällön selkeys</b> 75 % vastaajista arvioi sisällön erittäin selkeäksi (arvosana 5), ja 25 % arvioi sen melko selkeäksi (arvosana 4). Tämä korkea arviointi selkeydestä kertoo onnistuneesta sisällön esitystavasta ja siitä, että keskeiset opit on välitetty tehokkaasti.</p>
<p><b>Loogisuus ja rakenne</b> 66,7 % vastaajista koki videon erittäin loogiseksi (arvosana 5), kun taas 33,3 % arvioi sen melko loogiseksi (arvosana 4).</p>

<p>Looginen rakenne auttaa oppijoita seuraamaan sisältöä helpommin ja edistää oppimisen syvyyttä.</p>
<p><b>Visuaaliset elementit</b>          Vaikka 66,7 % koki visuaaliset elementit hyvin tukeviksi (arvosana 5), oli 33,3 % tyytymättömiä niiden tukeen (arvosana 3).          Visuaaliset elementit ovat keskeisiä opetusvideoissa, mutta niiden on oltava tarkasti kohdennettuja ja tuettava opetettavaa sisältöä selkeästi.</p>
<p><b>Etenemistahti ja esitystapa</b>          Suurin osa vastaajista (75 %) piti tahtia sopivana (arvosana 5), mutta 16,7 % koki sen hieman liian nopeaksi tai hitaaksi.          Tasainen etenemistahti on tärkeä, jotta kaikki käyttäjät ehtivät omaksua tiedon ilman, että kukaan kokee jäävänsä jälkeen.</p>
<p><b>Kokonaisvaikutelma</b>          Kokonaisvaikutelma oli myönteinen: 58,3 % antoi korkeimman arvosanan (5) ja 41,7 % toiseksi korkeimman (4).          Hyvä kokonaisvaikutelma viittaa siihen, että video palvelee tarkoitustaan opetustyökaluna tehokkaasti.</p>

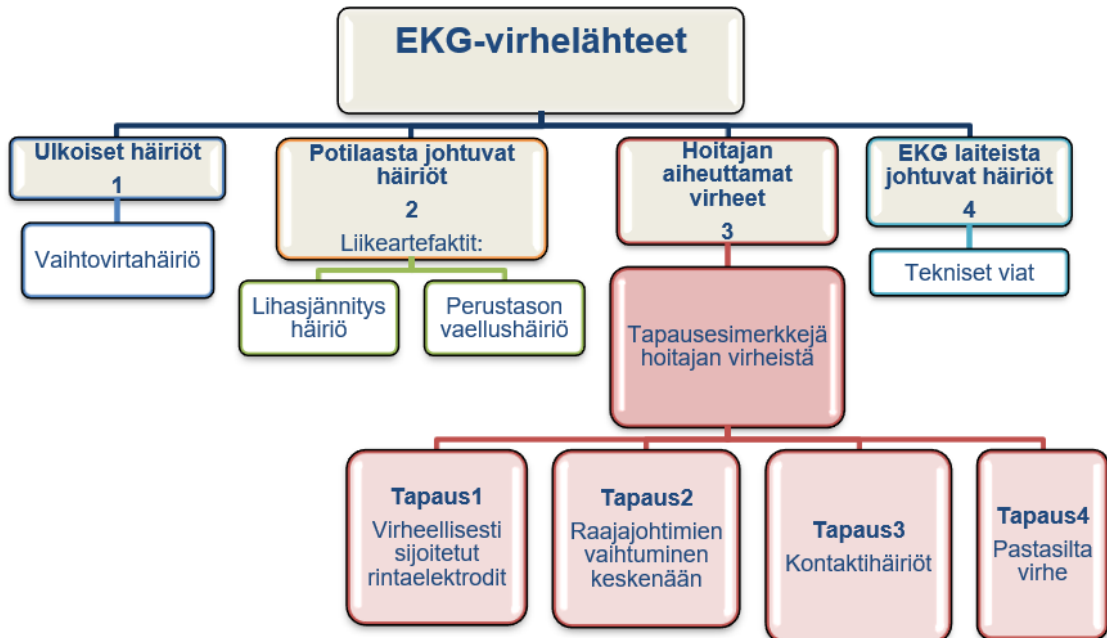
## Vapaa palaute

Vapaassa palautteessa käyttäjät antoivat lisätietoja siitä, mitä osa-alueita voisi vielä kehittää. Esimerkiksi koneääni koettiin joissakin tapauksissa häiritseväksi, ja puheen sekä tekstin synkronointi kaipaa pientä säätöä. Nämä palautteet tarjoavat suoraa ohjeistusta tuleviin parannuksiin, jotta opetusvideo palvelisi käyttäjiä entistä paremmin. Kaikki palautteet esitetään liitteenä (Liite 2)

## 7 Opinnäytetyön tuotos

Videon kesto on 8 minuuttia, mikä tutkimusten mukaan edistää oppimista ja opiskelijoiden huomion ylläpitämistä. Video sisältää teoreettisen osan, jossa selitetään keskeisiä käsitteitä ja menetelmiä EKG-virheiden diagnosoimiseksi, sekä käytännön osan, jossa esitellään todellisia tapausesimerkkejä. Videon tarkoituksena on opettaa opiskelijoita tunnistamaan yleisimmät virheet EKG-rekisteröinnissä. Video on kehitetty hyödyntäen nykyaikaista teknologiaa, mikä mahdollistaa tarvittavan tiedon ja taitojen tehokkaan välittämisen. Video tarjoaa yksityiskohtaisen analyysin ja esimerkit yleisimmistä virhelähteistä, jotka on tunnistettu tutkimuksen aikana. Videossa korostetaan, kuinka tärkeää virheiden tunnistaminen on potilasturvallisuuden ja tarkkojen diagnostisten tulosten

kannalta. Lisäksi video korostaa EKG-tutkimuksen suorittajan keskeistä roolia mittausten toteuttamisessa ja virheiden ehkäisyssä. Videon sisältö voidaan nähdä kuviossa 13. Se sisältää sekä teoreettisia että käytännön osuuksia. Video esittelee yleisimmät virhelähteet, niiden tunnistamisen ja korjaamisen selkeästi ja ymmärrettävästi.



Kuvio 13. Videon sisällön esimerkki. EKG-virhelähteet, jotka jakavat virhelähteet neljään pääkategoriaan

## 8 Pohdinta

### 8.1 Tuotoksen tarkastelu

Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt opetusvideo EKG-mittauksen yleisimmistä virhelähteistä voi tarjota hyödyllisen resurssin terveydenhuollon ammattilaisille ja opiskelijoille. Video on suunnattu ensisijaisesti Metropolia Ammattikorkeakoulun bioanalyttikko-opiskelijoille, mutta sitä voidaan hyödyntää myös kliinisen fysiologian opintojaksojen opiskelijoiden ja muiden terveydenhuollon ammattilaisten keskuudessa, jotka käyttävät EKG:tä osana päivittäistä työtään. Videota voidaan käyttää oppimateriaalina opintojaksoilla, lisäkoulutuksessa jo valmistuneille ammattilaisille sekä auttamaan terveydenhuollon ammattilaisia soveltamaan parhaita käytäntöjä työssään. Tämä voi parantaa oppimiskokemusta ja lisätä käytännön osaamista. Opetusvideota voidaan hyödyntää monipuolisesti eri oppimisympäristöissä. Sen avulla voidaan tutustua EKG-mittauksen

virhelähteisiin ja oppia niiden välttämiseksi tarvittavia toimenpiteitä. Video tarjoaa visuaalista tukea teoreettiselle opetukselle ja toimii kätevänä materiaalina itseopiskelussa. Videon saavutettavuus mahdollistaa sen käytön niin luokkahuoneessa kuin etäopetuksessakin, ja siinä on mahdollisuus lisätä tekstitykset tarvittaessa sekä säätää katse-lunopeutta oppijan tarpeiden mukaan.

Videon tuotantoprosessissa kohdattiin useita haasteita. Teknisten resurssien rajallisuus vaikutti videon laatuun, erityisesti äänenlaatuun, kun päätettiin käyttää koneääntä. Lisäksi haluttiin lisätä videoon interaktiivisia elementtejä, kuten tageja Thinglink-alustan kautta, mutta kaikkia suunniteltuja ominaisuuksia ei pystytty toteuttamaan juuri resurssien puutteen takia. Tämä tarkoittaa, että tarvittavaa aikaa ja teknistä osaamista ei ollut riittävästi kaikkien tavoitteiden saavuttamiseksi. Palautteen perusteella kävi ilmi, että osa katsojista piti koneääntä rauhallisena ja sopivana, kun taas toiset kokivat sen haastavana ja häiritsevänä. Lisäksi oppimateriaalia oli vaikea tehdä täysin kattavaksi kaikkien opiskelijoiden tarpeisiin, koska osallistumisprosentti arviointivaiheessa oli alhainen. Tämä vaikutti saadun palautteen kattavuuteen ja edustavuuteen.

Projektin tavoitteena oli luoda informatiivinen ja selkeä opetusvideo, jonka avulla opiskelijat pystyisivät tunnistamaan EKG-rekisteröinnin virhelähteet. Tavoitteet saavutettiin osittain, sillä video tarjoaa katsauksen yleisimpiin virheisiin ja niiden ehkäisyyn. Opiskelijoilta ja opettajilta saadun palautteen perusteella video koettiin hyödylliseksi ja informatiiviseksi. Prosessi onnistui kokonaisuudessaan hyvin, vaikka joitakin teknisiä haasteita ilmeni, ja vaikka kaikkia suunniteltuja ominaisuuksia ei voitu toteuttaa, lopputuloksen katsotaan olevan silti erittäin hyvä.

Videon avulla onnistuttiin käsittelemään monia EKG-mittauksen virhelähteitä, jotka on tuotu esiin myös aiemmissa tutkimuksissa ja kirjallisuudessa (esim. Riski, 2011; Riski, 2019). Tämä osoittaa, että video voi osaltaan täyttää tutkimuksissa ja kirjallisuudessa esiin tulleet koulutustarpeet ja tarjota käytännönläheisiä ratkaisuja tunnistettujen ongelmien ehkäisyyn. Vaikka saadun palautteen määrä oli suhteellisen pieni, se tarjosi arvokkaita näkemyksiä, jotka auttoivat videon muokkaamisessa entistä paremmaksi. Kehittämistehtävää ohjasivat kysymykset tyypillisistä virhelähteistä ja häiriöistä EKG:n rekisteröinnissä, virhelähteiden tunnistamisen tärkeydestä ja laadukkaan opetusvideon kehittämisen tekijöistä. Näiden kysymysten perusteella video keskittyi erityisesti yleisimpiin virhelähteisiin, kuten liikehäiriöihin, potilaan aiheuttamiin häiriöihin, hoitajan tekemiin virheisiin ja laiteongelmiin. Videossa esitetään selkeästi, miksi virhelähteiden tunnistaminen on tärkeää, korostaen virheiden vaikutusta diagnoosien tarkkuuteen ja potilasturvallisuuteen. Opetusvideon kehittämisessä huomioitiin selkeys, visuaalisuus

ja saavutettavuus, jotka ovat keskeisiä tekijöitä laadukkaan oppimateriaalin luomisessa.

Jatkossa opetusvideota voitaisiin kehittää lisäämällä interaktiivisia elementtejä ja parantamalla äänenlaatua. Lisäksi useampia arviointikierroksia voitaisiin tehdä, jotta saataisiin enemmän osallistujia ja kattavampaa palautetta. Tehtyjen palautekyselyiden perusteella ymmärretään nyt, että joitakin kysymyksiä olisi voitu muotoilla toisin, jotta palaute olisi ollut tarkempaa. Kyselyssä mitattiin eri aspektoja, kuten sisällön selkeyttä, loogisuutta ja rakennetta, visuaalisia elementtejä, etenemistähtia ja esitystapaa sekä kokonaisvaikutelmaa. Esimerkiksi olisi voitu kysyä tarkemmin, miten hyvin video auttoi tunnistamaan spesifisiä virhelähteitä, kuten elektrodien väärän sijoittelun tai potilaan liikkumisesta johtuvat häiriöt. Lisäksi olisi ollut hyödyllistä saada palautetta siitä, kuinka hyvin eri animaatio- ja esityselementit havainnollistivat EKG-mittausten virheitä ja niiden korjaustoimenpiteitä. Kysymykset olisivat myös voineet olla tarkemmin kohdennettuja eri osa-alueille, kuten videon rakenteelle, kielelliselle selkeydelle ja tekniselle toteutukselle. Näin olisi saatu yksityiskohtaisempaa ja hyödyllisempää palautetta, joka olisi voinut auttaa videon edelleen kehittämässä. Toisaalta tekemällä kysymyksistä liian spesifisiä, on myös riski, että osa vastaajista jättää vastaamatta. Tämä korostaa tarvetta löytää tasapaino kysymysten tarkkuuden ja vastausprosentin välillä.

Opetusvideon kehittämistä pidetään hyödyllisenä projektina, joka tarjosi oppimateriaalia EKG-mittausten virhelähteiden tunnistamiseen ja ehkäisyyn. Video on suunniteltu tukemaan bioanalyytikko-opiskelijoiden oppimista ja parantamaan heidän käytännön osaamistaan. Vaikka tuotantoprosessissa kohdattiin joitakin haasteita, videon katsotaan vastaavan asetettuja tavoitteita ja tarjoavan hyödyllistä tietoa sekä opiskelijoille että ammattilaisille.

## 8.2 Luotettavuus

### 8.2 Luotettavuus

Tutkimuksessa käytettiin vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleita ja luotettavia lääketieteellisiä lähteitä, mikä vahvisti tiedon luotettavuutta. Opetusvideota testattiin kahdesti kehityksen aikana, keräten kummallakin kerralla palautetta, jonka avulla sisältöä ja videon laatua parannettiin. Ensimmäisessä testauksessa keskityttiin videon teknisiin aspekteihin ja opetukselliseen sisältöön. Saadun palautteen avulla virheet korjattiin ja tar-

vittavat muutokset tehtiin. Toisessa testauksessa arvioitiin videon käytännön toimivuutta opetustilanteissa, ja uutta palautetta saatiin sekä opettajilta että opiskelijoilta. Tämän palautteen perusteella videon visuaalista ilmettä ja sisältöä vielä viimeisteltiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda opetusvideo, joka auttaisi bioanalyttikko-opiskelijoita ymmärtämään paremmin EKG-tulkintaa osana heidän kliinisen fysiologian opintojaksoaan. Video oli tarkoitettu käytettäväksi osana opintojaksoa, jotta kaikki opiskelijat olisivat voineet antaa palautetta ja auttaa parantamaan sitä. Valitettavasti videon valmistuminen ja kurssin aikataulu eivät kuitenkaan sopineet yhteen, joten video piti testata pienemmällä ryhmällä vapaaehtoisia. Vaikka tämä muutos suunnitelmassa oli pakko tehdä, se opetti meille paljon siitä, miten tärkeää on mukautua ja löytää ratkaisuja yllättäviin tilanteisiin.

Vaikka kaksi testikertaa tarjosivat vankan kuvan videon toimivuudesta, lisättestaukset suuremmalla joukolla olisivat voineet tuoda vielä kattavampaa tietoa. Kuitenkin jo tehdyt testit vahvistivat, että video oli laadukas ja koulutuskäyttöön sopiva. Opetusvideon vaikuttavuutta ja käytettävyyttä arvioitiin lähettämällä bioanalyttikon opiskelijoille anonyymi sähköinen arviointilomake Google Forms -työkalulla. Lomakkeen suunnittelussa korostettiin eettisyyttä, jotta opiskelijat voisivat antaa rehellistä palautetta ilman arviointipainetta. Lomake lähetettiin 32 opiskelijalle, joista 12 vastasi, mikä antaa 37,5 % vastausprosentin. Kyselyn kautta kerätty palaute oli arvokasta videon sisällön jatkokehittämiseen.

Käyttäjäpalautteen huomioiminen kehitysprosessissa ja ongelmien aktiivinen korjaaminen testausvaiheiden aikana ovat lisänneet opinnäytetyön luotettavuutta. Tämä prosessi varmistaa, että tuotettu opetusvideo on sekä toimiva että opetuksellisesti arvokas.

### 8.3 Opinnäytetyön eettisyys

Opinnäytetyössä noudatetaan tarkasti Metropolian eettisiä toimintaperiaatteita. Nämä periaatteet perustuvat Metropolian strategiaan ja arvoihin, jotka ohjaavat kaikkea korkeakoulun toimintaa. Arvojen pohjalta johdetut eettiset periaatteet määrittelevät yhteiset pelisäännöt, joiden mukaan kaikkien metropolialaisten tulee toimia (Metropolia 2022).

Opinnäytetyön eettisyys on tärkeää kaikissa projektin vaiheissa suunnittelusta toteutukseen ja raportointiin. Käytetään vain itse tehtyjä kuvia, animaatioita ja videoita. Näin

varmistetaan, että kaikki sisältö on alkuperäistä ja tekijänoikeudet kunnossa. Videot kuvataan Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa, joten lisälupia ei tarvita. Tämä tekee prosessista yksinkertaisemman ja sääntöjen mukaisen. Projektiin osallistui yksi vapaaehtoinen, jolta pyydettiin kirjallinen lupa osallistumiseen. Hänen henkilöllisyytensä pidetään salassa, eikä henkilökohtaisia tietoja näytetä missään vaiheessa. Näin varmistetaan, että osallistujan yksityisyys suojataan ja että kaikki eettiset periaatteet toteutuvat.

Opinnäytetyöhön liittyvä tieto esitetään avoimesti ja rehellisesti. Tietoja ei muuteta tai vääristellä. Kaikki mahdolliset rajoitukset ja ongelmat kerrotaan selkeästi loppuraportissa. Kaikkia soveltuvia eettisiä ohjeita ja standardeja, mukaan lukien Bioanalyytikon ja laboratoriohoitajan eettisiä ohjeita, noudatetaan tarkasti. (Suomen Bioanalyttikoliitto 2017.) Näissä ohjeissa painotetaan rehellisyyttä, tarkkuutta ja jokaisen ihmisen kunnioittamista.

#### 8.4 Tuotoksen hyödyntäminen

Tämän opinnäytetyön tuottama opetusvideo EKG-mittauksen virhelähteistä tarjoaa monipuolisia hyödyntämismahdollisuuksia terveydenhuollon alalla. Seuraavassa kuvataan, miten tuotosta voidaan käyttää ja millainen vaikutus sillä voi olla:

**Koulutuskäyttö:** Video on suunniteltu ensisijaisesti opetusmateriaaliksi, jota voidaan käyttää osana terveydenhuollon ammattilaisten ja opiskelijoiden koulutusta. Se auttaa opettajia selittämään EKG-mittauksen teknisiä yksityiskohtia ja yleisiä virhelähteitä havainnollisesti ja tehokkaasti. Videon avulla opiskelijat voivat visuaalisesti nähdä, mitä virheitä voi esiintyä ja miten niitä voidaan välttää käytännössä.

**Jatkokoulutus ja täydennyskoulutus:** Video soveltuu myös jatko- ja täydennyskoulutuksen materiaaliksi kokeneemmille terveydenhuollon ammattilaisille. Se tarjoaa kertausmateriaalia ja voi auttaa ammattilaisia pysymään ajan tasalla uusimmista EKG-mittauksen käytännöistä ja standardeista.

**Tutkimus ja kehitys:** Video voi toimia lähtökohtana lisätutkimuksille, jotka keskittyvät EKG-mittauksen parantamiseen ja virheiden vähentämiseen. Tutkimusyhteisöt voivat hyödyntää videon sisältöä kehittäessään uusia sovelluksia, kuten käyttöoppaita, käyttökarttoja ja muita opetusmateriaaleja.

**Yleinen tiedonlevitys:** Koska sydänsairaudet ovat globaali terveysongelma, videon jakaminen laajemmalle yleisölle voi lisätä tietoisuutta EKG-mittauksen tärkeydestä ja parantaa ymmärrystä sydämen terveydestä yleisesti. Video voisi olla hyödyllinen myös

potilaille, jotka haluavat ymmärtää, miten sydämen seuranta toimii ja miten se voi vaikuttaa heidän hoitoonsa.

## 8.5 Kehittämisehdotukset

Vaikka opetusvideota pidetään tehokkaana koulutustyökaluna, sen interaktiivisuutta voitaisiin lisätä integroimalla ThingLink-tageja. Metropolia Ammattikorkeakoulussa, kuten monissa muissakin korkeakouluissa, käytetään aktiivisesti ThingLink-sovellusta, joka on innovatiivinen opetusteknologia ja mahdollistaa lisätiedon ja linkkien helpon lisäämisen kuviin ja videoihin. Resurssien rajallisuuden vuoksi valittiin toinen alusta, mutta ThingLinkin käyttöä suositellaan tulevaisuudessa erityisesti P-QRS-T aaltojen ja segmenttien yksityiskohtaisempaan kuvaamiseen sekä elektrodien anatomisen sijainnin tarkkaan kuvaukseen. Nämä tiedot on jo sisällytetty erilliseen käsikirjoitukseen, ja niiden lisääminen voisi parantaa oppimiskokemusta.

Videon saavutettavuutta eri kohderyhmille voitaisiin parantaa kääntämällä se useammille kielille. Tämä tukisi monikulttuuristen terveydenhuollon ammattilaisten koulutusta ja edistäisi sydänterveyden tietoisuutta globaalilla tasolla.

Tulevaisuudessa suositellaan tiiviimpää yhteistyötä terveydenhuollon ammattilaisten kanssa. Heidän asiantuntemuksensa ja kokemuksensa voivat auttaa tunnistamaan muita ajankohtaisia aiheita ja lisäämään opetusmateriaalin relevanssia. EKG:n käyttöön liittyvä kokemus on osoittautunut arvokkaaksi, ja videolla on pyritty välittämään erilaisia EKG-mittauksessa kohdattuja ongelmia. Nämä ongelmat on pyritty vahvistamaan luotettavilla lähteillä.

## 8.6 Ammatillinen kasvu

Opinnäytetyön tekemistä pidetään tärkeänä osana ammatillista kasvua ja kehitystä. Projektin aikana opittiin tunnistamaan virhelähteitä, näkemään miten virheet ilmenevät EKG-käyrässä ja ymmärtämään parhaita keinoja niiden estämiseksi. Opittiin myös käyttämään uusia teknologioita ja ohjelmistoja, kuten videoeditointityökaluja ja multimediaesityksiä. Lisäksi opinnäytetyöhön integroitiin useita tapausesimerkkejä, joissa analysoitiin konkreettisia EKG-mittausvirheitä ja niiden korjausprosesseja. Tämä mahdollisti teoreettisen tiedon soveltamisen käytännössä ja antoi arvokasta kokemusta todellisten kliinisten ongelmien ratkaisemisesta. Opittuja videoeditointitaitoja käytettiin opetusmateriaalin luomiseen. Tässä materiaalissa näytetään, miten elektrodien väärä sijoittelu voi muuttaa

EKG-käyrää ja selitetään, miten tämä yleinen virhe voidaan tunnistaa ja korjata käytännössä.

Projektin aikana kohdatut haasteet, kuten tekniset ongelmat videoeditoinnissa tai tiedonkeruussa, auttoivat harjoittelemaan ongelmanratkaisua ja kriittistä ajattelua. Tämä kehitti kykyä selviytyä monimutkaisista tilanteista ja löytää tehokkaita ratkaisuja ongelmiin. Työskentely opettajien ja opiskelijoiden kanssa sekä vuorovaikutus muiden ammattilaisten kanssa tarjosi korvaamatonta apua, laajentaen näkemyksiä ja parantaen tutkimuksen laatua. Omaa työtä arvioimalla ja palautetta vastaanottamalla opittiin tunnistamaan vahvuudet ja kehityskohteet. Projektissa käsitellyt eettiset asiat auttoivat ymmärtämään paremmin ammattiin liittyviä eettisiä vaatimuksia ja vahvistivat sitoutumista toimimaan eettisesti kaikessa työssä. Projektin aikana myös itsearviointi ja ammatillinen itseluottamus kehittyivät.

## Lähteet

Abobaker, Ali & Rana, Raj M. 2021. V1 and V2 pericordial leads misplacement and its negative impact on ECG interpretation and clinical care. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 2021(00), e12844. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8293594/>>

Adeniran, Ismail & Hancox, Jules C & Zhang, Henggui. 2013. Effect of cardiac ventricular mechanical contraction on the characteristics of the ECG: a simulation study. *Journal of Biomedical Science and Engineering*. <<https://www.scirp.org/html/41405.html>>

Akgun, Tarkan & Karabay, Can Y. & Kocabay, Gonenc & Kalayci, Arif & Oduncu, Volkan & Guler, Ahmet & Pala, Selcuk & Kirma, Cevat. 2014. "Learning electrocardiogram on YouTube: How useful is it?" *Journal of Electrocardiology*, 47(1), 113–117. [Online]. Saatavilla: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24119748/>>

Aluehallintovirasto. Videoiden ja äänilähetysten saavutettavuus. <<https://www.saavutettavuusvaatimukset.fi/digipalvelulain-vaatimukset/videoiden-ja-aanilahetysten-saavutettavuus/#tekstitys>> Viitattu 26.03.2023.

Barold, S Serge. 2003. Willem Einthoven and the birth of clinical electrocardiography a hundred years ago. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12766530/>>

Brame, Cynthia J. 2015. Effective educational videos. <<https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/effective-educational-videos/>> Viitattu 26.09.2023.

Brame, Cynthia J. 2017. "Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content." *CBE—Life Sciences Education*, vol. 15, nro 4. <<https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.16-03-0125>>

ECG & Echo Learning. Section 1, chapter 5. ECG interpretation: Characteristics of the normal ECG (P-wave, QRS complex, STsegment, T-wave). e-kirja. <<https://ecgwaves.com/topic/ecg-normal-p-wave-qrs-complex-st-segment-t-wave-j-point/>> Viitattu 20.03.2023.

ECG & Echo Learning. Section 1, chapter 3. The ECG leads: Electrodes, limb leads, chest(precordial) leads and the 12-Lead ECG. e-kirja. <[https://ecgwaves.com/topic/ekg-ecg-leads-electrodes-systems-limb-chest-precordial/#The\\_electrophysiological\\_basis\\_of\\_the\\_ECG\\_leads](https://ecgwaves.com/topic/ekg-ecg-leads-electrodes-systems-limb-chest-precordial/#The_electrophysiological_basis_of_the_ECG_leads)> Viitattu 26.03.2023.

ECG & Echo Learning. The electrical axis of the heart (heart axis): ECG & physiology. e-kirja. <<https://ecgwaves.com/electrical-axis-of-the-heart-ecg-physiology-definition/>> v Viitattu 26.03.2023.

Eerola, Hannaleena. 2022. EKG (sydänfilmi). *Terveyskirjasto*. Päivitetty 3.2.2022. Saatavilla: <<https://www.terveyskirjasto.fi/snk03210>> Viitattu 23.04.2023.

García-Niebla, Javier & Llontop-García, Pablo & Valle-Racero, Juan Ignacio & Serra-Autonell, Guillem & Batchvarov, Velislav N. & Bayés de Luna, Antonio. 2009. Technical

Mistakes during the Acquisition of the Electrocardiogram. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1542-474X.2009.00328.x>> viitattu 22.09.23

Guo, Philip J. & Kim, Juho & Rubin, Rob. 2014. How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. saatavilla: <[https://www.researchgate.net/publication/262393281\\_How\\_video\\_production\\_affects\\_student\\_engagement\\_An\\_empirical\\_study\\_of\\_MOOC\\_videos](https://www.researchgate.net/publication/262393281_How_video_production_affects_student_engagement_An_empirical_study_of_MOOC_videos)> Viitattu: 20.02.2023

Hadjiantoni, Alexandros & Oak, Katy & Mengi, Siddhartha & Konya, Judit & Ungvari, Tamas. 2021. Is the correct anatomical placement of the electrocardiogram (ECG) electrodes essential to diagnosis in the clinical setting: A systematic review. *Cardiology and Cardiovascular Medicine*, 5(2), 182–200. <[https://www.researchgate.net/publication/355021596\\_Is\\_the\\_Correct\\_Anatomical\\_Placement\\_of\\_the\\_Electrocardiogram\\_ECG\\_Electrodes\\_Essential\\_to\\_Diagnosis\\_in\\_the\\_Clinical\\_Setting\\_A\\_Systematic\\_Review\\_Citation\\_diagnosis\\_with\\_evaluation\\_of\\_reasons\\_for\\_such\\_mi](https://www.researchgate.net/publication/355021596_Is_the_Correct_Anatomical_Placement_of_the_Electrocardiogram_ECG_Electrodes_Essential_to_Diagnosis_in_the_Clinical_Setting_A_Systematic_Review_Citation_diagnosis_with_evaluation_of_reasons_for_such_mi)> Viitattu 26.02.2023.

Handzel, Sarah, BSN, RN. 2023. ECG Lead Misplacement: Looking at Common Issues. *GE HealthCare*, Aug 18, 2023. Saatavilla: <<https://www.gehealthcare.com/insights/article/ecg-lead-misplacement-looking-at-common-issues>> Viitattu 26.02.2023.

Harrigan, Richard A. & Chan, Theodore. C. & Brady, William J. 2012. Electrocardiographic electrode misplacement, misconnection, and artifact. *The Journal of Emergency Medicine*, 43(6), 1038–1044. <<https://www.sciencedirect.com.ezproxy.metropolia.fi/science/article/pii/S0736467912002454?via%3Dihub>> Viitattu 16.03.2023.

Kania, Michał & Rix, Hervé & Fereniec, Małgorzata & Zavala-Fernandez Heriberto & Janusek, Dariusz & Mroczka, Tomasz & Stix, Günter & Maniewski, Roman. 2013. The effect of precordial lead displacement on ECG morphology. *Med Biol Eng Comput*. 2014; 52(2): 109–119. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3899452/>> Viitattu 22.02.2023.

Kashou, Anthony H. & Shams, Pirbhat & Chhabra, Lovely. 2024. Electrical Right and Left Axis Deviation. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. E-kirja. Viimeisin päivitys: 8. tammikuuta 2024. Saatavilla: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470532/#article-28591.s1>> Viitattu 22.02.2023.

Kuokkanen, Anne. 2019. Vaikuttava opetusvideo: tee se näin. *Mediamaisterin e-learning palvelut*. Blogipostaus 30.10.2019 <<https://www.mediamaisteri.com/blog/kuinkatehda-vaikuttavia-opetusvideoita>> Viitattu: 27.09.2023

Lagerstrom, Larry & Johanes, Petr & Ponsukcharoen, Umnouy. 2015. The Myth of the Six-Minute Rule: Student Engagement with Online Videos <<https://peer.asee.org/the-myth-of-the-six-minute-rule-student-engagement-with-online-videos>>

Littmann, Laszlo. 2021. Electrocardiographic artifact. *Journal of Electrocardiology*, 64, s. 23–29. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022073620305999?via%3Dihub>> Viitattu 11.05.2023.

Mayer, Richard. E. 2021. Evidence-based principles for how to design effective instructional videos. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211368121000231#preview-section-abstract>> Viitattu: 25.09.2023.

Mäkijärvi, Markku & Nikus, Kjell & Raatikainen, Pekka & Parikka, Hannu (toim.). 2019. EKG. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu: 24.09.2023.

Metropolia 2022. Metropolian eettiset toimintaperiaatteet. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Saatavilla: <<https://www.metropolia.fi/fi/metropoliasta/eettiset-toimintaperiaatteet>>

McFee, Richard & Johnston, Franklin D. 1953. Electrocardiographic Leads: I. Introduction. Circulation, vol. VIII, no. 4, s. 554. American Heart Association. Saatavilla: <<https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.CIR.8.4.554>> Viitattu 16.03.2023.

Pakarinen, Sami & Oksanen, Tuomas. 1999. Oire-EKG-rekisteröinti polikliinisten rytmihäiriöpotilaiden arvioinnissa. Duodecim. <<https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo91240.pdf>> Viitattu 25.03.2023.

Perez-Riera, Andres Ricardo & Barbosa-Barros, Raimundo & Daminello-Raimundo, Rodrigo & de Abreu, Luiz Carlos. 2018. Main artifacts in electrocardiography. Annals of Noninvasive Electrocardiology, 23(2): e12494. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6931710/>> Viitattu 26.04.2023.

Rahman, Saifur & Karmakar, Chandan & Natgunanathan, Iynkaran & Yearwood, John & Palaniswami, Marimuthu. 2022. Robustness of electrocardiogram signal quality indices. Journal of the Royal Society Interface, 19(118). <<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsif.2022.0012>> Viitattu: 18.01.2023

Richley, David & Wolff, Andreas & Eggett, Christopher & Ashton, Joanne. 2013. ECG recording in primary care: is it done correctly? Primary Care Cardiovascular Journal (PCCJ), 6(1):25–27. [verkkodokumentti]. Saatavilla: <[https://www.researchgate.net/publication/249992074\\_ECG\\_recording\\_in\\_primary\\_care\\_is\\_it\\_done\\_correctly](https://www.researchgate.net/publication/249992074_ECG_recording_in_primary_care_is_it_done_correctly)> Viitattu: 26.01.2023.

Riski, Hanna-Maarit. 2011. EKG-rekisteröinti (osa 2a): Rekisteröidyn EKG-käyrän tarkastelu: EKG-häiriöt. Aikakauslehti Moodi No 4. 124–125. Viitattu: 30.09.2023

Riski, Hanna-Maarit. 2011. EKG-rekisteröinti (osa 2b): Rekisteröidyn EKG-käyrän tarkastelu: EKG-virheet. Aikakauslehti Moodi No 5. 167–171. Viitattu: 30.09.2023

Riski, Hanna-Maarit. 2019. EKG-Rekisteröinti. Byrettikustannus. Otavan Kirjapaino Oy Viitattu: 30.09.2023

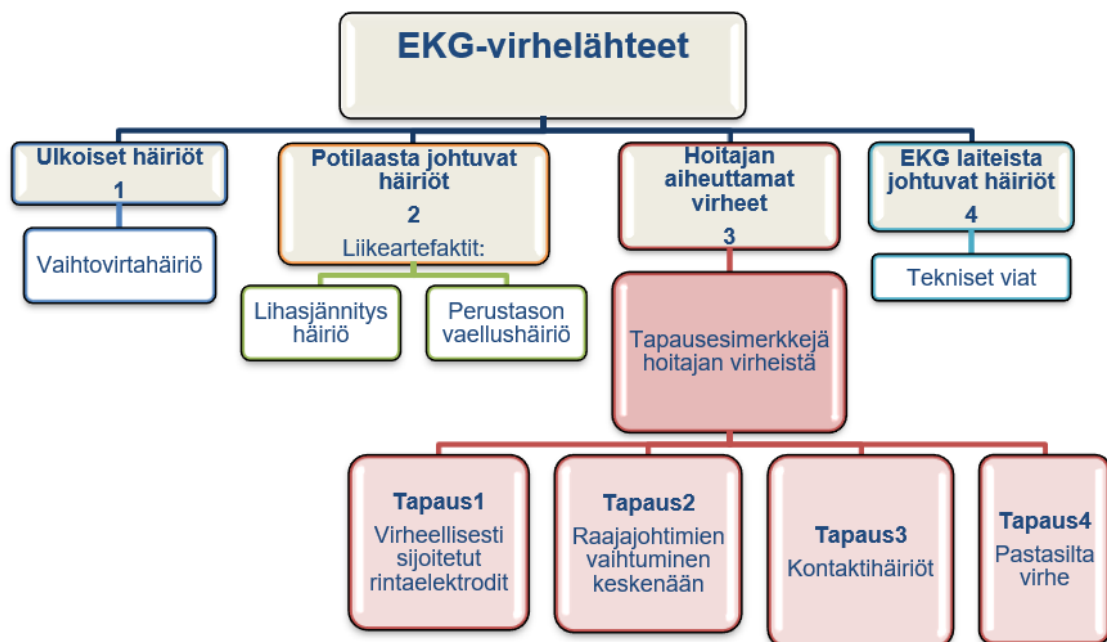
Salonen, Kari & Eloranta, Sini & Hautala, Tiina & Kinos, Sirppa. 2017. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 108. Suomen yliopistonpaino Oy, Tampere saatavilla: <<https://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>> Viitattu: 30.04.2023

Suomen Bioanalytikkoliitto. 2017. Bioanalytikon ja laboratoriohoitajan eettiset ohjeet. Suomen Bioanalytikkoliitto ry. Viitattu: 20.05.2023

Sattar, Yasar & Chhabra, Lovely. 2023. Electrocardiogram. StatPearls Publishing. E-kirja. Viimeisin päivitys: 5. kesäkuuta 2023. Verkkodokumentti. Saatavilla: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>> Viitattu: 27.04.2023

Tiwari, Reena & Kumar, Ravindra & Malik, Sujata & Raj, Tilak & Kumar, Punit. 2021. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. Current Cardiology Reviews. <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8950456/>> Viitattu: 20.01.2023

## Opetusvideon käsikirjoitus:



### Johdanto (0:00 - 0:16)

EKG virhelähteet, opetusvideo. EKG on keskeinen työkalu sydämen toiminnan arvioinnissa, mutta virheet voivat vaikuttaa merkittävästi tuloksiin.

### Yleiset EKG-virheet (0:17 - 0:49)

EKG-rekisteröintivirheitä on monenlaisia, mutta tänään keskitymme yleisimpiin, jotka voivat vaikuttaa hoitosuunnitelmiin ja diagnooseihin. Jaamme EKG:n virhelähteet neljään pääluokkaan: ulkoisiin häiriöihin, potilaasta johtuviin virheisiin, hoitajan aiheuttamiin virheisiin ja laitteesta johtuviin häiriöihin.

### Ulkoiset häiriöt (0:50 - 1:18)

Ulkoiset häiriöt, kuten vaihtovirta, voivat ilmetä 50 hertsin häiriönä eli perusviivan paksuuntumisena EKG-käyrässä. Tällaisia häiriöitä voivat aiheuttaa esimerkiksi metalliesineet, matkapuhelimet ja langattomat lähiverkot. Pyydä potilasta ottamaan matkapuhelimensa taskusta, poistamaan kellon metallisella rannekeella ja laittamaan pois avaimet ennen testin aloittamista.

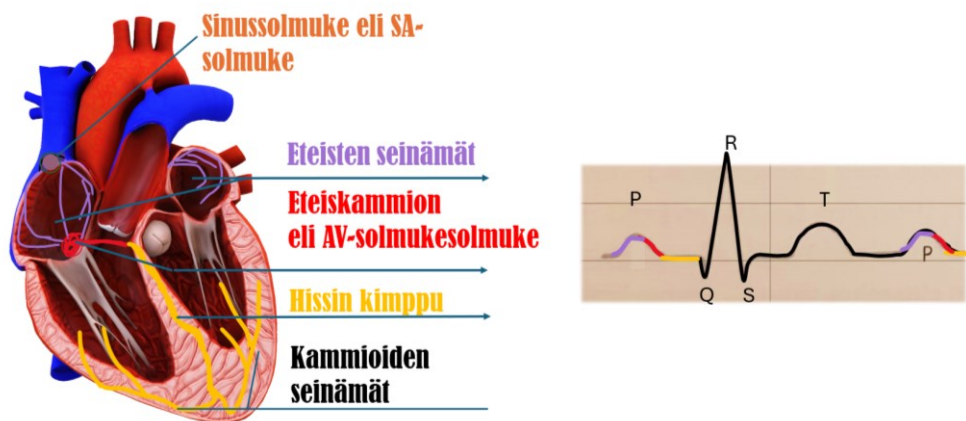
### Potilaasta johtuvat virheet (1:19 - 2:44)

Potilaan liike voi aiheuttaa artefakteja, kuten lihasjännityshäiriöt ja perustason vaellusviivan. Näitä artefakteja syntyy, kun potilas liikkuu testin aikana. Tähän voi kuulua esimerkiksi potilaan huono asento, vapina, puhuminen, tai sairaudet kuten Parkinsonin tauti. Perustason vaellushäiriö näkyy EKG-käyrässä jatkuvana viivan vaeltamisena ylös ja alas. Tärkeimpiä syitä tähän ilmiöön ovat huono ihokontakti ja kuiva iho. Kertokaa potilaille etukäteen, että paikallaan pysyminen on olennaista testin onnistumiselle, ja varmista, että potilaat ovat mukavassa ja rentoutuneessa asennossa ennen testin alkua.

### Hoitajan aiheuttamat virheet (2:45 - 4:12)

Virheellinen elektrodien asettelu voi vääristää aaltomuotoja. Sydämen rakenteen animaatio. →

#### Thinglink kehittämissuositukset → Thinglinkin avulla salaamme EKG-aaltoja ja niiden merkitys



#### **P-aalto:**

Merkitys: P-aalto edustaa eteisten depolarisaatiota eli niiden supistumista.

Kuvaus: P-aallon alkupuoli kuvastaa oikean eteisen depolarisaatiota, kun taas loppupuoli kuvastaa vasemman eteisen depolarisaatiota.

#### **QRS-kompleksi:**

Merkitys: QRS-kompleksi kuvastaa kammioiden depolarisaatiota eli niiden supistumista.

Kuvaus: Q-aallon alkupuoli kuvastaa kammioiden depolarisaation alkua, R-aalto on sen huippu, ja S-aallosta nähdään depolarisaation loppu.

#### **T-aalto:**

Merkitys: T-aalto edustaa kammioiden repolarisaatiota eli niiden palautumista alkuperäiseen tilaansa.

Kuvaus: T-aallon huippu kuvastaa kammioiden repolarisaation loppua.

#### **ST-segmentti:**

Merkitys: ST-segmentti on aika, jolloin kammiot ovat depolarisoituneet ja repolarisoitumassa. Sitä käytetään sydäninfarktin diagnosoinnissa.

Kuvaus: ST-segmentin normaali taso on samassa vaakatasossa kuin peruslinja. Muutokset voivat viitata sydäninfarktiin tai muihin sydänsairauksiin.

#### **QT-intervalli:**

Merkitys: QT-intervalli edustaa koko kammioiden depolarisaatio- ja repolarisaatioaikaa.

Kuvaus: Se mitataan QRS-kompleksin alusta T-aallon loppuun. Pidentynyt QT-intervalli voi liittyä rytmihäiriöihin ja altistaa kammioiden nopeille sydämenlyönneille (torsades de pointes).

#### **U-aalto:**

Merkitys: U-aallon merkitys ei ole täysin selvä, mutta se liittyy kammioiden repolarisaation.

Kuvaus: U-aalto voi esiintyä T-aallon jälkeen, erityisesti tilanteissa, joissa QT-intervalli on pidentynyt.

Käsitlemme yleisimpiä virheellisiä elektrodien asetteluvirheitä, jotka voivat aiheuttaa virheitä EKG-mittauksissa

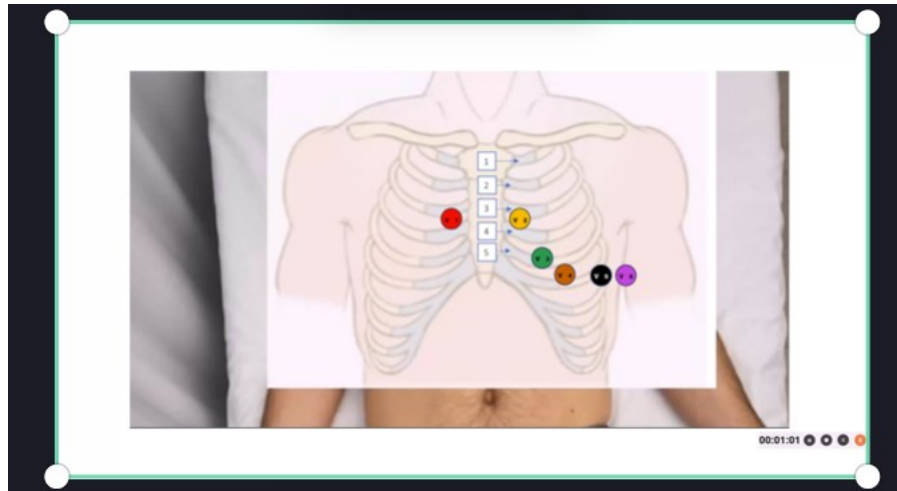
## Hoitajan aiheuttamat virheet (3:20 - 5:41)

Tapauskertomukset hoitajan virheistä

### Tapaus 1: Virheellisesti sijoitetut rintakehän elektrodit

#### Tapaus 1:

Potilaalle tehtiin EKG, ja rintakehän elektrodit olivat virheellisesti sijoitettu. V1- ja V2-elektrodien virheellinen sijoittelu rintaan voi johtaa virheellisiin EKG-löydöksiin, jotka jäljittelevät sydäninfarktia. Tämä voi vaikeuttaa oikean sydänsairausdiagnoosin tekemistä.



a) Animaatio+ videokuva.

Jos rintaelektrodit asetetaan liian ylös, väärälle kylkiluuvälialueelle, se voi aiheuttaa negatiivisen P-aallon V1, V2 kytkennöissä tai täysin negatiivisen P-aallon ja rSr'-tyyppisen kolmivaiheisen kuvion.

Negatiivisen T - aallon ilmaantuminen voidaan tulkita väärin merkinä sydänlihaski-  
miasta.

- **Tapaus 2:** Raajajohtimien vaihtuminen keskenään



Animatio+ kuva

- **Tapaus2:** Raajajohdinten oli kiinnitetty virheellisesti

Kytkenässä I P-QRS-T-aallot ovat negatiiviset. Normaalisti nämä aallot ovat positiiviset.

Kytkenät II ja III ovat vaihtaneet paikkaa, aVR- ja aVL-kytkennät ovat vaihtaneet paikkaa, ja aVR muuttuu positiiviseksi, normaalisti se on negatiivinen.

Rintakehän johdot osoittavat normaalin QRS-kompleksien etenemisen.

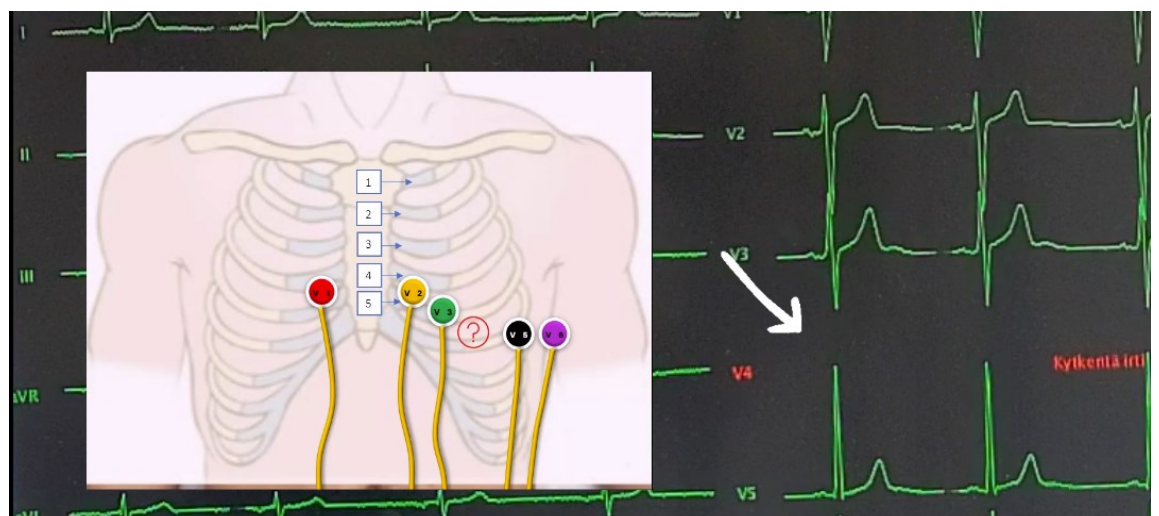
Muista!

Kun johtimet ja elektrodit on liitetty oikein, rintakehän kytkennöissä näkyy R- aallon looginen progressio. Kytkennät I ja V6 piirtyvät samaan suuntaan. aVR-kytkentä on negatiivinen.

- **Tapaus 3:** Kontaktihäiriöt

Animaatio + video:

- **Tapaus 3:** KONTAKTIHÄIRIÖ hikoilun tai karvojen vuoksi estävät hyvän elektrodikontaktin

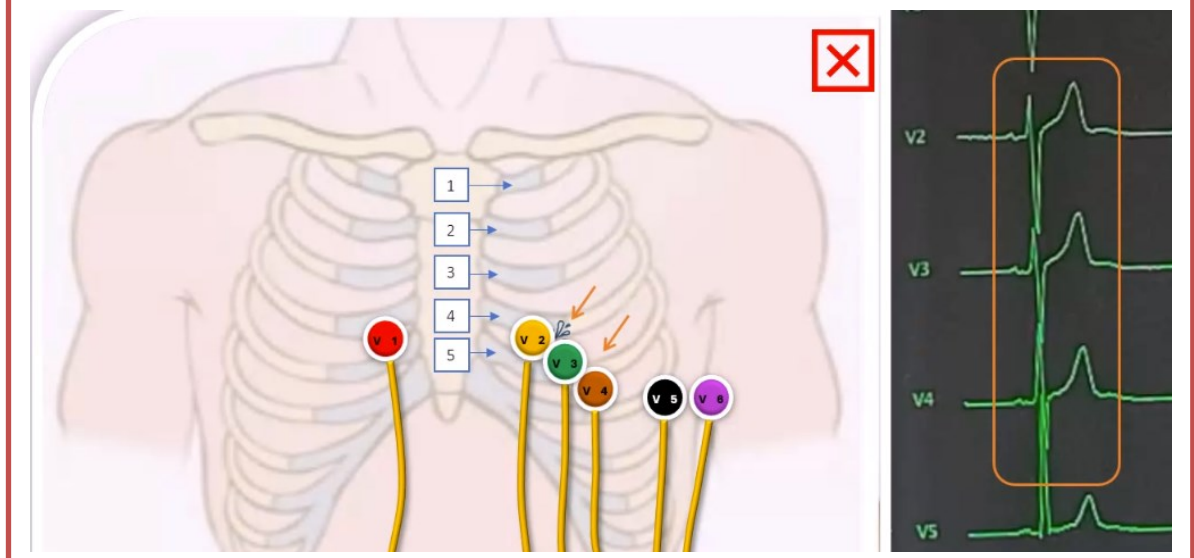


**Tapaus 4:** Pastasilta virhe, jossa elektrodit on asetettu liian lähelle toisiaan pienellä rintakehällä, esim. kuten lapsipotilailla.

Animaatio + video:

### **Tapaus2: PASTASILTA**

Potilaalle tehtiin EKG, ja rintakehän elektrodit olivat virheellisesti sijoitettu. Elektrodit V1, V2, V3 elektrodit on liimattu liian lähelle toisiaan, pastasilta syntyy lähinnä rinnakkaisten rintaelektrodien välille (useimmiten V2-V4-elektrodit)



### **Laitteesta johtuvat virheet (4:13 - 6:54)**

Tekniset viat tai sähkömagneettinen häiriö voivat vääristää EKG-signaalia. On tärkeää varmistaa, että kaikki elektrodit ja johdot on asennettu oikein ja että ne huolletaan säännöllisesti. Tarkista kalibrointi säännöllisesti ja pidä elektrodipussit suljettuina estääksesi niiden kuivumisen.

### **Yhteenveto (6:55 - 7:57)**

#### **Virheiden ennakointi ja korjaukset.**

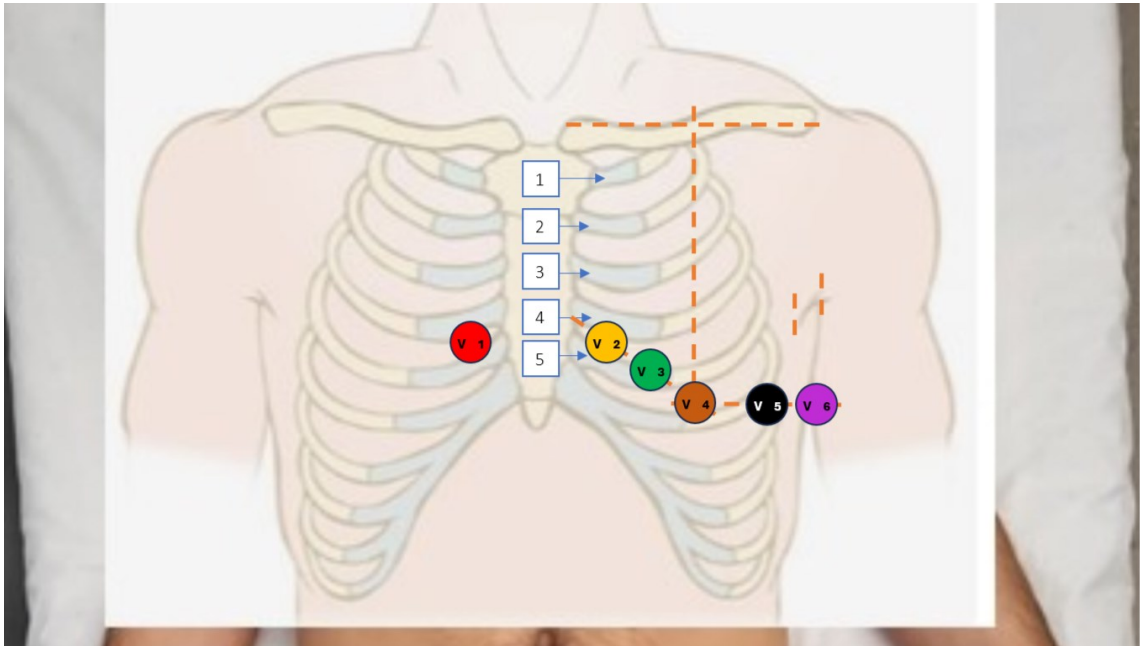
Terveystieteiden opiskelijan EKG koulutus on tärkeää, jotta varmistetaan elektrodien oikea sijoittelu ja korostetaan jokaisen elektrodin tarkkaa anatomista paikkaa.

Varmistakaa, että elektrodit ja johdot ovat oikein paikallaan EKG-mittausta tehdessä. Käyttäkää tarvittaessa apuvälineitä tarkempaan paikannukseen.

Valmistele potilaan iho huolellisesti ja tarkista elektrodien sijoitus sekä johdot ennen mittauksen aloittamista.

Minimoikaa potilaan liike artefaktien vähentämiseksi.

Vaihtakaa tarvittaessa vialliset kaapelit tai elektrodit ja suorittakaa säännölliset huollot varmistaaksenne laitteiston toimivuuden.



**Thinglink kehittämissuhteet ehdotus** → Thinglinkin avulla salaamme elektrodien oikean anatomisen paikan



- V1 (neljännessä kylkiluuvälissä, rintalastan oikealla puolella)
- V2 (neljännessä kylkiluuvälissä, rintalastan vasemmalla puolella)
- V3 (puolivälissä V2:n ja V4:n välillä)
- V4 (viidennen kylkiluuvälin, solisluu keskiviivassa)
- V5 (samalla tasolla kuin V4, etukainaloviiva)
- V6 (samalla tasolla kuin V4 ja V5, keskikainaloviiva)

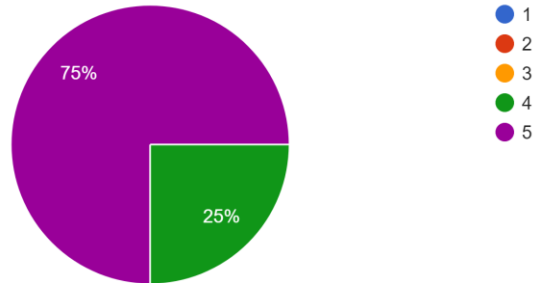
### **Loppusanat (7:58 - 7:59)**

Lopuksi haluamme kiittää huomiostanne ja toivomme, että tästä oli teille hyötyä. Koulutus ja kokemusten jakaminen parantavat diagnostista tarkkuutta terveydenhuollossa. Yhdessä voimme tarjota parempia tuloksia potilaille ja edistää terveydenhuollon kehitystä.

## Palaute

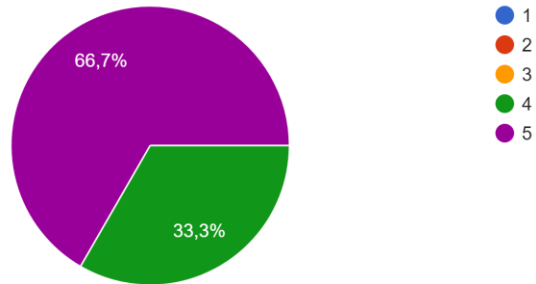
Sisällön selkeys 1 2 3 4 5 (Epäselvä) (Erittäin selkeä)

12 vastausta



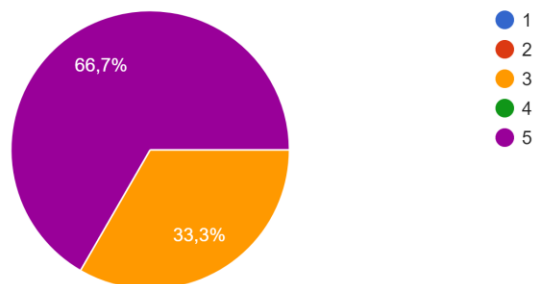
Loogisuus ja rakenne 1 2 3 4 5 (Sekava) (Erittäin looginen)

12 vastausta



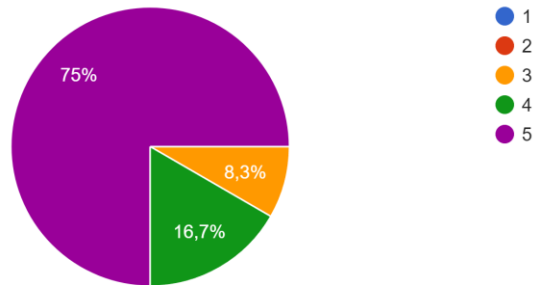
Visuaaliset elementit (tekstit, kuvat, siirtymät) 1 2 3 4 5 (Häiritsevät) (Tukevat hyvin)

12 vastausta



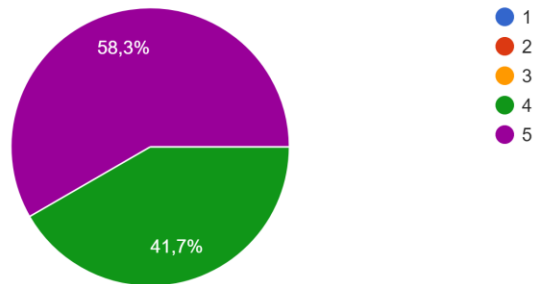
Etenemistahti ja esitystapa 1 2 3 4 5 (Liian nopea/hidas) (Sopiva)

12 vastausta



Kokonaisvaikutelma 1 2 3 4 5 (Huono) (Erinomainen)

12 vastausta



**Vapaa palaute: 5 vastausta**

- Selkeä opetusvideo, hyviä esimerkkejä mahdollisista virheistä.
- Jotain särinää kuului pari kertaa videolla. Hieno video, wau!
- Mielestäni toteutus on erinomainen ja potilastapaukset tukivat oppimista.
- Bottiääni häiritsi yllättävän paljon. Jos olen ainoa, ketä se häiritsi, niin tuskin tarvitsee korjata, mutta muuten ehdottaisin normaalia ihmisen puheääntä.
- Ainoa pieni huomautus, että alussa teksti ja puhe menevät hieman eri tahtia (Hyvin pieni viive). Video tästä huolimatta täysin ymmärrettävä, joten en lähtisi tätä muuttamaan, jos muuttaminen on kovin työlästä. Sisältö hyvin informatiivinen, looginen ja ymmärrettävä! Ison työn olette tehneet, enkä keksi sisällöstä mitään valitettavaa, korjattavaa tai täydennettävää.

Lisäksi opettaja on antanut positiivista palautetta videosta, jota julkaistiin seminaarissa. Palaute keskittyy erityisesti videon toteutukseen, kerronnan rauhallisuuteen ja äänen laatuun. Opettaja myös kommentoi videon pituutta, pitäen sitä sopivana.