



EKG-REKISTERÖINNIN TEKNISET LAATUTEKIJÄT JA VIRHELÄHTEET

Verkko-oppimateriaali terveysalan opiskelijoille

TEKIJÄT Janita Koski
 Jenna Karhunen
 Katja Heikkinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala		
Tutkinto-ohjelma Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Janita Koski, Jenna Karhunen ja Katja Heikkinen		
Työn nimi EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät ja virhelähteet		
Päiväys	17.11.2025	44/1
Yhteistyötaho Savonia-ammattikorkeakoulu		
<p>Oppinäytetyö tehtiin kehittämistyönä, jonka tarkoituksena oli tuottaa verkko-oppimateriaali EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä Savonia-ammattikorkeakoulun terveysalan opiskelijoiden käyttöön. Kehittämistyön tavoitteena oli edistää terveysalan opiskelijoiden tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Kliinisen fysiologian opettaja tilasi työn opiskelijoiden itsenäisen opiskelun tueksi sekä opetukselliseen käyttöön.</p> <p>Kehittämistyö sisälsi suunnitteluvaiheen, toteutusvaiheen sekä arviointivaiheen. Toteutusvaihe sisälsi sydänfilmiä ja videoiden kuvaamisen ja muokkaamisen sekä verkko-oppimateriaalin tekemisen. Verkko-oppimateriaali toteutettiin Moodle-oppimisympäristöön H5P-työkalulla käyttäen interaktiivista kirja-ominaisuutta. Tämä ominaisuus mahdollisti useiden erilaisten toimintojen, kuten videoiden, äänen ja tehtävien sisällyttämisen verkko-oppimateriaaliin tehden siitä monipuolisen. Verkko-oppimateriaali sisälsi teoretiset tiedot tärkeimmistä asioista liittyen sydämen toimintaan, EKG-rekisteröintiin sekä sen teknisiin laatutekijöihin ja virhelähteisiin. Lisäksi siinä oli kaksi kertaustehtävää ja lopputesti, joissa käytettiin H5P:n Multiple Choice, Image Choice ja Drag the Words tehtävämalleja.</p> <p>Arviointivaiheeseen liittyvä kohderyhmältä kysyttävä palaute toteutettiin Webropol-kyselyllä syksyn 2025 alussa. Kyselyn kohderyhmänä toimi eri vaiheissa opintoja olevat terveysalan opiskelijaryhmät, kuten sairaanhoitaja-, kättilö- ja bioanalytikko-opiskelijat. Saatua palautetta verkko-oppimateriaalista oli pääosin positiivista eli sen koettiin vastaavan sille asetettuja kriteereitä. Verkko-oppimateriaalia muokattiin saadun palautteen perusteella toimivammaksi.</p> <p>Kokonaisuudessaan verkko-oppimateriaali vastasi tarpeeseen tukea itsenäistä opiskelua ja vahvistaa terveysalan opiskelijoiden tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Interaktiivisen opiskelun muodossa oleva verkko-oppimateriaali tulee toimimaan itsenäisen opiskelun tukena esimerkiksi kliinisen fysiologian eri opintojaksoilla. Verkko-oppimateriaaliin on mahdollista perehtyä sekä ajasta että paikasta riippumatta. Verkko-oppimateriaalia voisi hyödyntää työelämässä perehdytys- tai kertausmateriaalina EKG:tä ottaville sekä koulutusmateriaalina eri ammattiryhmille. Työtä voisi jatkokehittää tulevaisuudessa esimerkiksi videon tai VR-simulaation muodossa. Video voisi sisältää elektrodien oikeanlaisen sijoittelun ja VR-simulaatio voisi sisältää ihonkäsittelyn, elektrodien- ja johdinten sijoittelun sekä artefaktien tunnistamisen ja poistamisen käyrältä.</p>		
Avainsanat EKG-rekisteröinti, Artefakti, Tekninen laatu, Verkko-oppimateriaali, Kliininen fysiologia		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	SYDÄN JA SEN SÄHKÖINEN TOIMINTA.....	6
2.1	Sydämen rakenne ja toiminta.....	6
2.2	Sydämen sähköinen toiminta ja P-QRS-T-kompleksi.....	7
3	EKG KYTKENNÄT JA TEKNISET LAATUTEKIJÄT.....	10
3.1	Elektrokardiogrammi	10
3.2	Raaja- ja rintakytkennät.....	10
3.3	Teknisesti laadukas EKG	12
4	EKG-ARTEFAKTIT JA NIIDEN SYYT.....	13
4.1	EKG-artefakti.....	13
4.2	Tutkimusympäristöstä ja laitteistosta johtuvat artefaktit.....	13
4.3	Hoitajan toiminnasta johtuvat artefaktit	15
4.4	Potilaasta johtuvat artefaktit	17
5	LAADUKAS VERKKO-OPPIMATERIAALI.....	18
5.1	Oppimisen tukeminen, helppokäyttöisyys, ymmärrettävyys ja selkeys	18
5.2	Saavutettavuus ja H5P työkalu interaktiivisena kurssisisältönä.....	18
6	KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE.....	20
7	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS	21
7.1	Menetelmä.....	21
7.2	Suunnittelu	22
7.3	Toteutus.....	24
7.4	Arviointi.....	27
8	POHDINTA.....	30
8.1	Kehittämistyön toteutuksen ja tuotoksen pohdinta.....	30
8.2	Eettisyys ja luotettavuus.....	32
8.3	Ammatillinen kasvu	35
8.4	Kehittämistyön hyödynnettävyys ja kehittämisideat	37
	LÄHTEET	38
	LIITE 1: WEBROPOL-PALAUTEKYSELY	45

KUALUETTELO

Kuva 1. Kuvaleike Savonian Moodle-oppimisympäristöstä EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät ja virhelähteet (Savonia-ammattikorkeakoulu 2025).....	26
Kuva 2. Kuvaleike Savonian Moodle-oppimisympäristöstä EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät ja virhelähteet (Savonia-ammattikorkeakoulu 2025).....	26

1 JOHDANTO

Sydänfilmi eli elektrokardiogrammi (EKG) pohjautuu sydämen toimintaa säätelevien heikkojen sähköisten signaalien mittaamiseen. Sydänfilmi on tutkimus, jolla saadaan tietoa sydämen sähköisestä toiminnasta ja erilaisista sydämen sairauksista. Perinteisessä lepo-EKG:ssä on 12 erilaista kanavaa, jotka mittaavat sähköisiä signaaleja eri puolilta rintakehää sekä raajoista. EKG-elektrodien sijainti vaikuttaa EKG-filmin käyrien muotoon, joten sijoittelu on tehtävä tarkasti. (Eerola 2022.)

Teknisesti luotettavan EKG-käyrän rekisteröintiä haittaavat yleisimmin EKG-artefaktit, jotka ovat sydämen sähköisestä toiminnasta riippumattomia muutoksia EKG-käyrässä (Littmann 2021, 23). EKG-artefaktit aiheutuvat joko potilaasta, hoitajan toiminnasta, tutkimusympäristöstä tai näiden tekijöiden yhdistelmästä (Riski 2019, 96). EKG-käyrä tulee rekisteröidä teknisesti aina mahdollisimman laadukkaana ja virheettömänä. EKG-laitetta käytävällä hoitajalla täytyy olla perustiedot EKG:n tulkinnasta. Jokaisen sydänfilmejä ottavan ammattitaitoon kuuluu tunnistaa EKG-käyrässä olevat virheet sekä häiriöt ja osata poistaa ne. (Mäkijärvi 2019a.)

Laatu käsitteenä etenkin terveydenhuollossa sisältää monia osatekijöitä sekä ulottuvuuksia. Terveydenhuollossa laatu muodostuu esimerkiksi potilaskeskeisyydestä, palveluiden saatavuudesta, potilasturvallisuudesta, hoidon tehokkuudesta, yhdenvertaisuudesta, vaikuttavuudesta sekä lääketieteeseen liittyvästä laadusta. (Lääkäriliitto 2021.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään EKG-rekisteröinnin tekniseen laatuun ja virhelähteisiin, mikä on oleellista potilasturvallisuuden kannalta. Laatu EKG-rekisteröinnissä on tärkeää, jotta saadaan mahdollisimman luotettava tulos potilaan tilasta ja tällöin potilas saa myös oikeanlaista hoitoa. Huono laatu voi johtaa vääriin diagnooseihin tai puutteelliseen tietoon sydämen tilasta. (Littmann 2021, 23, 28.)

Aihe valittiin, koska bioanalyttikoiden sekä muiden terveystieteen työntekijöiden työnkuvaan kuuluu EKG-rekisteröinti sekä laatutekijöiden ja virhelähteiden tunnistaminen. Aihe on tärkeä, koska tässä työssä tiivistyy kaikki EKG:hen liittyvät tekniset laatutekijät ja virhelähteet yhteen verkko-oppimateriaaliin. Lisäksi tämä verkko-oppimateriaali on lähes kaikkien terveystieteen opiskelijoiden saatavilla Moodle-oppimisympäristössä. Aihe on tärkeä myös siksi, että artefaktit sydänfilmissä häiritsevät filmin tulkitsemista ja tällöin tärkeitä potilaan tilaan liittyviä muutoksia saattaa jäädä artefaktien alle piiloon. Tämä verkko-oppimateriaali auttaa opiskelijoita hahmottamaan artefakteja sydänfilmissä. Artefaktien tunnistaminen ja tieto siitä, miten ne filmistä saadaan poistettua, lisää työskentelyn laatua ja omalta osaltaan parantaa potilasturvallisuutta. Yhteistyötahona toimii Savonia-ammattikorkeakoulu. Kliinisen fysiologian opettaja tilaa työn opetukseen ja itsenäisen opiskelun tueksi, jotta opiskelijoiden olisi helpompi löytää tietoa kaikista EKG:hen liittyvistä teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä sekä vahvistaa tietoaan ja taitoaan niiden tunnistuksessa interaktiivisen opiskelun muodossa.

Kehittämistyön tarkoituksena on tuottaa verkko-oppimateriaali EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä Savonia-ammattikorkeakoulun terveystieteen opiskelijoiden käyttöön. Kehittämistyön tavoitteena on edistää terveystieteen opiskelijoiden tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Työssä jaetaan EKG:n tekniset laatutekijät kolmeen pääosioon: potilaasta, hoitajan toiminnasta sekä tutkimusympäristöstä aiheutuviin laatutekijöihin. Kohderyhmänä toimii lähes kaikki terveystieteen opiskelijat. EKG-rekisteröinti on osa kliinisen fysiologian tutkimuksia ja sitä opetetaan bioanalyttikko-, sairaanhoitaja-, ensihoitaja-, terveydenhoitaja-, röntgenhoitaja- sekä kättilöopiskelijoille (Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.).

2 SYDÄN JA SEN SÄHKÖINEN TOIMINTA

2.1 Sydämen rakenne ja toiminta

Sydän on lihaksikas, verta ympäri kehoa pumpaava ontto elin. Se koostuu oikeasta ja vasemmasta puoliskosta sekä niitä erottavasta väliseinästä (Buckberg, Nanda, Nguyen & Kocica 2018, 1; Terveyskylä 2020). Tämä väliseinä voidaan jakaa kolmeen eri osaan: eteisten väliseinään, kammioiden väliseinään sekä eteis-kammioväliseinään (Parkkila 2024b). Keuhkoverenkiertoon verta pumpppaa sydämen oikea puoli ja muualle kehoon sydämen vasen puoli. Lisäksi sydän koostuu neljästä lokerosta, eli kahdesta eteisestä ja kahdesta kammioista. Oikeaan eteiseen vähähappista verta tulee ympäri kehoa onttolaskimoista ja sepelpoukaman kautta sydämen omasta verenkierrosta. Ennen sepelpoukamaa on läppä, joka estää veren takaisinvirtausta sepellaskimoihin sekä sepelpoukamaan. (Ryödi 2018; Parkkila 2024a.) Oikeasta eteisestä vähähappinen veri valuu oikeaan kammioon, josta se pumpppautuu eteenpäin keuhkoihin (Ryödi 2018). Oikean kammion toimintaa on tutkittu vähemmän kuin vasemman kammion, mutta sen on todettu olevan merkittävässä yhteydessä sydämen vajaatoimintaan (Kovács, Lakatos, Tokodi & Merkely 2019, 511). Vasempaan eteiseen palaa happipitoinen veri keuhkoista keuhkolaskimoiden kautta, josta se siirtyy vasempaan kammioon mitraaliläpän lävitse. Vasemmasta kammioista tämä happipitoinen veri lähtee virtaamaan aortan kautta ympäri kehoa. (Healthline 2018.) Aortta on valtavaltimo, joka lähtee sydämen vasemmasta kammioista (Lääketieteen sanasto: Aortta 2016).

Sydämessä on neljä läppää, jotka estävät veren takaisinvirtauksen sydämen lokeroiden välillä (Terveyskylä 2020). Oikean eteisen ja oikean kammion välissä on kolmiliuskaläppä eli toiselta nimeltään eteis-kammioäppä. Se estää veren virtauksen takaisin oikeaan eteiseen, kun oikea kammio supistuu. Nimensä mukaisesti läppä muodostuu kolmesta liuskasta. Toinen oikean puolen läpistä on keuhkovaltimoläppä, joka estää verta virtaamasta takaisin oikeaan kammioon kammioiden ollessa lepovaiheessa. Vasemmalla puolella sydäntä eteisen ja kammion välissä on eteiskammioäppä, jota kutsutaan myös hiippaläpäksi. (Parkkila 2024a.) Hiippaläppä muodostuu kahdesta purjemaisesta kalvosta, jotka ovat erillään veren virratessa vasemmasta eteisestä vasempaan kammioon sydämen lepovaiheen aikana. Kammion supistuessa nämä purjemaiset kalvot painautuvat tiiviisti yhteen, jolloin veri ei pääse virtaamaan takaisin vasempaan eteiseen. (Kettunen 2023.) Neljäs sydämen läpistä on vasemmalla puolella sijaitseva aorttaläppä, joka sijaitsee kammion ja aortan välissä. Rakenteeltaan se muistuttaa keuhkovaltimoläppää, mutta on kuitenkin sitä vahvempi. (Parkkila 2024a.)

Sydäimestä lähtee suuria verisuonia, kuten aortta sekä ylä- ja alaonttolaskimot. Sydäntä ympäröivät sepelvaltimot, jotka kuljettavat verta sydänlihakselle. Sepelvaltimot lähtevät aorttaläpän yläpuolelta, aortan alkuosasta. Niiden tehtävänä on turvata sydänlihaksen aineenvaihdunta missä tahansa tilanteessa. Sepelvaltimot jaetaan oikeaan ja vasempaan sepelvaltimeen, jotka vastaavat yhdessä sydänlihaksen verenkierron ylläpidosta. (Parkkila 2024d.) Sydän sijaitsee keuhkojen välissä keskellä rintakehää, suojassa rintalastan takana. Sydäntä ympäröi sydänpussi. (The Texas Heart Institute n.d.) Sydänpussi peittää itse sydämen lisäksi alkuosia keuhkovaltimorungosta sekä aortasta (Parkkila 2024e).

Itse sydämen lihassenämä koostuu kolmesta osiosta. Nämä osiot ovat epikardium, myokardium sekä endokardium. Epikardium koostuu mesoteelisolukerroksesta sekä sen alla olevista side- ja ras-

vakudoksista. Hermot, jotka tulevat sydämeen, sekä sydämen omat verisuonet sijaitsevat epikardiumissa. Myokardiumiin kuuluu varsinainen sydänlihas, joka on hiukan ohuempi eteisten kohdalta ja paksumpi kammioiden. Endokardium taas on sydämen sisäpinta, joka peittää sekä eteisiä että kammioita. Se muodostuu endoteelikerroksesta sekä sidekudoskerroksesta. Endokardiumiin kuuluu myös pääosat sydämen sähköisestä johtoratajärjestelmästä. (Parkkila 2024e.) Potilaan sairastuessa sydämen toiminnan palauttaminen normaaliksi vaatii laajaa anatomista ymmärrystä sydämen normaalista toiminnasta (Buckberg ym. 2018, 2). Sydämen toiminnan ymmärtämistä helpottaa, kun se mietitään oikeaan anatomiseen asentoon rintakehässä (Mori, Tretter, Spicer, Bolender & Anderson 2019, 292).

2.2 Sydämen sähköinen toiminta ja P-QRS-T-kompleksi

Osalla sydämen lihassoluista on erikoistehtävänä sähköisen ärsyksen aikaansaaminen ja sen kuljettaminen. Sähköinen toiminta sydämessä perustuu sähkökemiallisiin muutoksiin sydämen sisällä ja sen solujen kalvoilla. Sydänlihassolut tuottavat siis biosähköä eli kemiallinen energia muutetaan sähköiseen muotoon. Ionivirroista tärkeimmät ovat liitoksissa kaliumiin, kalsiumiin ja natriumiin. Biosähköisten ilmiöiden perustana ovat näiden ionien konsentraatioeroista aiheutuneet virrat sydänlihassoluja ympäröivään väliaineeseen ja kudokseen. Nämä erikoistuneet sydänlihassolut muodostavat sydämen sähköisen johtoratajärjestelmän, minkä tehtävänä on pitää huoli sähköisen aktivoitumisen leviämisestä kaikkialle sydämen osiin optimaaliseen aikaan. Johtumisjärjestelmä käynnistää sähköimpulssien syntymisen ja säätelee syntyneitä sähköimpulsseja, joka aiheuttaa eteisten ja kammioiden supistumisen synkronoidusti. (Padala, Gabrera & Ellenbogen 2020, 15–17; Mäkynen & Mäkijärvi 2024a; Mäkynen & Mäkijärvi 2024b.)

Sydämen sähköisen johtoratajärjestelmän perustana ovat sinussolmuke, joka sijaitsee oikean eteisen takaseinämän yläosassa yläonttolaskimon laskukohdan vierellä, sekä eteis-kammiojohtumisakseli eli AV-johtumisakseli (Padala ym. 2020, 15–17; Mäkynen & Mäkijärvi 2024a). Sydämen tahdistimena toimiva sinussolmuke on kolmiulotteinen sekä monimutkainen ulkomuodoltaan. Sydämen sykkettä sinussolmuke säätelee sympaattisten sekä parasympaattisten sähkövirtojen avulla. (Padala ym. 2020, 15–17.) Sinussolmukkeen aiheuttama ärsytys leviää seinämiin eteisissä, jolloin molemmat eteisistä supistuvat täyttäen samalla kammiot (Mäkynen & Mäkijärvi 2024a). Eteis-kammiojohtuminen tapahtuu ainoastaan eteis-kammiosolmukkeen välityksellä, joka taas on eteisten ja kammioiden välissä sijaitseva tärkeä osa johtoratajärjestelmää. Se vastaa sinussolmukkeen impulssien välittämisestä kammioihin. (Temple, Inada, Dobrzynski & Boyett 2013, 297; Krzanowski 2023.)

Eteiset ja kammiot ovat sähköisesti eristetty toisistaan sidekudoksisen alueen vuoksi, minkä takia ainoa johtorata niiden välillä kulkee eteis-kammiosolmukkeen kautta. Oikeasta eteisestä puolestaan lähtee useampia reittejä sähköiselle etenemiselle vasempaan eteiseen, joista merkittävin on Bachmannin kimppu. Eteisen sinussolmukkeesta ärsytys kulkeutuu molempien eteisten seinämiin, jolloin ne pääsevät supistumaan ja täten täyttämään kammiot synkronisessa tahdissa. Kammioissa on lisäksi omia johtoratoja, jotka alkavat niin kutsutusta Hisin kimpusta. Se saa alkunsa eteis-kammiosolmukkeesta. Hisin kimppu haarautuu eteis-kammiokimppuun, josta lähtee oikea ja vasen haara. Tämä vasen haara jatkaa jakautumista vielä etu- ja takahaarakkeisiin, jotka yhdessä oikean haaran kanssa jakautuu vielä pienempiin Purkinjen säikeisiin. Hisin kimppu on läpäisevä, ohut sylinterimäinen solukimppu, johon eteis-kammiosolmukkeen solut siirtyvät. Hisin kimppu myös yhdistää eteis-kammiosolmukkeen hiippaläpän kimpun haarioihin. Anatomisesti Hisin kimppu on jaettu kolmeen eri

osaan. Ensimmäisenä osana on lävistävä Hisin kimppu, joka lävistää sidekudoksisen kalvoväliseinän lähellä hiippaläpän rengasta. Toisena osana on haarautumaton osa, joka kulkee kammioväliseinän harjalla vaihtelevaista reittiä. Kolmantena on haarautuva osa, joka yhdistyy aorttarenkaaseen ja haarautuessaan muodostaa kimpulle vasemman ja oikean haaran. Sekä eteis-kammiosolmukkeella että sinussolmukkeella on laaja autonominen hermosto. (Parkkila 2016, 16–17; Padala ym. 2021, 15–19; Parkkila 2024c.) Sydämen sähköinen johtoratajärjestelmä aktivoituu siis vasta eteisten aktivoitumisen eli P-aallon jälkeen. Johtoradan solumassa on niin pieni, ettei sen sähkövirtaa pysty havaitsemaan vartalon pinnalta otettavasta sydänfilmistä. (Nikus & Mäkijärvi 2016c, 124.)

P-QRS-T-kompleksi antaa tietoa sydämen sähköisestä toiminnasta EKG-käyrässä. Rekisteröity EKG on graafinen esitys sydämen sähköisestä aktiivisuudesta tietyn ajan kuluessa. EKG-käyrälle rekisteröityneet aallot ja intervallit näyttävät sydämen toiminnan eri vaiheet, joista pystytään tulkitsemaan, onko sydämen toiminta normaalia. (Thompson 2025.) P-QRS-T-kompleksista ensimmäisenä käyrälle piirtyy P-aalto, joka muodostuu eteisten toiminnan aktivoitumisesta. Yleensä P-aalto muodostuu kahdesta osasta, kuvaten nousun osalta oikean eteisen aktivoitumista ja P-aallon laskun osalta vasemman eteisen aktivoitumista. Normaalisti P-aalto on enintään 2,5 millimetriä korkea ja kestoltaan alle 120 millisekuntia. Tämä aika kertoo aktivoitumiseen menevän ajan keston, jonka päätyttyä EKG-käyrä palautuu perusviivaksi. (Nikus & Mäkijärvi 2016c, 124; Nikus & Mäkijärvi 2016d, 132; Hekkala 2024; Raatikainen & Parikka 2025.)

P-aallosta katsotaan eteisten aktivoitumisen kestoa sekä tarkastellaan aallon korkeutta ja muotoa. Sydänfilmistä tulee varmistaa, että jokaisen QRS-kompleksin edellä esiintyy P-aalto ja että P-aallon jälkeen tulisi aina QRS-kompleksi. Normaalisti P-aalto näyttäytyy alaseinäkytkennöissä sekä sydämen vasenta sivua katsovissa kytkennöissä positiivisena. Tämä johtuu sinussolmukkeen sijainnista, joka on oikean eteisen yläosassa. P-aallon muutoksia seuraamalla voidaan tarkkailla esimerkiksi eteisten kuormittumista tai eteisvärinätaipumusta, jolloin joko eteisten sisäisesti tai eteisten välillä johtuminen on hidastunut. Lisäksi P-aallosta voidaan huomata, jos potilaalla on hyvänlaatuinen sinus coronarius-rytmi. Tällöin P-aalto on negatiivinen alaseinäkytkennöissä johtuen siitä, että rytmi saa alkunsa oikean eteisen alaosasta. (Raatikainen, Parikka & Mäkijärvi 2013, 34; Raatikainen & Parikka 2025.)

PQ-aika kertoo sähköisestä etenemisestä eteisissä sekä eteis-kammiosolmukkeessa. Tämän ajan kesto on normaalissa sinusrytmisissä aikuisilla vakio, eli alle 200 millisekuntia. (Nikus & Mäkijärvi 2016e, 133; Hekkala 2024; Raatikainen & Parikka 2025.) Eteis-kammiokatkoksia eli ensimmäisen, toisen ja kolmannen asteen katkoksia tarkastellaan PQ-ajan perusteella. Esimerkiksi ensimmäisen asteen katkoksessa PQ-aika ylittyy normaalista, mutta kaikki P-aallot etenevät kammioihin eteisistä. Kolmannen asteen katkoksen eli totaaliblokin tapauksessa taas kammiot ja eteiset supistelevat aivan omilla tahdeissaan, eikä P-aallot etene kammioihin ollenkaan. (Raatikainen ym. 2013, 36.)

QRS-kompleksi kertoo kammioiden depolarisaatiosta eli aktivoitumisesta. Siitä tulee tarkastella sen kesto, muoto sekä frontaaliakseli jokaisesta kytkennästä. Tämä aktivoituminen liikkuu nopealla tahdilla koko sydänlihaksen halki alkaen sen sisäpinnalta ja päättyen ulkopintaan eli endokardiumista epikardiumiin saakka muodostaen näkyvän QRS-heilahduksen filmille. QRS-kompleksi on normaalisti kestoltaan alle 120 millisekuntia (Kurl, Mäkikallio, Rautaharju, Kiviniemi & Laukkanen 2012, 1343; Raatikainen ym. 2013, 37; Hekkala 2024). Heilahduksen keston pidentyessä voidaan epäillä esimerkiksi haarakatkosta, delta-aallon vaikutusta tai jopa sydämen vajaatoimintaa. Poikkeavaa

QRS-heilahdusta sydänfilmille voi aiheuttaa esimerkiksi arpi sydäninfarktista tai kammiohypertrofia. Sydänlihaskvauriosta voi kertoa myös pelkkä R-aallon pientyminen. QRS-heilahduksen leveydestä voidaan päätellä, missä kohti sydäntä rytmihäiriöitä tapahtuu. Eteisperäisissä rytmihäiriöissä heilahdus näkyy kapeana, kun taas kammiooperäisissä rytmihäiriöissä leveänä. (Raatikainen & Parikka 2025.) Tutkimuksessa, jossa tutkittiin pidentyneen QRS-ajan liittymistä äkkikuolemiin, todettiin, että miehillä 10 millisekuntia pidentynyt QRS-aika kasvatti riskiä sydänperäiseen äkkikuolemaan noin 27 % (Kurl ym. 2012, 1343).

QRS-heilahduksen jälkeen alkaa kammioiden sähköisen toiminnan palautumisvaihe eli repolarisaatio, joka etenee epikardiumista endokardiumiin hiljalleen synnyttäen T-aallon peräänsä. T-aalto on summa-aalto kammiolihaksen erilaisista kerroksista. Yleensä se näyttää sydänfilmillä samanmuotoiselta, -suuntaiselta sekä yksihuippuiselta, kuin QRS-heilahduskin. T-aallosta tulee tarkastaa sen alku, keskivaihe ja loppu. T-aalto on normaalisti positiivinen, mutta joskus se voi nuorilla näyttäytyä negatiivisena sympatikonian yhteydessä tai iskemian, hypokalemian, kammiohypertrofian tai joidenkin lääkkeiden vaikutuksesta. T-aallon muodon vaihtelu eri sydämenlyönneissä kertoo usein rytmihäiriöherkkyydestä. Kammioiden palautumista kuvaavan T-aallon perään voi joskus tulla näkyviin U-aalto samansuuntaisesti. Sen tarkoitusta tai syntymismekanismeja ei kuitenkaan ole vielä saatu kunnolla selville. U-aalto on yleensä kooltaan pienempi kuin T-aalto ja nämä kaksi aaltoa voivat olla hankala välillä erottaa toisistaan. U-aaltoa ei myöskään mitata mukaan QT-aikaan. U-aalto on yllättävän harvinainen ja sitä voi olla aiheuttamassa esimerkiksi hypokalemia, elektrolyyttihäiriöt, iskemia tai hypertrofia. Sillä voi olla liitoksia rytmihäiriöalttiuteen, mutta U-aaltoa on todettu nuorilla ihmisillä myös ilman sydänvikojakin. (Nikus & Mäkijärvi 2016c, 124; Raatikainen & Parikka 2025.)

Sydänfilmistä seurataan vielä edellä mainittujen lisäksi ST-väliä sekä QT-aikaa (Raatikainen & Parikka 2025). ST-väli mittaa aikaväliä sydämen kammioiden depolarisaation eli aktivoitumisen päättymisestä kammioiden repolarisaation eli palautumisen alkamiseen (Riski 2019, 15). Normaaliarvossa ST-välin tulisi olla perusviivalla ja tasainen. ST-välille ei ole määritetty tarkkoja mittoja, vaan sitä arvioidaan silmämääräisesti jokaisen kytkennän kohdalta erikseen. Mittausta tehdään noin 0,5 mm tarkkuudella. ST-tason ollessa epänormaalilla tasolla on potilaalla yleensä akuutti iskemia tai sydäninfarkti. Sydäninfarktin ja iskemian paikkaa voidaan tarkentaa tarkastelemalla kytkentöjä, joissa muutoksia on nähtävissä. Sydämen vaurioitunutta puolta nähdään kytkennöistä, joissa on ST-tason nousua ja vastaavasti ”terveemmällä” puolella sydäntä osoittavissa kytkennöissä nähdään usein ST-tason laskua. Urheilijalla ST-taso voi olla ihan normaalisti hiukan kohonnut anteriorisissa rintakytkennöissä. ST-tason laskua melkein kaikissa kytkennöissä voi aiheuttaa jokin iskeeminen sydänsairaus, mutta myös jotkin lääkkeistä. QT-aika tarkoittaa aikaa QRS-heilahduksen alusta aina T-aallon loppuun. (Raatikainen & Parikka 2025.) QT-aika kertoo kammioiden aktivaation eli depolarisaation ja palautumisen eli repolarisaation kokonaisajan (Riski 2019, 15). EKG-laitteen ilmoittamiin QT-aikoihin ei kannata täysin luottaa, vaan aika kannattaa tarkistaa vielä itse mittaamalla sydänfilmistä. Jos syke nopeutuu, QT-aika lyhenee ja sykkeen hidastuessa aika pitenee. QT-ajan tulisi olla naisilla > 470 ms ja miehillä > 450 ms. QT-ajan lyhentyessä huomasti eli < 340 ms voi potilaalla olla taipumus rytmihäiriöihin, jotka ovat kammiooperäisiä. QT-ajan pidentymää taas voi aiheuttaa lääkkeiden vaikutus tai ionikanavapoikkeavuus. (Raatikainen & Parikka 2025.)

3 EKG KYTKENNÄT JA TEKNISET LAATUTEKIJÄT

3.1 Elektrokardiogrammi

EKG eli elektrokardiogrammi on kivuton diagnostinen testi, jolla voidaan tutkia sydämen sähköistä toimintaa. Käytännössä tämä toiminta on sydänlihassolujen biosähköistä aktivaatiota. (Goldsworthy & Graham 2016, 101; Riski 2019, 10–11.) 12-kytkentäisen EKG:n tarve syntyy useista eri syistä, kuten epäiltäessä sydäninfarktia tai rytmihäiriöitä. Lisäksi se antaa tietoa myös eri sydänsairauksista sekä esimerkiksi elektrolyyttitasapainon häiriötiloista. EKG on yleisesti myös nopea ja diagnostisesti merkittävä tutkimus. (Goldsworthy & Graham 2016, 101.) Jokaisella sydämenlyönnillä tapahtuu depolarisaatio eli sähköinen aktivaatio, joka johtaa sydämen supistumiseen. Tämä toiminta siirtyy koko ihmisen kehoon ja se pystytään havaitsemaan elektrodien avulla ihon pinnalta, kun sähköinen toiminta siirtyy niissä kiinni olevien johtimien kautta EKG-laitteelle. Tällöin EKG-käyrälle piirtyy P-QRS-T-kompleksi graafisesti. (Ashley & Niebauer 2004, luku 3; Riski 2019, 11.)

EKG-rekisteröinnin teknisten laatutekijöiden aiheuttamat artefaktit eli vääristymät voivat aiheuttaa vakavia diagnostisia ongelmia. Nämä voivat aiheuttaa EKG:n virheellisen tulkinnan, joka voi aiheuttaa vakavia komplikaatioita potilaan hoidossa. Artefaktien välttämiseksi esimerkiksi huoneilman lämpötila on pidettävä tasaisena, elektrodien kohdat tulee olla oikein tunnusteltu, kehon ja elektrodien välisen kontaktin on oltava hyvä sekä metalliesineet on mahdollisuuksien mukaan poistettava. (Sattar & Chhabra 2023.)

3.2 Raaja- ja rintakytkennät

Normaali EKG on 12-kanavainen, mutta tarvittaessa sitä voidaan täydentää oikeaa kammiota sekä sydämen takaseinää tarkastelevilla lisäkytkennöillä (Nikus & Mäkijärvi 2016a, 124). Lisäkytkentöjä V3R ja V4R käytetään esimerkiksi rintakipupotilailla sekä lapsilla, jotta voidaan havaita esimerkiksi mahdolliset synnynnäiset sydänviat tai sydämen virheellinen asento. Lisäksi rintakipupotilailla niitä käytetään tarkentamaan diagnosointia sekä ennustetta. Selän kytkentöjä V7-V9 käytetään etenkin, kun halutaan varmentaa tiettyjä muutoksia, kuten sivuseinäinfarktia, joka on helpommin havaittavissa ja todettavissa selän puoleisista kytkennöistä. (Vogiatzis ym. 2019, 35, 38; Sepelvaltimotautikohtausta: Käypä hoito -suositus 2022; Rochelson, Howard & Kim 2023, 3–13.)

Standardi 12-kytkentäinen EKG koostuu kolmesta raajajohtimesta (I, II ja III), kolmesta lisätystä raajajohtimesta (aVR, aVL ja aVF), ja kuudesta rintajohtimesta (V1-V6) (Kligfield ym. 2007, 1312; Nordlab 2022, 4). Kanavista kuusi mittaa raajoihin johtuvia sähköimpulsseja ja toiset kuusi sydämeen johtuvia. Kaikista kytkennöistä I-, II- ja III-kytkennät ovat bipolaarisia, kun taas loput ovat unipolaarisia kytkentöjä. (Riski 2019, 11.) Raajakytkennöistä pystytään näkemään sydämen otsansuuntaiset eli niin sanotut frontaaliset muutokset. Näistä kytkennöistä kolme on bipolaarisia kytkentöjä, eli ne kertovat eri raajojen välisistä potentiaalieroista. Kyseiset kytkennät ovat niin kutsuttuja standardikytkentöjä I, II ja III, jotka saavat aikaan Einthovenin tasasivuisen kolmion. Lisäksi raajakytkennöissä on unipolaariset kytkennät, joiden asettelu perustuu niitä yhdistävään niin kutsuttuun keskusterminaliin. Tämän tarkoituksena on pienentää kehon epähomogeenisuutta vertaamalla eri kohdista mitattuja potentiaaleja tähän niin sanottuun maadoitus- ja keskiarvokytkentään. Unipolaarisia kytkentöjä ovat aVR, aVL ja aVF, joiden nimet perustuvat kyseisten kytkentöjen augmentoimiseen eli niissä olevan herkkyden lisäämiseen. Rintakytkennät eli Wilsonin unipolaariset kytkennät V1-V6 antavat

tietoa sydämen horisontaalisista eli vaakasuorista ja sagittaalisista eli kohtisuorista muutoksista. (Nikus & Mäkijärvi 2016a, 124–125.)

EKG:n kaikki 12 kytkentää saadaan rekisteröityä kymmenen elektrodin ja kymmenen johtimen avulla. 12-kytkentäisen EKG:n rekisteröinnin eri vaiheet on myös kansainvälisesti standardoitu eli vakioitu. Tämä kansainvälinen vakiointi mahdollistaa eri terveiden ihmisten EKG-käyrien sekä yksittäisen henkilön uusien ja aiempien EKG-käyrien vertailun. Standardoituja vaiheita EKG:ssä ovat piirtonopeus, standardivahvistus, rinta- ja raajakytkentöjen sekä lisäkytkentöjen sijoittelupaikat ja kytkentöjen nimet. Ihonkäsittelyssä ei ole tiettyä standardia, vaan siitä on olemassa pelkästään suosituksia. Tarkoittaen, että se on mahdollista suorittaa eri menetelmin, kuten käsittelemällä iho ensin ja vasta sitten alkoholilla tai toisinpäin. Kuitenkin työpaikkakohtaisesti käsittelyn tulee olla vakioitu, eli kaikkien siellä on toimittava samalla tavalla. Elektrodit sijoitetaan standardien mukaisesti eri kohtaan rintakehälle sekä ranteisiin ja nilkkoihin, jotta sydämen sähköistä toimintaa saadaan tarkasteltua sen kaikilta puolilta. (Riski 2019, 11, 23, 45; Hekkala 2024.)

Rintakytkentöjen elektrodit sijoitetaan huolellisesti rintakehälle. Oikeaoppisen ja tarkan sijoittelun aikaansaamiseksi rintaelektrodit sijoitetaan palpoiden kylkiluuvälejä, käyttäen apuna rintalastan kulmaa eli niin kutsuttua Louisin kulmaa, johon toinen kylkiluu kiinnittyy. Oikeaoppinen sijoittelu tapahtuu siis seuraavasti: V1 ja V2 elektrodit sijoitetaan rintalastasta katsottuna sen oikealle ja vasemmalle puolelle neljänteen kylkiluuväliin. V4 sijoitetaan vasemmalle puolelle viidenteen kylkiluuväliin solisluun keskikohdalle eli keskisolislinjaan. V3 sijoitetaan näiden jälkeen V2 ja V4 elektrodien keskiväliin. Lopuksi V5 sijoitetaan niin kutsuttuun etuaksillaarilinjaan eli kainalon etupoimun linjaan vasemmalle puolelle ja V6 keskiaksillaarilinjaan eli kainalon keskikohdasta katsottuna alaspäin myös vasemmalle puolelle. V5 ja V6 elektrodit tulevat samaan linjaan V4:n kanssa, eli viidenteen kylkiluuväliin. Rintaelektrodien sijoittelu on edelleen ongelmallista suuririntaisilla naisilla. Toistaiseksi elektrodien sijoittelua suositellaan kuitenkin rinnan alle, sillä rintojen päälle sijoittaminen saattaa vaimentaa signaaleita. Anatomisesti sydämen ollessa potilaalla oikealla puolella, elektrodit sijoitetaan peilikuvaksi normaaleista paikoista. Lisäksi rintakytkennöillä on olemassa tietyt värikoodit, jotka menevät seuraavasti: V1 johdin on punainen, V2 keltainen, V3 vihreä, V4 ruskea, V5 musta ja V6 violetti. Raajakytkennöillä on tietyt väri- että kirjainkoodit, jotka menevät seuraavasti: oikeaan ranteeseen punainen johdin, jonka kirjainkoodi on RA (aVR), vasempaan ranteeseen keltainen johdin, jonka kirjainkoodi on LA (aVL), vasempaan nilkkaan vihreä johdin, jonka kirjainkoodin on LL (aVF) ja oikeaan nilkkaan musta johdin, jonka kirjainkoodi on N. Oikean nilkan johdin on niin kutsuttu maadoitusjohdin, joka ei ole mukana EKG-kytkennöissä. (Kligfield ym. 2007, 1312–1313; Riski 2019, 46; Nordlab 2022, 4–6; Sattar & Chhabra 2023.)

Elektrodien sijoittamisessa johtimet II, III ja aVF tarkastelevat sydämen toimintaa sen alapuolelta, johtimet V1–V4 sen etupuolelta, johtimet I, aVL, V5 ja V6 sen lateraalipuolelta, eli ulkosivusta sekä V1 ja aVR suoraan oikean eteisen kautta vasemman kammion onteloa. Yhdessä nämä 12 kytkentää eli rintakytkennät V1–V6 ja raajakytkennät I, II, III, aVR, aVL ja aVF muodostavatkin niin kutsutun 12-kytkentäisen standardi EKG:n. Elektrodien oikealla sijoittelulla on myös suuri merkitys P-QRS-T-kompleksien muotoon. (Meek & Morris 2002; Eerola 2025.) Lisäksi väärällä tavalla sijoitetut elektrodit ja niiden antama vääränlainen EKG-signaali saattaa johtaa vääränlaiseen sydänfilmin tulkintaan ja sen kautta vakaviinkin diagnostisiin virheisiin, kuten sydänlihaskeskittelyyn tai infarktiin (Kania ym. 2013, 110; Burns & Buttner 2024).

Normaalissa EKG:ssä kaikki raajakytkennot ovat positiivisia, lukuun ottamatta aVR-kytkentää. EKG:ssä näkyvien kompleksien taipuman negatiivisuus tai positiivisuus riippuu sähköimpulssin kulkuun suunnasta. Suoraan kohti elektrodia liikkuva impulssi muodostaa ylöspäin suuntautuvan eli positiivisen taipuman ja suoraan pois elektrodista liikkuva impulssi alaspäin suuntautuvan, eli negatiivisen taipuman. aVR-kytkennästä impulssi kulkee suoraan poispäin, joten kyseisen kytkennän taipuma eli QRS-kompleksi on negatiivinen. Kaikkien muiden haarajohdinten QRS-kompleksit ovat positiivisia, koska impulssi kulkee niiden suuntaan. (Meek & Morris 2002; Rowlands & Sargent 2014, 47.)

Rintakytkentöjen oikeanlainen sijoittelu voidaan tarkistaa EKG-käyrän R-aalloista. Normaalisti kaikilla terveillä henkilöillä esiintyy rintakytkennöissä R-aallon progressio eli R-aallon korkeuden kasvu. (Riski 2019, 34.) Normaalisti sydänfilmissä QRS-kompleksien R-piikit kasvavat V1 kytkennästä aina V4 kytkentään asti. V5 ja V6 kytkennöissä R-piikkien taas tulisi pienentyä. Heikko R-aallon eteneminen, eli kun korkeus kasvaa vain vähän tai jää kokonaan kasvamatta, voi olla merkki esimerkiksi aiemmasta sydämen etuseinämän infarktista. (Rowlands & Sargent 2014, 42–44.)

3.3 Teknisesti laadukas EKG

Teknisesti laadukkaana EKG-käyrän rekisteröiminen, tarkastelu ja löydösten tunnistaminen edellyttävät hoitajalta laajaa tieto- ja taito-osaamista. Hoitajan on hallittava virheetön elektrodien sijoittelu, tietää EKG-vakioinnit sekä osata tunnistaa EKG-löydökset ja -artefaktit. Hoitajan on osattava myös tarpeen mukaan eliminoida EKG-häiriöitä ja virheitä. Potilasohjaus on edellisten taitojen lisäksi perusedellytys laadukkaana EKG-käyrän rekisteröimiseen. Laadukas ja riittävän selkeä potilaan ohjaaminen ennen EKG:n ottamista on erittäin tärkeä osa onnistunutta teknisesti laadukasta EKG:tä. Potilaan asianmukainen valmistelu tutkimusta varten ja mukavan asennon varmistaminen ovat keskeisiä tekijöitä onnistuneessa EKG-rekisteröinnissä. (Dekie 2017; Riski 2019, 7.)

Teknisesti laadukkaassa EKG-käyrässä ei tule olla EKG-häiriöitä tai -virheitä. Aina ennen pääasiallista EKG:n tulkitsemista tulee varmistaa EKG-laitteen tiedostosta kyseisen potilaan nimi, ikä, sukupuoli sekä ihon väri tai vastaavasti potilaan etninen ryhmä (Riski 2019, 39). Lisäksi tulee tarkistaa rekisteröinnin oikea kalibraatio (1mV = 10 mm) ja paperin nopeus (50 mm/s). EKG-laitteelle tulee myös suorittaa säännöllisin väliajoin sen valmistajan ilmoittamat huoltotoimenpiteet, jotta laitteen toimintakykyyn voidaan luottaa EKG:tä rekisteröidessä (Riski 2019, 141).

EKG:tä tulisi aina tarkastella johdonmukaisesti edeten tietyn kaavan mukaan, jotta vältetään erilaiset virheet. Tarkastelun järjestys yleisesti on yleissilmäily, kammiotaajuudet, P-aallot, PQ-aika, QRS-heilahdus, T- ja U-aallot, ST-taso sekä QT-aika. Yleissilmäilyssä on tarkoituksena saada nopeasti käsitys sydämen rytmin nopeudesta, eteis-kammiojohtumisesta, kammioheilahdusten muodoista, ST-tason muutoksista ja T-aallon muodoista. Kammiotaajuus eli kammiorytmin nopeus on muodossa lyöntiä/minuutti. Normaalisti taajuus on 50–100 lyöntiä minuutin aikana, bradykardiassa alle 50 lyöntiä minuutissa ja takykardiassa yli 100 lyöntiä minuutissa. Tässä kuitenkin tulee muistaa, että ihmisten kammiotaajuuksissa voi olla isojakin yksilöllisiä eroja. (Raatikainen ym. 2013, 31–33.) Lisäksi teknisesti laadukkaassa EKG-käyrässä ainakin kolmen peräkkäisen P-QRS-T-kompleksin on oltava jokaisessa kytkennässä häiriötön sekä niiden on piirryttävä suoraan perusviivalle. Perusviivalla tarkoitetaan EKG-rekisteröinnissä EKG-paperille piirtyvää suoraa viivaa, jolle P-QRS-T-kompleksi palaa aina heilahduksen jälkeen. (Riski 2019, 58, 96.)

4 EKG-ARTEFAKTIT JA NIIDEN SYYT

4.1 EKG-artefakti

EKG-artefakteilla tarkoitetaan elektrokardiografisia löydöksiä tai muutoksia, jotka eivät liity sydämen sähköiseen toimintaan. Artefaktit voivat jäljitellä useita vakavia kliinisiä tiloja ja rytmihäiriöitä, kuten akuuttia sydäninfarktia, eteislepatusta, kammiotakykardiaa sekä tahdistinrytmiä, ja siksi niiden tunnistaminen on erityisen tärkeää. Tunnistamattomat EKG-artefaktit voivat johtaa tulkintavirheisiin, tarpeettomiin hoitotoimenpiteisiin ja muihin lääketieteellisiin virheisiin. EKG-käyrän huolellinen analysointi kuitenkin auttaa yleensä paikantamaan artefaktin lähteen, joka voidaan sen jälkeen poistaa. (Littmann 2021, 23, 29.)

EKG-artefaktit syntyvät joko potilaasta, hoitajan toiminnasta, tutkimusympäristöstä tai näiden tekijöiden yhdistelmästä (Riski 2019, 96). Vain harvoin ongelman lähteenä on EKG-laite tai potilaskaapelit (Mäkijärvi 2019a). EKG-artefaktit jaetaan EKG-häiriöihin ja EKG-virheisiin. EKG-häiriöihin kuuluvat muun muassa perustason vaellus, lihasjännityshäiriö, vaihtovirtahäiriö sekä liikehäiriö, joka muodostuu perustason vaelluksen ja lihasjännityshäiriön yhdistelmästä. EKG-virheet ovat ennalta arvaamattomia, minkä vuoksi niiden tunnistaminen on hyvin vaikeaa sekä rekisteröinti- että tulkintavaiheessa. EKG-virheet syntyvät useimmiten hoitajan toimesta, harvemmin potilaasta tai tutkimusympäristöstä. EKG-virheitä voivat aiheuttaa esimerkiksi rinta- ja raajaelektrodien tai -johdinten virheellinen sijoittelu. EKG-artefaktit vääristävät EKG-laitteen laskemia P-, QRS- ja T-aaltojen kestoja. Häiriöllisessä EKG-käyrässä kestot sekä pitenevät että lyhenevät oikeisiin arvoihin verrattuna. (Riski 2019, 96, 105, 112.)

4.2 Tutkimusympäristöstä ja laitteistosta johtuvat artefaktit

Tutkimusympäristössä on vaihtovirrasta syntyviä sähkömagneettisia kenttiä, jotka syntyvät esimerkiksi tutkimuhuoneen seinillä kulkevista sähköjohtimista tai valaistuksesta (Riski 2019, 101). Sähkömagneettista häiriötä aiheuttavat sähköjohtojen lisäksi myös sähkölaitteet, ja se voidaan tunnistaa EKG-käyrästä korkeataajuisina, terävinä signaaleina (Littmann 2021, 23). Kliinisessä ympäristössä käytettävät sähkölaitteet voivat aiheuttaa artefakteja useilla eri mekanismeilla (Patel, Souter, Warner & Warner 2008, 138).

Vaihtovirtahäiriö näkyy EKG-käyrässä peräkkäisinä jännitteen muutoksina, jotka toistuvat vaihtovirran taajuudella EKG-kytkentöihin piirtyvinä säännöllisinä aaltoina. Vaihtovirtahäiriössä syntyy säännöllinen sahalaitakuvio, kun 50 mm/s piirtonopeudella jokaiseen millimetripaperin ruutuun piiryy yksi vaihtovirtahäiriöpiikki. Yleinen syy vaihtovirtahäiriöön on huolimaton ihonkäsittely, sen laiminlyönti tai vähäinen geelimäärä ihon ja elektrodin välillä. Muita mahdollisia syitä ovat kuivuneet kertakäyttöelektrodit, potilaan kuiva iho, oikean alaraajan johtimen tai elektrodin irtoaminen sekä vuoteen metalliosiin koskeminen. Vaihtovirtahäiriötä voivat aiheuttaa potilaaseen liitetyt virtalähteet, kuten sydämen keinotekoinen tahdistin, aivojen syvästimulaattori tai infuusiopumpun tippalaskuri. Sitä voivat aiheuttaa myös rikkinäiset johtimet ja mobiili- tai sähkölaitteet potilaan vuoteen luona. (Riski 2019, 101, 107.)

EKG-löydösten tulkinnassa vaihtovirtahäiriö on ongelmallinen P- ja/tai Q-aaltojen kestoja ja amplitudeja laskettaessa. Vaihtovirtahäiriö myös kätkee alleen Q-aallot ja vaikeuttaa ainakin PR-ajan laske-

mista. Paras tapa vaihtovirtahäiriön poistamiseen on huolellinen ihonkäsittely, jolla saadaan aikaiseksi hyvä elektrodikontakti. Häiriötä voidaan vähentää myös viemällä johdot yhdessä nipussa mahdollisimman pitkälle ja kiinnittämällä ne lyhyintä reittiä elektrodeihin ilman silmukoita, mahdollisimman lähelle potilaan ihoa. Vaihtovirtahäiriöltä suojaudutaan sijoittamalla tutkimussänky ja potilas mahdollisimman kauas vaihtovirtahäiriölähteistä, asianmukaisilla sähköasennuksilla sekä välttämällä jatkojohtojen käyttöä. Joskus vaihtovirtahäiriön määrää pystytään vähentämään siirtämällä maadoituselektrodin paikkaa. (Riski 2019, 97, 101, 105, 107.) Yleisesti ottaen myös esimerkiksi puhelinta ei tule käyttää alle metrin etäisyydellä potilaasta. Potilaaseen asennetut laitteet, kuten tahdistin, voivat aiheuttaa suurtaajuisia artefakteja, joita voidaan lieventää muuttamalla tallennuksen taajuusaluetta. Vaihtovirtahäiriötä voidaan myös poistaa tai vähentää suodattimilla, jotka ovat tarkoitettu sähköhäiriöiden vähentämiseen. (Littmann 2021, 23, 28–29.)

Yleisin EKG-käyrissä ilmenevä häiriötyyppi on perustason vaeltaminen. Sen tunnistaa siitä, että yhdessä tai useammassa kytkennässä piirtoviiva aaltoilee ylös ja alas. Yleisin syy perustason vaeltamiselle on huono ihokontakti tai kuiva iho. Perustason vaellusta voivat aiheuttaa myös voimakas hikoilu, verinen haava elektrodien alla sekä johdinkaapeleiden liikkeestä syntyvä staattinen sähkö. Lisäksi vaellusta voivat aiheuttaa astma-kohtaus, hikka tai potilaan hengityksen aikana tapahtuva rintakehän liike. Perustason vaellukseen voi myös vaikuttaa potilaan vartalon liike rekisteröintihetkellä, jolloin vaellus johtuu elektrodi-impedanssimuutoksista potilaan vaihtaessa asentoaan. Perustason vaellus on ongelmallinen tarkasteltaessa akuutissa sydäninfarktissa ST-tason muutoksia. (Riski 2019, 98–99, 106.) Perustason vaellus voi häiritä ST-segmentin kestoa, joka on ratkaiseva parametri erilaisten sydän- ja verisuonisairauksien diagnosoinnissa. Lisäksi, jos perustason vaellus on suuri, se voi johtaa R-piikkien leikkautumiseen, mikä johtaa mittaamattomaan sykevälivaihteluun. (Singhal, Singh, Fatimah & Pachori 2020, 1.)

Paras tapa perustason vaelluksen poistamiseen tai ennaltaehkäisyyn on hyvä elektrodikontakti, joka saadaan aikaan ihon mekaanisella käsittelyllä. Joskus vaellus johtuu kuivuneista elektrodeista, jolloin ne on vaihdettava uusiin. Potilaan liikkumisesta aiheutuva perustason vaellus häviää, kun potilas on hetken paikoillaan. Hengitysliikkeistä aiheutuvaa vaellusta voidaan vähentää kehottamalla potilasta pidättämään hengitystä hetkellisesti, jos potilaan vointi sen sallii. EKG-käyrässä voi esiintyä perustason vaellusta myös, jos rekisteröinti aloitetaan liian nopeasti ja stabilointiaika jää liian lyhyeksi. Tällöin on odotettava rauhassa, kunnes ihon ja elektrodin välinen pinta stabiloituu, ennen kuin rekisteröinti aloitetaan. (Riski 2019, 105–106.)

EKG-virheisiin kuuluu myös sähköinen silta, joka voi syntyä potilaan hikoilusta, tiettyjen kuivageelielektrodien koskettaessa toisiinsa tai elektrodigeelin yhdistäessä rintaelektrodeja. Sähköinen silta muodostuu yleensä rinnakkaisten, esimerkiksi V2–V4-elektrodien välille. Tämän virheen välttäminen vaatii erityistä huolellisuutta hoitajalta rekisteröintihetkellä, sillä sähköisen sillan aiheuttamia muutoksia ei voi tunnistaa jälkikäteen EKG-käyrästä. EKG:ssä sähköinen silta näkyy R-aallon korkeuden kasvamisena tai pienenemisenä elektrodin sijainnin mukaan. Sähköisen sillan välttämiseksi voidaan hikoilevan potilaan rintakehän ihoa pyyhkiä alkoholilla kostutetulla vanulapulla. Lisäksi elektrodeja sijoittaessa rintakehälle on oltava varovainen, jotta geeli ei leviä elektrodin ulkopuolelle. (Riski 2019, 130.)

Jotkin artefaktit voivat syntyä itse EKG-laitteesta. Perinteisissä tulostetuissa EKG-tallenteissa paperin nopeuden ohimenevä kiihtyminen tai hidastuminen voi jäljitellä bradykardiaa ja takykardiaa. EKG-

filmin taustaruudukon huolellinen analyysi paljastaa helposti rytmihäiriöiden virheellisen luonteen. EKG-signaalien tahaton lisääntyminen tai väheneminen, joka on enemmän tekninen virhe kuin todellinen artefakti, voi aiheuttaa suuren amplitudin aaltoja. Nämä voivat jäljitellä eteis- ja kammiohyperfrofiaa tai matalaa jännitettä. Sydämentahdistimia käyttävillä potilailla EKG-laite voi myös vääristää tahdistimen piikkejä, mikä saattaa herättää huolta tahdistimen mahdollisesta toimintahäiriöstä. (Littmann 2021, 24.)

Paritettujen elektrodien välinen impedanssin epätasapaino ja elektrodien liike voivat merkittävästi vääristää tai jopa poistaa EKG-signaalin. Käytetystä laitteesta riippuen sähkövirta voi vuotaa tai kulkea potilaan läpi aiheuttaen artefakteja EKG:ssä. Päävirtajohto, muiden sähkölaitteiden energiasäteily sekä sähkömagneettiset ja radiotaajuushäiriöt voivat päästä sisään rikkoutuneiden tai huonosti suojattujen johtojen kautta. Myös toimintaympäristön lämpötila ja ilmankosteus voivat vaikuttaa staattisen sähkö aiheuttamiin artefakteihin. (Patel ym. 2008, 139–140, 144.)

4.3 Hoitajan toiminnasta johtuvat artefaktit

Hoitajan toiminnasta johtuvat artefaktit voivat aiheutua esimerkiksi elektrodin huonosta kosketuksesta ihoon, elektrodien ja johdinten virheellisestä asettelusta tai laitteen ja sen asetusten puutteellisesta tarkastuksesta ennen sydänfilmin ottamista. Vakavimmat tulkintaongelmat syntyvät virheellisesti kytketyistä elektrodeista. Nykyisin laitteiden asetukset ovat väärin vain harvoin, mikä vähentää virheiden riskiä erityisesti kalibroinnin ja nauhanopeuden osalta. Hoitaja vastaa sydänfilmin laadusta ja on velvollinen tarkastamaan sydänfilmin sekä siinä ilmenevät mahdolliset laadulliset virheet. Laadun takaaminen edellyttää, että EKG:tä ottavien hoitajien on saatava asianmukaista koulutusta. (Mäkijärvi 2019a.) EKG:hen ilmestyneet artefaktit helposti sekoittuvat jopa eteisvärinänsä tai eteislepatukseen, joka vaikuttaa merkittävästi potilaan hoitoon (Pérez-Riera, Barbosa-Barros, Daminello-Raimundo & Carlos de Abreu 2018, 2).

EKG-rekisteröintejä tehdessä hoitajan on oltava erityisen tarkka johdinten asettelussa, sillä virheellinen asettelu voi muuttaa EKG:n ulkonäköä huomattavasti aiheuttaen potilaalle turhia lisätutkimuksia. Johdinten virheellinen asettelu voi lisäksi aiheuttaa potilaalle merkittävää haittaa, jos potilaan tarvitsema välttämätön hoito jätetään antamatta tai potilaalle annetaan vääränlaista hoitoa pelkkien EKG-löydösten perusteella. (Lynch 2014, 130.) Virheellisten kytkentöjen seurauksena artefaktin aiheuttamat muutokset näkyvät P-QRS-T-kompleksin muodossa ja amplitudin korkeudessa ja saattaisivat sydänfilmillä näyttää rytmii- tai johtumismuutoksilta, tai jopa infarktilta tai sydänlihaksen iskemialta (Rudiger, Hellermann, Mukherjee, Follath & Turina 2007, 174; Riski 2019, 112).

Nämä johdinten virheellisestä asettelusta johtuvat artefaktit aiheuttavat tietyissä kytkennöissä näkyviä muutoksia P-aaltoihin ja QRS-akselille. Oikean ja vasemman käden johdinten ollessa väärinpäin kytkennässä I, näyttäytyvät P-aalto, QRS-kompleksi ja T-aalto negatiivisina. Paljastavana huomiona on myös aVR:n positiivisuus P- ja R-aaltojen kohdalla, sekä II ja III kytkentöjen vaihtuminen päinvas- taisiksi. Myös I- ja aVL-kytkennät ovat V5- ja V6-kytkentöjen peilikuvia. Oikean käden ja vasemman jalan johdinten ollessa väärinpäin potilaalle on saatettu tehdä tarpeettomia lisätutkimuksia, sillä sydänfilmissä näkyvät muutokset voivat jäljitellä sydäninfarktissa näkyviä muutoksia. Tällöin P-aallot näyttäytyvät negatiivisina kytkennöissä I ja II. Tällöin myös I, II, III ja aVF -kytkennät piirtyvät alas- päin ja aVR-kytkentä piirtyy taas virheellisesti ylöspäin. Oikean jalan ja oikean käden kytkentöjen mennessä sekaisin kytkennässä II jännite on hyvin pieni, jolloin II-kytkentään piirtyy lähes suora

viiva. Kytkennoissä II ja aVF P-aallossa näkyy inversiota ja P-aalto näyttäytyy muutenkin pienikokoisena. aVR- ja aVF-kytkennät taas voivat näyttäytyä melkein täysin identtisinä. Kaikissa raajakytkennöissä QRS-kompleksit näyttäytyvät matalina näiden johdinten ollessa väärinpäin. Vasemman käden ja vasemman jalan johtimien vaihtumiselle ei ole selviä tunnistuskriteereitä, mutta sen voi tunnistaa siitä, että P-aalto näkyy I-kytkennässä suurempana kuin kytkennässä II, ja III-kytkennässä QRS-kompleksi piirtyy alaspäin. Vasemman käden ja jalan johdinten vaihtumista ei yleensä epäillä ja sen pystyykin tulkitsemaan raajajohtimen virheeksi vasta verratessa EKG-käyrää seuraavalla kerralla otettuun EKG-käyrään. Vasemman käden ja oikean jalan kytkentöjen kääntyessä kytkennässä III näkyy vain suora viiva. (Riski 2019, 112–114, 116; Nordlab 2022, 12–13; Paul & Jacob 2023, 207–209.) Rintajohdinten vaihtaessa paikkaa kytkennöissä V1-V6 puuttuu R-aallon progressio, jonka tulisi normaalisti näkyä (Riski 2019, 117). R-aallon progressio tarkoittaa R-aallon amplitudin kasvamista V1-kytkennästä V5-kytkentään asti ja pienenemistä V5- ja V6-kytkentöjen välillä (Cardiovascular Medicine n.d.). P-QRS-T-kompleksien muoto ei muutu rintajohdinten liittämismuutoksissa (Riski 2019, 117).

Rintaelektrodien virheellinen sijoittaminen on yleensä helpommin havaittavissa kuin raajajohdinten virheet. Yleinen virhe on elektrodien V1, V2 ja V3 sijoittaminen liian korkealle tai liian matalalle rintakehällä. Tällainen virhe voi näyttää P-aallon EKG:ssä joko kokonaan negatiivisena tai osittain negatiivisena. V1 ja V2 elektrodien sijoittaminen liian ylös voi johtaa R-aallon amplitudin pienenemiseen, mikä voi aiheuttaa R-aallon kohdalle heikkoa progressiota tai jopa virheellisen kuvan infarktista. Toinen yleinen virhe on V5- ja V6-kytkentöjen elektrodien asettaminen liian ylös kainaloon tai liian alas vyötärön lähelle. Lisäksi V4- ja V5-elektrodit tulee sijoittaa naisilla aina rinnan alle, koska rinnan päälle laitettuna häviää R-aallon progressio eli eteneminen ja QRS-kompleksien muoto muuttuu (Kligfield ym. 2007, 1313; Riski 2019, 126, 135). On todettu, että jopa 2 cm:n vaihtelu rintakytkentöjen sijoittelussa voi johtaa merkittäviin diagnostisiin virheisiin (Kligfield ym. 2007, 1318).

Hoitajan tulee tarkistaa ennen rekisteröimisen aloittamista johdinten asento. Johtimet eivät saa jäädä mutkalle eivätkä ne saa olla liian kireällä. Johdossa olevat silmukat ja mutkat altistavat rekisteröinnissä häiriöille. Liian kireät johdot saattavat taas irrottaa elektrodia ihon pinnasta, jolloin elektrodin ihokontakti huononee. Johtimia ei tule myöskään asettaa muiden sähkölaitteiden yli. (Mäkijärvi 2019c.)

Edellytys hyvälaatuiselle sydänfilmille on elektrodien ja ihon välillä oleva hyvä kontakti. Tämä perusedellytys ei täyty, jos potilaan iho on rasvainen, likainen, rintakehällä on rintakarvoja tai ihon pinnalla on kuivaa ihoa. EKG voi mennä vaikeasti tulkittavaksi liikeartefaktien takia, jotka aiheutuvat elektrodin liikkumisesta ihoa vasten tai ihon venyessä. Ensisijaisena tapana ehkäistä tällaisen liikeartefaktin syntyminen ja parantaa sähköjohtavuutta on parantaa elektrodien kiinnitystä sekä ihon esikäsitteilyä. Hoitajan tehtävänä on ennen sydänfilmin ottamista puhdistaa iho alkoholilla, ajaa ihokarvat pois, kerätä irtotoukat rinta-alueelta sekä karhentaa ihon pintaa hiukan hankauspaperilla kuivan ihon poistamiseksi. Iho ei kuitenkaan saa olla rikkiäinen elektrodin kohdalta. Sydänfilmiä varten on kehitetty elektrodin elektrodipasta, jolla saadaan hyvä kontakti ihoon ja saadaan samalla aikaiseksi pieni sähkövastus. Ihon on oltava tarpeeksi kostea elektrodipastan kohdalta sekä ihon ja elektrodin välisen sähköisen kontaktin on oltava hyvä tutkimuksen onnistumiseksi. (Mäkijärvi 2019b; McCrae, Spong, Mahnam, Bashura & Pearson 2024, 246.)

Suomessa käytetty normaali paperin nopeus on 50 mm/s, ja 10 mm heilahduksen toteutumiseksi täytyy olla 1 mV:n jännite. Tämän toimimista kontrolloidaan vakaustyönillä, joka on kalibraatiolyönti. Tämän kalibraatiolyönnin tulee näkyä jokaisen sydänfilmin alussa tai lopussa. Kalibraatiolyöntiä voidaan käyttää myös sydänfilmikäyrien samanaikaisuuden tarkkailuun ajoitusten kannalta. (Mäkijärvi 2019c.)

4.4 Potilaasta johtuvat artefaktit

Potilaasta johtuvia artefakteja ovat muun muassa lihasvärinä, liikkuminen, puhuminen sekä kosketus vuoteen metalliosiin (Mustajoki, Alila, Matilainen, Peilikka & Rasimus 2018, 40). Potilaasta johtuvaa lihasvärinää EKG-käyrään aiheuttaa esimerkiksi levottoman käytöksen, hallitsemattoman vapinan tai lepovapinan yhteydessä, joita voivat aiheuttaa esimerkiksi Parkinsonin tauti, pelko, kiputilat, jännitys tai liian kylmä tutkimustila. Liian kylmä tutkimustila aiheuttaa palelemisen myötä lihasvärinää. Häiriötä voidaan vähentää tai poistaa kokonaan potilaan ja hoitajan välisen vuorovaikutuksen avulla. Koska lihasvärinä johtuu potilaan omasta lihasaktiivisuudesta, on potilas itse keskeisessä roolissa häiriön poistamisessa. Potilas pystyy hoitajan avustamana tiedostamaan lihasvärinästä johtuvaa häiriötä ja vähentämään sitä erilaisilla kehon rentoutuskeinoilla, kuten pitämällä silmiään kiinni, asettamalla kämmenet rennoiksi kehon vierelle ilman nyrkkiin puristamista tai ravistelemalla raajojaan. Lisäksi lihasperäisiä artefakteja voidaan ehkäistä jo ennen rekisteröintiä keskustelemalla potilaan kanssa tutkimuksen kulusta. (Riski 2019, 97, 102, 103.) Parkinsonin taudin aiheuttama toistuva lihasten nykiminen voi helposti sekoittua eteislepatukseen tai pahimmassa tapauksessa jopa kammiotakykardiaan, jolloin elektrodit on parempi asettaa raajojen tyviosiin vähentämään vapinaa tai poistamaan sen kokonaan (Pérez-Riera ym. 2018, 1–2).

Potilaan mahdollinen liikkuminen ja lisäksi myös hengittäminen voivat aiheuttaa EKG-käyrään potilaasta johtuvaa perustason vaellushäiriötä, joka onkin yleisin EKG:ssä esiintyvä artefakti (Bouthillet 2024; Riski 2019, 98). Esimerkiksi voimakas hikoilu, hengityksen aiheuttama rintakehän liike, hikka tai astma-kohtaus voivat olla syinä rekisteröinnin aikaiselle liikkumiselle tai puhumiselle. Näitä häiriöitä voidaan vähentää muistuttamalla potilasta olemaan hetken paikallaan, ohjaamalla pidättämään hengitystä hetken uloshengityksen aikana tai, jos tämä ei ole mahdollista, pyytämällä potilasta hengittämään mahdollisimman rauhallisesti. (Riski 2019, 98, 105.)

Nämä potilaan aiheuttamat häiriöt aiheuttavat tietyntyyppisiä tulkinnallisia ongelmia EKG-käyrään. Esimerkiksi eri syistä johtuva potilaan liikehdintä ja sen myötä esiintyvät artefaktit EKG-käyrällä saattavat kadottaa allensa koko P-QRS-T-kompleksin tai osia siitä. Lihasvärinä hankaloittaa tai estää kokonaan PR-ajan, P-aallon sekä QRS-keston ajallista mittaamista. Tällaiset muutokset voivat viitata virheellisesti tulkinnassa eteisvärinään tai kammiotakykardiaan. Perustason vaellus puolestaan hankaloittaa ST-tason muutoksien havainnointia, mikä on erityisen tärkeää sepelvaltimotaudin arvioinnissa. Nämä edellä mainitut yhdessä luokitellaan liikehäiriöksi. Kun samassa EKG-käyrässä esiintyy kahta tai useampaa erilaista häiriötä, tulos on lähes aina tulkintakelvoton. (Riski 2019, 97.)

5 LAADUKAS VERKKO-OPPIMATERIAALI

5.1 Oppimisen tukeminen, helppokäyttöisyys, ymmärrettävyys ja selkeys

Verkko-oppimateriaalilla tarkoitetaan kaikkea verkossa käytössä olevaa aineistoa, joka on tarkoitettu oppimisen tueksi. Tällaisen materiaalin laatimiseen on käytössä laatukriteerit, joiden tehtävänä on auttaa tekijöitä tuottamaan laadukkaita ja pedagogisesti toimivia oppimateriaaleja. Laatukriteerit syntyvät erityisesti toimivuuteen, käyttökelpoisuuteen sekä pedagogisuuteen, jotta verkko-oppimateriaalista saisi mahdollisimman monenlaista oppimista tukevaa. Yleisiä laatukriteereitä oppimiselle ovat esimerkiksi oman oppimisen arvioinnin merkitys, yhteisöllisen tiedon tuottamisen tärkeys sekä opitun soveltaminen käytännön tilanteissa. Lisäksi laadukas verkko-oppimateriaali huomioi kaikenlaiset oppijat ja heidän tarpeensa siten, että materiaali tukee oppimista monipuolisesti ja saavutettavasti. (Koskela & Mannila 2022, 11; Opetushallitus 2025.)

Opetuksessa käytettävien menetelmien tulisi olla oppijaa motivoivia ja tukea opiskelijaa löytämään itselleen sopiva tapa oppia. Osa jokapäiväistä elämäämme on tieto- ja viestintäteknikka. Se kehittää osaltaan digitaalista lukutaitoa, jota pystytään hyödyntämään paljon nykyajan opetuksessa. Tärkeimpinä vaatimuksina verkko-oppimiselle ovat ehkäpä kyky opiskella itsenäisesti sekä tuntee vastuuta internetin hyödyntämisestä opiskelussa. Samalla verkko-oppimateriaalien kehittämisessä on vielä parannettavaa pedagogisten periaatteiden huomioimisessa. Tällä hetkellä materiaalien suunnittelu perustuu liikaa teknologian tarjoamiin mahdollisuuksiin oppimisen tukemisen sijaan. Laadukkaan verkko-oppimateriaalin tulisi perustua kuitenkin siihen, että se aktivoi oppimista ja ajattelukykyä, tukee yhteisöllistä työskentelyä sekä joustaa opiskelijan omien tarpeiden ja tason mukaan. Verkko-oppimateriaalissa on tärkeää myös keskittyä ydinasioihin opiskeltavasta aiheesta. Verkko-oppimateriaalin selkeyttä ja toimivuutta lisää sen tekninen helppokäyttöisyys sekä visuaalinen toteutus. (Ilomäki 2012, 10–11; Hubalovsky, Hubalovska & Musilek, 2019, 692.)

Verkko-oppimateriaalin eli E-oppimateriaalin pedagoginen laatu käsitteenä tarkoittaa, että materiaali soveltuu hyvin opetuskäyttöön tai oppimisen tueksi. Tällainen materiaali tarjoaa niin kutsuttua pedagogista lisäarvoa, eli se esimerkiksi tuo monipuolisuutta erilaisten tehtävien tekemiseen ja auttaa niiden sisältämien asioiden omaksumisessa. Pedagoginen laatu näkyy erityisesti sellaisessa verkko-oppimateriaalissa, joka kehittää opiskelijan tietoista ajattelua ja osallistaa häntä erilaisten toiminnallisten sisältöjen kautta. Näiden piirteiden lisäksi pedagogisesti laadukkaan verkko-oppimateriaalin tehtävien ja kysymysten täytyy olla opiskelijalle tarpeeksi hyvin haastavia ja aitoja, jotta materiaalin tehtävät motivoivat ja pitävät kiinnostusta yllä tarpeeksi. Pedagoginen laatu tulee ilmi myös verkko-oppimateriaalin käyttökontekstissa, eli siinä, ettei verkko-oppimateriaalin käyttämiseen tarvita vaikeita tai haastavia tietoteknisiä taitoja. Pedagogisesti laadukas verkko-oppimateriaali yhdistää tarkoituksenmukaiset tehtävät ja muun sisällön sekä on visuaalisesti ja teknisesti toimiva kokonaisuus. (Opetushallitus 2025.)

5.2 Saavutettavuus ja H5P työkalu interaktiivisena kurssisisältönä

Saavutettava verkko-oppimateriaali tarkoittaa sitä, että mahdollisimman moni ihminen pystyy käyttämään verkko-oppimateriaalia mahdollisimman helposti. Saavutettavuuteen kuuluu, että se otetaan huomioon verkko-oppimateriaalien suunnittelussa ja toteutuksessa. Samalla se tukee erilaisten oppi-

joiden yhdenvertaisuutta ja osallisuutta. Saavutettavuutta pystytään tarkastelemaan helppokäyttöisyyden, teknisen toteutuksen, sisältöjen ymmärrettävyyden sekä selkeyden kannalta. (Avoin tiede 2022.)

Erityisesti saavutettavuus hyödyttää ihmisiä, joilla on jokin todettu vamma tai toimintarajoite. Esimerkiksi luki- ja keskittymisvaikeudet ovat hyvin yleisiä oppimista rajoittavia tekijöitä opiskelijoiden keskuudessa. Tällaisissa tapauksissa oppimista voidaan helpottaa saavutettavilla oppimateriaaleilla. Oppimateriaalissa sisällön ymmärrettävyys on keskeisessä osassa. Verkko-oppimateriaalin on oltava ymmärrettävä ja edettävä loogisessa järjestyksessä sekä materiaalin pääsisällön tulee erottua muista elementeistä selkeästi. Eri oppijoilla on erilaisia tapoja ymmärtää ja havaita heille esitettyä tietoa. Tällöin saavutettavassa verkko-oppimateriaalissa on tarjottava sisältöä eri aistein havaittavilla tavoilla, jotta se edistää yksilöllistä oppimista. Opiskeltavan materiaalin saavutettavuutta lisää myös sen tekninen helppokäyttöisyys. (Avoin tiede 2022.)

Opiskelijoiden sitoutumisen lisäämisessä ja oppimistulosten parantamisessa oppimisympäristössä keskeisessä asemassa on pedagogisesti perusteltu ja innovatiivinen opetussuunnittelu. Interaktiiviset oppimisresurssit tarjoavat opiskelijoille mahdollisuuden oppia entistä yksilöllisemmin. H5P on oppimista tukeva työkalu, jonka avulla voidaan luoda interaktiivista ja monipuolista sisältöä. Se voidaan myös liittää useille eri alustoille, kuten Moodle-oppimisympäristöön. H5P sisältää useita muokattavia sisältösovelluksia, kuten interaktiivisia esityksiä, digitaalisia kirjoja, tietokilpailuja, aikajanoja, äänitallenteita ja muistikortteja. Esimerkiksi interaktiiviset esitykset antavat oppijalle mahdollisuuden testata ja syventää ymmärrystään sisällöstä sen sijaan, että hän vain lukisi tai kuuntelisi sitä passiivisesti. H5P:n avulla verkko-oppimateriaali on myös sujuvammin yhtenäisenä ja laadukkaana kokonaisuutena. (Pajula 2021; Jacob & Centofanti 2023, 469, 471.)

6 KEHITTÄMISTYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Kehittämistyön tarkoituksena on tuottaa verkko-oppimateriaali EKG-rekisteröinnin teknisistä laatu-tekijöistä ja virhelähteistä Savonia-ammattikorkeakoulun terveysalan opiskelijoiden käyttöön. Kehittämistyön tavoitteena on edistää terveysalan opiskelijoiden tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatu-tekijöistä ja virhelähteistä.

7 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

7.1 Menetelmä

Kehittämistyö on joko toiminnallinen tai tutkimuksellinen. Toiminnallisen ja tutkimuksellisen kehittämistyön erona on se, että toiminnallisen kehittämistyön lopputuloksena valmistuu konkreettinen tuotos, kuten opas, joka on uudistettu versio aiemmasta tai kokonaan uusi. (Salonen 2013, 19, 25.)

Idea kehittämistyölle syntyy, kun todetaan tarve muutokselle tai aikaisempiin töihin liittyen alkaa esiintyä tyytymättömyyttä, eli toisin sanoen havaitaan ristiriita. Tässä vaiheessa usein mietitään ristiriidan syy ja sille selitys sekä ideoidaan uutta ratkaisua ristiriidan tilalle. Tällöin esimerkiksi käytännön työssä on tullut ilmi jokin muutosta vaativa asia, jonka kehittämistä lähdetään suunnittelemaan ja toteuttamaan. Jo heti kehittämistoiminnan alkuvaiheessa olisi hyvä rajata aihealuetta riittävästi ja kehittämistyön tekijöiden olisi hyvä olla samaa mieltä kehittämisen kohteesta. Kehittämistyön tavoitteena on kehittää työtä palvelemaan paremmin nykyajan vaatimuksia. Suunnittelemalla uusi toimintamalli haetaan ratkaisu ristiriidalle. (Salonen, Eloranta, Hautala & Kinos 2017, 45, 56.)

Lineaarisen mallin eri vaiheet seuraavat ajallisesti toisiaan tehdyn projektisuunnitelman mukaan. Kehittämistyö etenee lineaarisesti vaiheistettuna tavoitteen määrittelystä suunnittelemiseen, toteutukseen, prosessin päättämiseen ja viimeisenä arviointiin. (Salonen 2013, 14–15.) Lineaarisuus edustaa rationalismia eli järkipäistä logiikkaa, jossa etenemisvaiheet ja tavoiteltavat lopputulokset pyritään tekemään mahdollisimman tarkasti ennakoitaviksi. Jotta kehittämistoiminta pystytään näkemään ehjänä kokonaisuutena, toteutukseen liittyvien epävarmuustekijöiden on oltava hallittavissa ja ennakoitavissa. (Salonen ym. 2017, 52.)

Kehittämistyössä ovat seuraavat vaiheet: tämänhetkisten kehityskohteiden kartoittaminen, uusien ideoiden kehittämisvaihe, työn suunnittelemisen vaihe, toteuttamisen vaihe, valmis työ, arviointivaihe sekä valmiin työn jakaminen. Kehityskohteiden kartoitus on kehittämistyön tekemisen aloittamisen lähtökohtana. Kartoitusvaiheessa on olennaista yhteisajatus kehittämisen tarkasta kohteesta ja rajata aihe mahdollisimman hyvin siihen tiettyyn kohteeseen. (Salonen ym. 2017, 51–52, 56.)

Uusien ideoiden kehittämisvaiheessa on tarkoitus ideoida vapaalta pohjalta esimerkiksi siitä, kuinka herännyt kehittämistyön tarve saadaan täytettyä eli millä keinoilla päästään valmiiseen lopputulokseen. Ideoiden kehittämisvaiheessa tulisi myös tehdä ensisijainen etenemissuunnitelma ja pienehköjä tavoitteita. Työn suunnitteluvaiheessa täsmennetään ideavaiheen ajatuksia siitä, mitä kehittämistyöllä on realistista tavoitella ja mitkä ovat edellytykset sen toteuttamiselle. Huolellinen työn suunnittelu takaa myös pysymisen suunnitellussa aikataulussa. Kehityskohteen ja lähestymistavan määrittämisen jälkeen alkaa käytettävien menetelmien suunnittelu. Käytettäviksi menetelmiksi suositellaan useampaa. (Salonen ym. 2017, 58–59.)

Toteuttamisen vaihe tulee aloittaa välittömästi sen jälkeen, kun suunnitelma on saatu valmiiksi ja hyväksytty. Toteutusvaiheessa tulee mennä eteenpäin laaditun suunnitelman mukaisesti. Toki suunnitelma usein täydentyy tämän toteutusvaiheen myötä. Tässä vaiheessa on hyvä tehdä tarpeeksi muistiinpanoja sekä erinäköisiä materiaaleja työskentelemistä tukemaan. On myös erityisen tärkeää ja lisäksi myös vaadittavaa käydä aktiivisesti ulkoista ja sisäistä viestintää. Valmis työ ja tuotos kertovat kehittämistoiminnassa saaduista hyödyistä ja toiminnan muutoksista tietyssä kohteessa. Tärkeää on huomioida toimijoiden ja hyödyn kohteena olevien henkilöiden näkemykset tuotoksesta. (Salonen ym. 2017, 62–63.)

Arviointivaiheessa esitetään kehittämistoiminnalle kriittistä pohdintaa suhteessa kehittämiselle asetettuihin tavoitteisiin. Valmiin työn jakaminen on kehittämistyön teossa viimeinen vaihe. Koko kehittämistyö on tehty hyvin loppuun, mikäli alussa asetetut tavoitteet ja tulokset saavutetaan sekä loppuraportti on tehty. Tämän loppuvaiheen tärkeänä kohtana on miettiä, mitä tehdylle työlle tulee tulevaisuudessa tapahtumaan ja miten laajaan käyttöön se tullaan levittämään. (Salonen ym. 2017, 64, 66.)

7.2 Suunnittelu

Opinnäytetyömme on toiminnallinen kehittämistyö ja siinä edettiin lineaarisen mallin mukaisesti. Valitsimme aiheeksi EKG:n laatutekijät, josta kehittämistarpeeksi tunnistimme terveysalan opiskelijoiden osaamisen kehittämisen EKG:n laatutekijöiden osalta. Työelämälähtöisenä kehittämistarpeena on, että opiskelijat osaavat tunnistaa EKG-artefakteja sydänfilmiltä jo koulusta työelämään siirryttäessä. Päätimme rajata aiheen EKG-rekisteröinnin teknisiin laatutekijöihin ja virhelähteisiin, jotka ja oimme tutkimusympäristöstä johtuviin sekä hoitajan ja potilaan toiminnasta johtuviin artefakteihin. Sana tekniset rajaa aihepiirin selkeästi pois potilaan ohjauksesta, joten aihe EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät on tällöin informatiivisempi ja täsmällisempi kuin pelkkä EKG-rekisteröinnin laatutekijät. Päätimme, että kehittämistyö tulee saataville Savonian terveysalan opiskelijoille.

Aiheen valinnan ja rajaamisen jälkeen seuraa ideointivaihe. Tässä vaiheessa ideoidaan ratkaisuja tunnistettuun kehittämistarpeeseen. Ideointivaiheessa kehittämistoiminnalle sovitaan alustavat tavoitteet sekä aikataulu työn etenemiselle ja tekemiselle. Tässä vaiheessa olisi myös hyvä osallistaa mahdollisimman runsaasti eri henkilöitä, jotta kehittämistyössä saataisiin tuotua esille erilaisia näkökulmia. (Salonen ym. 2017, 58.)

Kehittämistarpeena oli terveysalan opiskelijoiden osaamisen kehittäminen aiheen osalta, joten ratkaisuksi päätimme kehittää verkko-oppimateriaalin Moodle-oppimisympäristöön. Verkko-oppimateriaali päätettiin toteuttaa H5P-työkalulla, koska siihen sai helpoiten sisällytettyä ne toiminnot, joita työn tekemiseen tarvitsimme. Työn ideointivaiheessa aikataulutimme työn karkeasti kolmeen osaan. Ensimmäisenä vaiheena oli suunnitteluvaihe syksyllä 2024, sitten toteutusvaihe keväällä 2025 ja lopuksi viimeistely- ja arviointivaihe syksyllä 2025. Pohdimme ideointivaiheessa työn tilaajan kanssa, millainen verkko-oppimateriaali parhaiten vastaisi kehittämistarvetta.

Pedagogisen laadun näkökulmasta omassa verkko-oppimateriaalissamme on selkeästi rajatut aihealueet ja niiden sisältö, jotka aidosti auttavat oppimisen tukemisessa ja kehityksessä nimenomaan EKG-rekisteröinnin teknisissä laatutekijöissä ja virhelähteissä. Verkko-oppimateriaalimme kertaustehtävät erityisesti aktivoivat ja kehittävät opiskelijaa aiemman teorian sisäistämisen ymmärryksessä. Lopputestin sydänfilmikuvat aktivoivat oikeasti miettimään omaa tieto- ja taitotasoa erilaisten artefaktien tunnistamisen kanssa. Selkeyden ja saavutettavuuden näkökulmasta verkko-oppimateriaalissamme on selkeä looginen rakenne ja siinä on saavutettavuus huomioitu selkeillä tekstijaoilla ja erilaiset oppijat tekstin äänityksen, kuvien ja videoiden kautta. Lisäksi verkko-oppimateriaalimme tietotestissä ja kertaustehtävissä on tekemämme palaute tehtävän onnistumisesta ja se näyttää tarvittaessa oikeat ja väärät vastaukset.

Ideointivaiheen jälkeen tulee suunnitteluvaihe, jossa kehittämistoiminnalle nimetään vastuuhenkilöt, jotka ideointivaiheen sekä suunnitelman jälkeen alkavat työstämään kehittämistyötä. Suunnitteluvai-

heessa on tarkoitus tarkentaa ideointivaiheen ajatuksia ja suunnitelmaa. Tässä vaiheessa perehdytään paremmin kirjallisuuteen ja tutkimustietoon aiheesta. Kehittämistyön edellytyksenä on tutkittuun tietoon perustuvuus. Suunnitteluvaiheessa on hyvä käydä läpi kehittämistyön teossa mukana olevien toimijoiden vastuut ja tehtävät. Lisäksi laaditaan kehittämissuunnitelma, johon kirjataan kehittämistyön tavoitteet, eteneminen, toimijat, kehittämismenetelmät sekä dokumentointi- ja arviointitavat. (Salonen ym. 2017, 59–60.)

Suunnitteluvaiheessa laajensimme sekä täsmensimme ideointivaiheessa luotua alustavaa suunnitelmaa myös sen teorian tiedon osalta. Tässä vaiheessa saatuamme riittävästi teoriatietoa laadukkaasta verkko-oppimateriaalista, loimme työllemme laatukriteerit. Laatukriteereiksi valikoituivat oppimisen tukeminen, helppokäyttöisyys, selkeys ja ymmärrettävyys. Pyrimme tekemään siitä myös visuaalisesti mielekkään ja selkeän. Verkko-oppimateriaaliimme lisäämme muun muassa äänitteitä, videoita, kuvia sekä erilaisia tehtäviä, jotta se olisi mahdollisimman monelle erilaiselle oppijalle heidän oppimistaan tukevaa saavutettavuuskriteerit huomioiden. Pyrimme jakamaan kehittämistyön vastuut ja tehtävät tasapuolisesti. Eri osiot työssämme jaoimme ryhmän jäsenten kesken arpomalla, jotta jako olisi mahdollisimman reilu kaikkia kohtaan. HavaitSIMME, että tietyt työn osiot saattoivat olla helpompia työstää kuin toiset. Pyrimme tällöin tasoittamaan työmäärää jakamalla hieman enemmän muita työn osioita niille, joille osui lyhempiä tai helpompia kokonaisuuksia, jotta jokaisella ryhmän jäsenellä olisi suhteellisen yhtäläinen kokonaistyömäärä. Jotkut osiot, kuten esimerkiksi Webropol-kyselyn tekeminen tai verkko-oppimateriaalin tehtäväkysymykset ja kuvat suunniteltiin ja toteutettiin kaikki yhdessä.

Asetimme työllemme tarkat aikataulut, milloin tehdään mitään ja mihin mennessä eri osioiden täytyy olla valmiina. Jokainen ryhmän jäsen oli vastuussa ja huolehti, että sovituista aikatauluista pidettiin kiinni. Pidimme useita palavereja opinnäytetyötämme ohjaavan opettajamme kanssa. Päätimme rajata teoriaosion kertomaan sydämen rakenteesta, P-QRS-T-kompleksista, 12-kytkentäisestä EKG-rekisteröinnistä ja sen teknisestä laadusta sekä artefakteista. Jokaisella työn lukijalla tulee olla riittävästi pohjatietoa edellä mainituista aiheista, jotta on mahdollista oppia ja ymmärtää syvemmin EKG rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Keräsimme tietoa luotettavista tietolähteistä ja erilaisista tietokannoista. Pyrimme hyödyntämään teoriatietoa verkko-oppimateriaalin kertaustehtävissä ja lopputestissä monipuolisesti. Käsittelemme verkko-oppimateriaalin kertaustehtävissä sekä lopputestissä melkein kaikkien teoriaosioiden sisältöä ja painotamme niissä EKG-artefaktien tunnistamista. Mietimme myös, kuinka keräämme materiaalit eli EKG-filmit verkko-oppimateriaaliimme. Päätimme tuottaa materiaalit joko itse tai kerätä niitä esimerkiksi jostakin laboratorion. Tässä vaiheessa oli tiedossa, että on mahdollista saada materiaalia esimerkiksi Iisalmen laboratorion.

Kävimme myös läpi, kuinka osallistaisimme kohderyhmän työhömmä. Päätimme alustavasti, että kohderyhmä osallistettaisiin kehittämistyöhömmä esittelemällä heille verkko-oppimateriaaliimme ja pyytämällä heiltä palautetta siitä Webropol-kyselyn kautta. Kohderyhmän osallistamisen tavoitteena palautekyselyn avulla on, että heidän antamien palautteiden avulla voimme muokata verkko-oppimateriaaliimme vielä enemmän mielekkääksi ja toimivaksi kohderyhmälle. Webropol on työkalu verkko-pohjaisten kyselyiden tekemiseen ja niiden tulosten raportointiin. Työkalulla voi luoda ja muokata monipuolisia kyselyitä ja muodostaa kertyneestä tiedosta havainnollisia raportteja tulosten esittelyyn. Webropol onkin erinomainen työkalu kerätä palautetta esimerkiksi opinnäytetyöhön. (HAMK 2024.)

7.3 Toteutus

Kehittämistyössä itse toteutusvaihe aloitetaan, kun sen suunnitelma on kokonaan valmis ja työn tilaajan hyväksymä. Vaiheista tämä on yleensä raskain ja haastavin sen tekijöille, mutta se myös kehittää suuresti, etenkin ammatillisessa mielessä. Toteutusvaiheen aikana työstäminen kehittää useita ammatillisia taitoja, kuten vastuullisuutta, suunnitelmallisuutta, itsenäisyyttä, vuorovaikutteisuutta, sitkeyttä, itsensä kehittämistä sekä epävarmuuden sietokykyä. Työn toteutuksen aikana onkin kehityksen kannalta tärkeää ohjaajan tuki, palaute ja neuvot sekä tekijöiden toisiltaan saama vertaistuki. (Salonen ym. 2017, 62.) Kehittämistyön käytännön toteutusta ohjaa edeltävästi laadittu suunnitelma (Turunen, Pekonen, Korhonen & Tohmola 2025, 34).

Aloitimme suunnitteluvaiheen jälkeen verkko-oppimateriaalimme toteutuksen yhteisellä palaverilla opinnäytetyötämme ohjaavan opettajan kanssa Zoomissa. Tällöin aloitimme käymään konkreettisesti läpi valitsemamme toteutusvälineen eli H5P-työkalun käyttöä ja sisältöä. Ohjaava opettajamme esitteli meille H5P-työkalun toimintoja ja sen käyttöä, eli esimerkiksi mitä erilaisia interaktiivisia toimintoja siellä on käytössä ja miten niitä lisäilläään verkko-oppimateriaalipohjaan. Lisäksi etsimme itse tietoa H5P-työkalusta eri lähteistä internetissä ja katsoimme myös aiheesta tehtyjä videoita. Saimme myös ohjaavalta opettajaltamme sähköpostilla muutaman linkin ohjeisiin H5P:hen liittyen, H5P:n omalle sivulle ja mediamaisteri-sivulle. Ohjeistuksen ja H5P:hen tutustumisen jälkeen kokeilimme myös itse Moodle-oppimisympäristössä sen käyttöä ennen kuin aloitimme varsinaisen verkko-oppimateriaalin tekoa sinne.

Tämän perehtymisen jälkeen aloitimme tuottamaan materiaaleja eli sydänfilmejä verkko-oppimateriaaliamme varten. Olimme aiemmin jo miettineet yhdessä opinnäytetyötämme ohjaavan opettajan kanssa, millaisia eri sydänfilmejä tuottaisimme materiaaliksi. Kaikki opinnäytetyömme sydänfilmit otimme itse koulumme eli Savonia-ammattikorkeakoulun tiloissa, jossa on käytössä useampi EKG-laitte. Jätimme pois saamamme Islabin lialmen laboratorion sydänfilmit, koska saimme itse tuotettua riittävän laajan materiaalin sydänfilmeistä. Materiaalien tuotto sujuikin meiltä melko nopeasti yhden illan aikana hyvän suunnittelun myötä. Meistä yksi oli aina potilaan roolissa ja kaksi muuta käyttivät EKG-laitetta. Yritimme saada mahdollisimman paljon erilaisia artefakteja sydänfilmeille, jotta verkko-oppimateriaaliin olisi materiaalia mahdollisimman laajasti ja etenkin tutkimusympäristöstä ja laitteistosta, hoitajasta sekä potilaasta johtuvista artefakteista. Saimmekin hyvin filmille artefakteja kaikista tekijöistä, mutta osittain haastetta tuotti esimerkiksi tutkimusympäristöstä tai laitteistosta johtuvien häiriöiden, kuten vaihtovirtahäiriön saaminen esiin tai tietyn raajan aiheuttaman jännityksen näkyminen niin, ettei muissa raajoissa ole jännitystä samaan aikaan. Sydänfilmien lisäksi tuotimme muutamien lyhyen videon koululla verkko-oppimateriaalia varten. Videoissa näytämme konkreettisia keinoja, kuinka sydänfilmin ottajana voi auttaa potilasta rentoutumaan ja miten poistaa sydänfilmistä artefaktit. Tämän jälkeen loimme kaikille materiaaleillemme Microsoft Teamsiin oman tiedostokansion ja pyysimme ennen verkko-oppimateriaalin aloittamista opinnäytetyön ohjaavalta opettajaltamme vielä mielipiteitä tuottamastamme materiaalista eli sydänfilmeistä. Palautteen perusteella kävimme vielä noin pari kuukautta myöhemmin ottamassa muutamia sydänfilmejä lisää, jotta saimme paremmin filmille näkyviin esimerkiksi vaihtovirtahäiriön. Vaihtovirtahäiriön saimme sydänfilmille paremmin näkyviin, kun otimme EKG-laitteen asetuksista pois käytöstä suodattimen, joka vähentää vaihtovirtahäiriöitä.

Materiaalien eli sydänfilmien ja videoiden tuottamisen jälkeen aloitimme yhdessä työstämään H5P-työkalulla itse verkko-oppimateriaalia Moodle-oppimisympäristössä. Opinnäytetyömme ohjaava opettaja loi Moodleen uuden kurssin alustavasti nimellä EKG:n laatutekijät, jonne pääsimme luomaan H5P-työkalulla verkko-oppimateriaalimme.

Valitsimme työhömmä H5P:n Interactive Book eli interaktiivinen kirja-ominaisuuden, koska tarkoituksenamme oli tuottaa verkko-oppimateriaali, johon saa sisällytettyä useita eri toimintoja, kuten videoita, kuvia, tehtäviä, ääntä ja teoretietoa (H5P 2019). Interaktiivinen kirja-ominaisuus mahdollistaa kaiken tämän, joten se palveli työmme tarkoitusta parhaiten ja monipuolisimmin. Aloitimme verkko-oppimateriaalin kokoamisen ensin yhdessä, jotta meille selkeytyisi mitä kaikkea, mihin järjestykseen ja millä työnjaolla siihen laittaisimme. Pohjanamme toimi aiemmin hankittu tieto suunnitteluvaiheen raportista, jota hyödynsimme teoretiedon lisäämisessä verkko-oppimateriaaliin. Päätimme kertoa teoriaosuuksissa tärkeimmät tiedot sydämen toiminnasta ja EKG:n ottoon liittyvistä seikoista. Teoriaosiot koostuvat siis sydämen sähköisestä toiminnasta, P-QRS-T-kompleksista, EKG-kytkennöistä ja siihen liittyvistä laatutekijöistä, teknisesti laadukkaasta EKG:stä sekä tietenkin kolmeen osaan jaetuista artefaktiosioista. Osioissa kerrottiin pääkohdat kaikista aiheista ja tekstiä myös väljennettiin esimerkiksi väliotsikoilla, allekkain asettelulla, kuvilla ja tekstin äänityksellä, jotta verkko-oppimateriaali olisi mahdollisimman monelle oppijalle saavutettava ja lisäksi myös mahdollisimman selkeä ja kiinnostava. Teoriaosuuksien lisäksi päätimme tehdä niiden väliin kaksi kertaustehtävää tuomaan vaihtelua ja auttamaan opiskelijaa sisäistämään ja kertaamaan jo oppimaansa ennen varsinaista lopputestiä. Lopputestiin valitsimme H5P:n Multiple Choice ja Image Choice tehtävämallit, koska molempien avulla opiskelija pääsee tunnistamaan suoraan sydänfilmeistä eri artefakteja, joka onkin juuri tärkein taito niiden oppimisen ja laadukkaan tunnistamisen omaksumisessa. Lopputestissä onkin käsitelty kaikkia artefakteja monipuolisesti, jottei yksikään jäisi toisen varjoon. Lisäksi käytimme lopputestissä tehtävämallia Drag the Words kytkentöjen nimeämistehtävässä.

Lopputestin jälkeen opiskelijalle aukeaa sivu koko verkko-oppimateriaalin yhteenvedosta, jossa hän pääsee tarkastelemaan kirjaa, tehtävien edistymistä ja saamiaan tuloksia niistä. Lisäksi jo tehtäviä tehdessään opiskelija saa kirjallista palautetta vastauksistaan ja pääsee valitsemaan väärin vastatessaan, haluaako katsoa oikean vastauksen vai yrittää vastata uudelleen.

Johdanto

1 / 13
< >

EKG-rekisteröinnin t...

🔍

Johdanto ○

Sydämen sähkö... ●

EKG kytkennät... ○

Teknisesti laad... ○

▶ Kertaus ○

Artefaktit ○

Tutkimusympä... ○

Hoitajan toimi... ○

Kuuntele tai lue

EKG eli elektrokardiogrammi:

- Perustuu sydämen supistumista säätelevien heikkojen sähköimpulssien toiminnan mittaamiseen.
- Sydänfilmi eli EKG on tutkimus, jolla saadaan tietoa sydämen sähköisestä toiminnasta ja erilaisista sydämen sairauksista.
- Normaalissa EKG:ssä on 12 erilaista kanavaa, jotka mittaavat sähköimpulsseja eri puolilta rintakehää sekä raajoista.
- EKG-elektrodien sijainti vaikuttaa EKG-filmin käyrien muotoon, joten sijoittelu on tehtävä tarkasti.

Kuva 1. Kuvaleike Savonian Moodle-oppimisympäristöstä EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät ja virhelähteet (Savonia-ammattikorkeakoulu 2025)

+

Valitse artefakti, joka näkyy kuvassa. Klikkaa +, jotta näet kuvan suurempana

V1 ja V6 kytkennät väärin päin

Lihasartefaktia (potilas puhuu)

Ei mikään, normaali EKG

✓ Tarkista

Kuva 2. Kuvaleike Savonian Moodle-oppimisympäristöstä EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät ja virhelähteet (Savonia-ammattikorkeakoulu 2025)

Tarkastimme työtä tehdessä ja sen edetessä vielä materiaaliamme, jotta se täyttäisi laadukkaan verkko-oppimateriaalin kriteerit. Tarkistettiin, että teksti sekä materiaali muiltakin osin on helposti

ymmärrettävä ja helppokäyttöinen, loogisesti etenevä ja selkeä esimerkiksi otsikoinniltaan. Lisäsimme sisältöön myös videoita ja kuvia havainnollistamaan sitä paremmin. Kokonaisuuden valmistuttua tarkistettiin vielä, että se näyttää selkeältä sekä lisäsimme vielä siihen ääninauhituksen, jotta teksti voi halutessaan myös kuunnella.

7.4 Arviointi

Arviointivaihe sisältyy kaikkiin kehittämistyön vaiheisiin, vaikka se onkin eroteltu omaksi vaiheeksi. Arviointia voi tapahtua ennen kehittämistoimintaa, sen aikana ja toiminnan päätyttyä. Arviointitapoja on erilaisia ja ne voivat sisältää esimerkiksi itsearviointin, vertaisarviointin tai ulkoisen arviointin muotoja. Arvioinnissa omaa toimintaa pyritään tarkastelemaan kriittisesti sekä tunnistamaan omia vahvuuksia ja heikkouksia. Arvioinnissa olennaista on pohtia kehittämistoiminnan suhdetta kehittämiseen asetettuihin tavoitteisiin. Arvioinnin avulla voidaan pohtia esimerkiksi, että mikä kehittämistoiminnan myötä muuttui ja mitkä olivat sen toiminnan vaikutukset kohderyhmälle. On myös tärkeää pohtia, mitä opittiin sekä missä epäonnistuttiin. (Salonen ym. 2017, 64–65.)

Arviointivaiheessa tehdään loppuraportti, joka kirjoitetaan suhteessa tehtyyn kehittämissuunnitelmaan, ja jossa selostetaan kehittämistoiminta kirjallisesti. Raportti sisältää kaikki vaiheet tunnistetusta tarpeesta kehittämistoiminnan tuloksiin ja toteutukseen asti. Raportin ulkoasuun ja luettavuuteen on syytä panostaa, jotta kehittämistoiminta tulisi ilmi lukijajäystävällisesti. (Salonen ym. 2017, 65.)

Arviointivaiheessa olennaista on palautteen kerääminen tehdystä tuotoksesta. Sitä tulee kysyä valitulta kohderyhmältä ja tarvittaessa myös esimerkiksi aiheen asiantuntijoilta, kuten opettajilta tai työelämän edustajilta. Lisäksi on tärkeää, että kysymykset palautteen saamiseksi on laadittu verkko-oppimateriaalia ohjaavien laatukriteereiden perusteella. (Turunen ym. 2025, 34.)

Verkko-oppimateriaalin suunnittelusta lähtien ja sen eri vaiheiden, kuten sydänfilmien ottamisen ja videoimisen, materiaalin kirjoittamisen, sisällön hahmottamisen ja jäsentelyn sekä tehtävien laatimisen aikana kävimme jatkuvasti opinnäytetyömme ohjaajan opettajan kanssa arviointia sisällöstä ja sen toimivuudesta. Mietimme esimerkiksi olennaisia asioita teorian sisältöön ja sen pituuteen liittyen sekä lopputestin kuvien, kysymysten ja niiden vastausten oikeanlaiseen muotoiluun liittyen. Lisäksi mietimme verkko-oppimateriaalin soveltuvuutta erilaisille oppijoille. Verkko-oppimateriaalille lisäarvoa tuovat esimerkiksi materiaalin äänitys, videot ja ohjeet ennen videoita ja äänitteen vieressä. Tämän ansiosta verkko-oppimateriaalimme oli jo hyvin hiottu ja mietitty eri tarkastelukulmista ennen varsinaista palautteen keräämistä terveystieteen opiskelijoilta.

Saatuamme verkko-oppimateriaalimme ensimmäisen version valmiiksi kaikkia osioita myöten, keräsimme anonymisti Webropol-kyselyllä palautetta tietyiltä kohderyhmiltä vuoden 2025 syys-lokaakuun aikana. Kyselyn lähetimme opiskelijoiden koulusähköpostiin linkillä saatesanojen kanssa. Kerroimme esimerkiksi, että vastaaminen on vapaaehtoista ja esittelimme työmme. Kyselyn kohderyhmäksi valikoitui sellaisia opiskeluryhmiä terveystieteen alalta, joiden opiskeltava tutkinto sisältää EKG:hen liittyviä joko suppeampia tai laajempia kokonaisuuksia. Palautteiden keräämiseen valittiin useita ryhmiä terveystieteen alalta, kuten terveydenhoitaja-, sairaanhoitaja-, kättilöopiskelijoita ja yksi bioanalytiikkaopiskelijoiden loppuvaiheessa oleva ryhmä. Ryhmistä osalla oli juuri alkanut tai viimeisen vuoden aikana käyty kliinisen fysiologian kurssi. Lisäksi valikoidulla bioanalytiikka ryhmällä kliiniseen fysiologiaan liittyviä kursseja ja myös kliinisen fysiologian harjoittelu oli jo käytyä vuoden 2022 syysystä

lähtien. Halusimme saada mahdollisimman monipuolisesti eri terveystalon opiskelijoiden ja eri vaiheissa opintoja olevien arviointeja verkko-oppimateriaalistamme, jotta saataisiin riittävän laaja ja todellisuutta vastaava kuva verkko-oppimateriaalimme onnistumisesta ja sen saavutettavuudesta.

Webropol-kysely laadittiin verkko-oppimateriaaliamme ohjanneiden laatukriteereiden perusteella. Nämä laatukriteerit olivat oppimisen tukeminen, helppokäyttöisyys, selkeys ja ymmärrettävyys. Kyselyssämme oli yhteensä neljä kysymystä sekä vapaa palautekenttä. Palautekyselymme oli auki yhden viikon verran ja saimme siihen yhteensä viisi vastausta, vaikka kysely lähetettiin noin 170 opiskelijalle. Kyselystä saadun palautteen perusteella verkko-oppimateriaalimme EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä edisti oppimista kyseisestä aiheesta jokaisen vastaajan mielestä joko erittäin hyvin tai hyvin. Lisäksi vastaajien mielestä verkko-oppimateriaalimme oli ymmärrettävä ja selkeä suurimmaksi osaksi. Kaikki vastaajat olivat myös täysin sitä mieltä, että verkko-oppimateriaalimme oli kokonaisuudessaan erittäin helppokäyttöinen. Vapaan palautteen perusteella tekemämme verkko-oppimateriaali antoi opiskelijoille paljon hyödyllistä ja tarpeeseen tulevaa tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä. Lisäksi kyselyyn vastanneet opiskelijat kokivat, että nämä tiedot olivat verkko-oppimateriaalissa kerrottu selkeästi ja havainnollisesti. Vastauksissa korostui myös, että verkko-oppimateriaalissa oli suurimmaksi osaksi pysytty hyvin perusasioissa, eikä liikaa korostunut turha tai liian pikkutarkka tieto. Kuitenkin saimme pientä kritiikkiä tekstin paljoudesta tietyissä kohdissa. Lisäksi esille nousi useamman vastaajan nosto kytkentöjen sekä kytkentäkuvien puuttumisesta verkko-oppimateriaalissa. He toivoivat esimerkiksi, että sisällössä olisi video tai tehtävä kytkentöjen nimeämisestä ja sijoittelusta rintakehälle oikeaoppisesti. Muilta osin siinä olleet kertaustehtävät ja lopputesti saivat myönteistä palautetta. Niiden keuhuttiin olevan monipuolisia ja täten tekemotivaatiota ylläpitäviä. Lisäksi niiden koettiin olevan hyvin oppimista tukevia.

Webropol-kyselyllä saatujen vastusten perusteella lähdimme hieman muokkaamaan verkko-oppimateriaaliamme. Hyvänä kehitysideana nousi EKG-kytkentöjen lisääminen verkko-oppimateriaaliin, jotta opiskelija konkreettisesti ymmärtäisi niidenkin idean. Lähdimme korjaamaan palautteen perusteella materiaaliin selkeät kuvat rinta- ja raajakytkennöistä. Lisäksi vastasimme kehitystoiveeseen tuoda materiaaliin myös tehtävä kytkentöjen nimeämisestä, joka taas palvelisi opiskelijan oppimisen syventymistä niistä teorian ja kuvien lisäksi. Palautteen ansiosta huomasimme myös, että teoriasta puuttui kokonaan myös sanallinen tieto kytkentöjen paikoista ja nimeämisestä, joten tämäkin puute saatiin korjattua. Ainoa kohta, mitä palautteiden perusteella emme lähteneet verkko-oppimateriaalistamme muokkaamaan, oli sen saama kritiikki tekstin paljoudesta. Olimme jo aiemmin lyhentäneet ja väljentäneet sekä poistaneet turhia ja pikkutarkkoja kohtia tekstistä. Lisäksi olimme käyneet tästä paljon keskustelua opinnäytetyön ohjaavan opettajamme kanssa. Emme siis kokeneet tarpeelliseksi lähteä mitään enää poistamaan, koska mielestämme kaikki verkko-oppimateriaalissa oleva tieto oli tärkeää ja merkittävää. Lisäksi verkko-oppimateriaaliin tuo väljyyttä tekstien lisänä oleva mahdollisuus sen kuunteluun äänitteinä, joka keräsi myös myönteistä palautetta opiskelijoilta. Myös tekstien lisänä ja niiden välissä olevat videot ja kuvat sekä kertaustehtävät väljentävät rakennetta.

Verkko-oppimateriaalimme EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä tulee käyttöön Savonia-ammattikorkeakoulun kliinisen fysiologian kurssille, joka sisältyy kaikkien terveystalon opiskelijoiden tutkintoon lukuun ottamatta fysioterapeutti- ja suuhygienistiopiskelijoita. Lisäksi työn tilaajana toimiva Savonia-ammattikorkeakoulu tulee käyttämään verkko-oppimateriaaliamme liiketoi-

minnan koulutuksissa. Tarkoituksena oli vastata tarpeeseen kehittää verkko-oppimateriaali terveysalan opiskelijoille opetukseen sekä itsenäisen opiskelun tueksi ja tätä kautta vahvistamaan ja parantamaan heidän tietoansa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatu-tekijöistä ja virhelähteistä. Opiskelijoilta saadun palautteen perusteella tulee ilmi, että erittäin todennäköisesti tämä verkko-oppimateriaali tulee vastaamaan hyvin tähän heränneeseen tarpeeseen. Kehittämistyötä voi pitääkin onnistuneena, kun kyseiset alussa mietityt tavoitteet on saavutettu (Salonen ym. 2017, 66). Savonia-ammattikorkeakoulun opiskelijoiden lisäksi tätä verkkokurssia voisi hyödyntää työelämässä perehdytysmateriaalina eri terveysalan ammattikunnille tai kertausmateriaalina EKG:tä työssään ottaville, kuten bioanalytikoille tai sairaanhoitajille.

8 POHDINTA

8.1 Kehittämistyön toteutuksen ja tuotoksen pohdinta

Lähdimme suunnittelemaan työtä ja verkko-oppimateriaalia, koska opettajan puolelta tuli tarve kehittää jonkinlainen materiaali tukemaan opiskelijoiden oppimista EKG:hen liittyvistä artefakteista. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu aihealueen rajaaminen ja ideointivaihe, jonka tarkoituksena on keksiä ratkaisuja kehittämiskohteelle. Suunnitteluvaiheessa työlle suunnitellaan alustavat aikataulut työn tekemiselle ja etenemiselle. (Salonen ym. 2017, 56, 58.) Suunnitteluvaiheessa päädyimme yhdessä opinnäytetyön ohjaavan opettajan kanssa lopputulokseen verkko-oppimateriaalin tekemisestä ja H5P-työkalun käytöstä, koska näin saisimme tuotettua juuri sellaisen tuotoksen, jollaista kurssille kaivattiin. Tässä vaiheessa määrittelimme työllemme kriteerit, joiden mukaan työn suunnittelu jatkui eteenpäin. Suunnitteluvaihe työryhmässämme sujui hyvin. Punnitsimme laajasti erilaisia ideoita ja vaihtoehtoja, jotta lopputuloksesta saataisiin mahdollisimman hyvin tarpeita vastaava.

Suunnitelman valmistuttua aloitetaan itse työn toteutus. Toteutusvaiheen aikana työn tekijöillä kehittyvät ammatilliset taidot, kuten vastuullisuus, vuorovaikutteisuus, suunnitelmallisuus, sitkeys sekä epävarmuuden sietokyky. Jotta työn toteutus etenee suunnitellusti, on opinnäytetyön ohjaavan opettajan antama tuki ja palaute välttämätöntä. (Salonen ym. 2017, 62.) Meidän työssämme ehkä suurin voimavara on ollut vertaistuki muilta ryhmän jäseniltä. Työskentely sujui parhaiten jakamalla jokaiselle oma kirjoitettava osio. Tarkistukset suoritimme kuitenkin aina vaihtamalla osioita ryhmän jäsenten kesken. Yhdessä pohdimme hankalat kohdat sekä kävimme erityisesti lähdeviitteet ja lähdeluettelon läpi. Pidimme myös useita kokouksia sekä ryhmän jäsenten että opinnäytetyötämme ohjaavan opettajan kanssa, jolloin kehitettäviä kohteita on käyty yhdessä läpi. Toimivan ryhmähengen ansiosta saimme joustavasti ja hyvin kuvattua kaiken tarvittavan materiaalin verkko-oppimateriaalia varten sekä tehtyä siitä saavutettavan äänityksien, kuvien ja tehtävien kera.

Kehittämistyön tavoitteena oli edistää terveysalan opiskelijoiden tietoa EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Kehittämistyön tarkoituksena oli tuottaa verkko-oppimateriaali EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä Savonia-ammattikorkeakoulun terveysalan opiskelijoiden käyttöön. Työn tekemiselle kriteereinä olivat oppimisen tukeminen, helppokäyttöisyys, ymmärrettävyys ja selkeys. Ilomäen (2012, 11) mukaan e-oppimateriaali on laadukas, jos opiskelija pystyy käyttämään sitä oman tasonsa, kiinnostuksensa ja tarpeidensa mukaisesti. Laadukas e-oppimateriaali aktivoi opiskelijan ajattelukykyä ja keskittyy opittavien asioiden ydinkohtiin. Laadukkaaksi e-oppimateriaalin tekee myös se, että se on teknisesti helppokäyttöinen, ulkoasullisesti pedagoginen sekä se, että se tukee juuri sen e-oppimateriaalin tavoitteita. (Ilomäki 2012, 11.) Kun verkko-oppimateriaali on helppokäyttöinen, ymmärrettävä ja selkeä, tulee siitä saavutettava. Saavutettava verkko-oppimateriaali taas tukee yhdenvertaisuutta ja osallisuutta erilaisten oppijoiden välillä. (Avoin tiede 2022.)

Kehittämistyön tavoitteet täyttyivät, koska kaikkien vastaajien mielestä verkko-oppimateriaali edisti oppimista EKG:n teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Saimme monipuolisesti palautetta työmme toimivista asioista sekä kehitettävistä kohdista. Palautteissa keuhuttiin selkeää sisältöä, hyvää havainnollistamista ja tekstin laatua. Hyvää palautetta tuli myös mahdollisuudesta kuunnella teksti sekä teoriaosuuksien väliin sijoitetuista tehtävistä. Vastaukset osoittivat, että verkko-oppimate-

riaali tuki hyvin opiskelijan oppimista aiheesta, oli täysin selkeä, helppokäyttöinen ja hyvin ymmärrettävä. Näiden tulosten perusteella verkko-oppimateriaali vastasi siis erittäin hyvin sille asetettuja tavoitteita. Etenkin työn kehitettävissä kohdissa olimme itse samaa mieltä vastanneiden opiskelijoiden kanssa. Saimme palautetta esimerkiksi hieman liian pitkistä tekstiosuuksista, ja olimme pohtineet tätä jo itsekkin ennen kurssin antamista opiskelijoille testattavaksi. Vaikka yritimme tiivistää tekstin vain olennaisiin ydinasioihin ja jakaa tekstiä useille sivuille, jäi teoriaosuus silti melko pitkäksi. Halusimme kuitenkin kuulla asiasta mielipiteitä vielä opiskelijoilta. Ennen verkko-oppimateriaalin lähettämistä opiskelijoille poistimme kuitenkin materiaalista jo kaiken turhan pois, jotta jäljelle jäisivät vain tärkeimmät ydinasiat. Kehittämiskohtena olisimme voineet yrittää jakaa tekstiä vielä pienempiin osiin, jotta opiskelijan motivaatio pysyisi paremmin yllä koko kurssin ajan. Uutena huomiona arvioinnissa tuli puute EKG-kytkennöistä kuvina, joten halusimme vielä kehittää työtä sen pohjalta. Päätimme siis opiskelijoiden tarpeet ja toiveet huomioiden lisätä kytkentäkuvat kurssin teoriaosioon sekä pienen tehtävän lopputestiin. Lopputestin lisätehtävässä opiskelijan tulee raahata puuttuvat sanat tekstiin, jossa kysytään rinta- sekä raajakytkentöjä. Tällä muutoksella saimme muokattua verkko-oppimateriaalia vielä enemmän opiskelijoiden tarpeita täyttäväksi.

Lineaarissa mallissa kehittämistyö etenee ennalta suunniteltuina, peräkkäisinä vaiheina tavoitteiden asettamisesta arviointiin (Salonen 2013, 15). Malli perustuu rationaaliseen, ennakoitavaan etenemiseen, jossa epävarmuustekijöiden on oltava hallittavia, jotta kokonaisuus säilyy selkeänä (Salonen ym. 2017, 52). Työmme eri vaiheet etenivät loogisesti lineaarisen mallin mukaan. Siirryimme järjestelmällisesti suunnittelusta toteutukseen ja arviointiin, eikä edetessä ollut tarvetta palata aiempiin vaiheisiin takaisin. Lineaariseen malliin kuuluu kuitenkin epävarmuustekijöiden hallittavuus ja ennakointi, joiden kanssa kohtasimme ajoittain haasteita. Työn sisältöä olemme muokanneet useaan otteeseen jokaisessa työvaiheessa. Olemme esimerkiksi muokanneet verkko-oppimateriaalin tekstin sisältöä sekä rakennetta useasti.

Pyrimme tekemään työstämme mahdollisimman paljon oppimista tukevan sekä monipuolisen, jotta se tukisi erilaisia oppijoita. Monipuolisuudella tarkoitetaan sitä, että verkko-oppimateriaalissa pystyy lukemaan tekstiä, havainnollistamaan lukemaansa kuvilla sekä kuuntelemaan tekstit äänitysten avulla. Selkeyden, helppokäyttöisyyden ja ymmärrettävyyden pyrimme saavuttamaan tekemällä verkko-oppimateriaalista visuaalisesti selkeän ja mahdollisimman yksinkertaisen. Teksti on jaettu useammalle sivulle ja sitä on jäsennelty esimerkiksi ranskalaisilla viivoilla, jotta sen lukeminen olisi helpompaa. Selkeyttä on lisätty työhön esimerkiksi merkitsemällä äänikuvakkeen viereen ”Kuuntele tai lue” ja tietotestin kuvakysymyksiin ”Valitse artefakti, joka näkyy kuvassa. Klikkaa +, jotta näet kuvan suurempana”. Ymmärrettävyyttä lisää se, että kirjoitettua tekstiä on havainnollistettu kuvilla ja myös kuviin on lisätty tulkintaa helpottavia laatikoita ja nuolia.

Verkko-oppimateriaaliamme merkityksellisen tekee se, että se on suunnattu monelle erilaiselle oppijalle. Internetissä käytettävä verkko-oppimateriaali on helppokäyttöinen ja saatavilla Moodle-oppimisympäristössä. Verkko-oppimateriaalissamme tietoa on mahdollista lukea tekstistä sekä kuunnella äänitteenä. Lisäksi kirjoitettua tekstiä on havainnollistettu kuvilla, mikä helpottaa osaa opiskelijoista ymmärtämään luettua sisältöä. Kirjoitetun tekstin äänitteet auttavat niitä oppijoita, joille pelkkä lukeminen on hankalaa. Selkeyttä on tuotu mukaan sillä, että opiskeltava materiaali on jaettu usealle omalle sivulle ja lyhyempiin osioihin, mikä auttaa pitämään opiskelijan motivaatiota yllä. Myös pitkän tekstin tiivistäminen helpommin luettavaan muotoon esimerkiksi ranskalaisten viivojen avulla lisää

selkeyttä. Verkko-oppimateriaaliin on lisäksi tehty teoriaosioiden väliin lyhyitä tietotestejä, jolloin opiskelijan on helpompi jäsentää opittuja asioita omassa mielessä ennen seuraavaan teoriaosuuteen siirtymistä. Koko verkko-oppimateriaalin sisältöä tiivistää lopusta löytyvä tietotesti, johon on koottu jokaisesta osiosta muutama kysymys. Tämän avulla opiskelija voi testata, kuinka hyvin uudet asiat ovat jääneet mieleen.

Työ tehtiin, koska EKG:hen liittyvistä artefakteista tarvittiin enemmän tietoa EKG:tä käsitteleville kursseille. Idea verkko-oppimateriaalista tuntui parhaimmalle, sillä se tulisi kuitenkin Moodle-kurssin yhteyteen ja tiivistäisi kaiken yhteen H5P-tehtävään. H5P-työkaluun oli helpoin myös saada yhdistettyä teksti, kuvat, tehtävät ja äänitteet, joka mahdollisti verkko-oppimateriaalin tekemisen monipuoliseksi ja saavutettavaksi. Tuotos on merkityksellinen yhteistyötaholle, sillä se auttaa tulevia työntekijöitä parantamaan tietojaan EKG:hen liittyvissä artefakteissa jo opiskeluvaiheessa. Tuotos on tärkeä, koska se vähentää väärin diagnoosien tekoa, mikä hyödyttää potilasta saamaan oikeanlaista ja tarpeellista hoitoa. Se myös säästää taloutta vähentämällä turhien tutkimuksien tekoa ja näin samalla vaikuttaa myös positiivisesti yhteiskuntaan.

8.2 Eettisyys ja luotettavuus

Yksi filosofian osa-alueista on etiikka. Etiikka tutkii käsitystä hyvästä ja oikeasta, pahasta ja väärästä sekä moraalisesta toiminnasta. Tutkimusta tai kehittämistyötä tehdessä tekijän tulee noudattaa sellaisia työskentelytapoja, joilla saadaan tuotettua tiedollisesti kestävä työ, joka kohtelee samalla tutkimukseen osallistuvia ihmisiä hyvin. Kehittämistyössä tulee kunnioittaa siihen osallistuvien ihmisten yksityisyyttä, oikeuksia, ihmisarvoa ja itsemääräämisoikeutta. Kehittämistyö ei saa myöskään aiheuttaa haittaa tutkimukseen osallistuville ihmisille tai muille tutkimukseen osallistuville kohteille. Eettisyyden lähtökohtana tutkimuksessa on tasa-arvoinen ja ihmisarvoinen käyttäytyminen. Työn tekijän omat mielipiteet eivät saa vaikuttaa tutkimukseen osallistuvien henkilöiden mielipiteisiin tai tutkimuksen tulosten tulkintaan väärin tavalla. (Vuori n.d.) Opinnäytetyön tekijän täytyy hallita vastuualueet tieteellisistä käytännöistä, yleiset periaatteet ihmisiin kohdistuvasta tutkimuksesta, tieteeseen pohjautuva käytäntö opinnäytetyöprosessista sekä eettisenennakkoarvioinnin lähtökohdat, tarpeellisuus ja ennakkoarviointimenettely (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto AreneRy 2018, 5).

Kehittämistyöhömmä tulee materiaaliksi sydänfilmejä, joten tämän osalta tulee pohtia eettisiä näkökulmia. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöissä tulee kiinnittää huomiota tutkimukseen osallistuvien potilaiden henkilötietoihin ja henkilöitä koskevan tietosuojan toteutumiseen (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto AreneRy 2018, 7). Työssämme käytettävissä sydänfilmeissä ei ole ollenkaan näkyvillä potilaan henkilötietoja ja filmeistä tarkkaillaan vain niissä näkyviä artefakteja. Kehittämistyön aihe valittiin, jotta opiskelijoiden tietämystä saataisiin lisättyä sydänfilmin laatuun vaikuttavista tekijöistä. Tietämysten lisääminen sydänfilmin laatuun vaikuttavista artefakteista jo opiskeluvaiheessa vähentää virheiden tapahtumista työelämässä. Työelämässä tapahtuvien virheiden ennaltaehkäisy parantaa potilaista otettujen sydänfilmien laatua, sillä tällöin hoitaja osaa paremmin erottaa artefaktit sydänfilmiä ottaessa, eikä potilaan sydämen rytmiin liittyvät häiriöt ja löydökset jäisi piiloon. Työ on merkittävä, sillä se vähentää potilaan sydänfilmiin aiheutuvien artefaktien määrää lisäämällä hoitajien tietämystä artefakteista ja niiden poistamisesta.

Kaiken materiaalin työtä varten tuotimme itse, eli toimimme itse potilaina rekisteröinneissä. Käytettäviksi sydänfilmeiksi valittiin filmejä, joissa ilmenee selkeitä artefakteja, joita voidaan käyttää opetuksellisesti. Työn tekijöinä meitä velvoittaa vaitiolo- ja salassapitovelvollisuus. Salassapitovelvollisuus velvoittaa henkilötietoja käsittelevän työntekijän pitämään salassa potilaisiin/asiakkaisiin liittyvät tiedot (Valvira n.d.). Sydänfilmeistä ei pysty selvittämään potilaana toimineen henkilöllisyyttä. Työn arviointia varten tarvitsimme palautetta tehdystä työstä opiskelijoilta, jotka ovat joko opiskelleet jo aiheesta tai aloittavat sen opiskelemisen kurssilla, jonka yhteyteen tämä verkko-oppimateriaali tulee. Kurssin suorittamiseksi oppilaat tarvitsivat omat toimivat Moodle-tunnukset. Kurssin suorittaneiden opiskelijoiden suorituksia emme seuranneet, vaan tarkoitus oli saada palautetta kurssin toimivuudesta ja hyödyllisyydestä sekä siihen liittyvistä kehityskohteista. Arviointi ja palautteen antaminen suoritettiin palautekyselylomakkeen avulla Webropolissa, johon kurssia kokeilleet opiskelijat antoivat palautetta anonymisti. Lisäksi kurssin kokeilu ja palautekyselyn täyttäminen perustuivat kokonaan vapaaehtoisuuteen. Vaitiolo- ja salassapitovelvollisuus toteutuu työssämme siis hyvin, sillä materiaali on tuotettu kokonaan itse ja työn arviointi on suoritettu vastaajien henkilötiedot suojattuina. Tuotamaamme verkko-oppimateriaalia koskee tekijänoikeus. Tekijänoikeus tarkoittaa oikeutta teokseen, jonka on itse luonut (Tekijänoikeuslaki 404/1961, 1§). Työssämme emme riko tekijänoikeuksia esimerkiksi työssä käytettävien kuvien ja videoiden osalta, sillä kaikki materiaali on itse tuotettua.

Hyvän tieteellisen käytännön peruspilareita ovat eurooppalaisen tutkimuseettisen ohjeistuksen mukaan luotettavuus, rehellisyys, arvostus sekä vastuunkanto. Luotettavuus tarkoittaa tieteellisessä toiminnassa laadun takaamista esimerkiksi suunnittelussa, menetelmissä ja voimavarojen käyttämisessä. Rehellisyys tarkoittaa tieteellisen toiminnan suunnittelua, toteutusta, arviointia ja siitä viestimistä ulospäin avoimesti, puolueettomasti ja yksityiskohtia piilottamatta. Arvostusta osoitetaan esimerkiksi opiskelijakollegoille ja toiminnan muiden osapuolien kunnioittamisella. Viimeisenä pilarina on vastuunkanto, jossa kannetaan vastuu työn koko elinkaaresta, alkaen ideoinnista ja ulottuen hallintoihin, ohjaukseen, toteutukseen, julkaisuun ja vaikutuksiin. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 11–12.)

Opinnäytetyön suunnitteluvaiheen loppupuolella allekirjoitimme opinnäytetyösopimuksen työn tilaajan eli Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa. Sopimuksessa käsitellään yhteistyötahon tarjoamaa ohjausta ja työn tarkastusta, opinnäytetyöhön, tuloksiin ja tutkimusaineistoon kohdistuvia oikeuksia sekä opinnäytetyön julkistamiseen, julkisuuteen ja salassapitoon liittyviä ehtoja. Sopimuksessa painotetaan opinnäytetyön, sen tulosten ja tutkimusaineistojen tekijänoikeuksien kuulumista työtä tehneille opiskelijoille. Valmis opinnäytetyö tulee osaksi erillistä kurssia Savonia-ammattikorkeakoululle, jonka avulla oppilaat voivat itsenäisesti opiskella. Tätä varten olemme sopimuksesta valinneet kohdan, jolla luovutamme yhteistyötaholle rinnakkaisen käyttöoikeuden julkistettaviin ja ei-julkistettaviin tuloksiin. Tähän rinnakkaiseen käyttöoikeuteen ei sisälly muuntelu- tai edelleenluovutus-oikeutta julkistettaviin tai ei-julkistettaviin tuloksiin. Allekirjoitimme myös kohdan, jossa opinnäytetyö julkaistaan avoimessa verkossa ja on avoimesti saatavilla. Opinnäytetyösopimuksen lisäksi allekirjoitimme sopimuksen, jolla luovutamme verkko-oppimateriaalimme käyttöoikeuden Savonia-ammattikorkeakoululle liiketoiminnan koulutukseen. Sopimuksen sopijapuolina toimivat jälleen opinnäytetyön tekijät sekä Savonia-ammattikorkeakoulu. Luovutettavalla verkko-oppimateriaalilla tarkoitetaan EKG-rekisteröinnin tekniset laatutekijät -verkko-oppimateriaalia.

Vilppi tieteellisessä kirjoittamisessa vääristää luotettavaa tutkittua tietoa ja harhaanjohtaa esimerkiksi sen lukijaa tai arvioijaa. Sen lisäksi vilppi horjuttaa työn tuloksia tai sen arvoa ja aiheuttaa hankaluuksia esimerkiksi muille tekijöille. Plagiointi taas tarkoittaa luvaton lainaamista eli esimerkiksi toisten keksimien ideoiden tai tekemien töiden käyttöä omaan työhön ilman tekijän suostumusta tai siihen viittaamista lähteissä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 16–17.) Työssämme käytetyjä lähteitä on referoitu omin sanoin. Lisäksi olemme merkinneet käytetyt lähteet lähdeviitteiksi tekstiin sekä lähdeluetteloon, josta löytyy tiedot ja linkki alkuperäiseen lähteeseen. Lähdetietoa vaativien tekstien kirjoittamisen jälkeen käytimme raporttimme plagioinnintarkistus ohjelmistossa Turnitissa. Saimme prosentiksi 16 % ja Turnitin merkitsemät kohdat olivat pääosin lähdeluettelossa tai lähdeviitteissä.

Tekoälyä käytimme kielen ja oikeinkirjoituksen tarkistukseen. Tekoälyn avulla myös etsimme ideoita luotettavista lähteistä, joita voisimme mahdollisesti opinnäytetyön tekemisessä käyttää. AI-palveluista käytimme ChatGPT:tä ja Google Geminiä. Annoimme tekoälylle tehtäväksi etsiä luotettavia kotimaisia tai kansainvälisiä artikkeleita EKG:hen liittyvistä artefakteista. ChatGPT:n antamien ehdotusten avulla saimme etsittyä lähteitä laajemmin itse Savonian tietokantojen kautta.

Lähteinä käytimme kansainvälistä ja kotimaista alan kirjallisuutta sekä luotettavia verkkolähteitä, joista suurin osa oli tieteellisiä tutkimusartikkeleita tai vertaisarvioituja tutkimusartikkeleita. Lähteiden etsimiseen käytimme apuna Savonia-Finna-kirjaston sivuilta löytyvää ”Tietokannat” osiota, joista käytimme muun muassa Cinahl Ultimatea, EBSCOhostia, Google Scholaria, Mediciä, Oppiporttia, ProQuest Ebook Centralia, Pubmediä, Science Directiä ja Terveysporttia. Näistä tietokannoista haimme tietoa suomeksi ja englanniksi pääosin hakusanoilla EKG, sydänfilmi, laatu ja artefakti. Lainasimme Savonia-Finna-sivuilta E-kirjoja alan kirjallisuudesta sekä myös kirjastosta painettuja kirjoja.

Lähdekritiikki tarkoittaa käytettävien lähteiden arvioimista uskottavuutensa ja luotettavuutensa suhteen. Etenkin nettilähteitä käytettäessä tulee tarkastella, ovatko käytettävät tiedot luotettavia, pitävätkö ne paikkansa, miten hyvin dokumentit ovat saatavilla ja käytettävissä, ovatko ne ajan tasalla ja puolueettomia sekä voiko niitä käyttää tekijänoikeudellisista syistä. (Oulun yliopisto 2025.) Käytetyn lähdetiedon oikeellisuutta ja luotettavuutta varmistimme etsimällä saman tiedon useammasta luotettavasta lähteestä. Esimerkiksi suomenkielisessä kirjassa lukevaa tietoa pyrimme varmistamaan vielä toisella lähteellä, joka oli esimerkiksi kansainvälinen artikkeli. Etenkin verkkolähteen, esimerkiksi verkkosivun, kohdalla pyrimme varmistamaan tiedon vielä lisäksi jostain muusta lähteestä.

Lähteinä käytimme monipuolisesti erilaista materiaalia, kuten painettuja kirjoja, E-kirjoja, artikkeleita, verkkosivuja ja myös verkkokursseja. Pyrimme työssä käyttämään ajankohtaisia, alle kymmenen vuotta vanhoja lähteitä. Työssämme on kuitenkin myös muutama lähde, joka on vanhempi. Käytimme myös vanhempia lähteitä, koska tietoa ei löytynyt tuoreemmasta lähteestä tai tieto oli laadultaan sellaista, joka ei ajan saatossa muutu. Käytimme myös yhtenä lähteenä kappaleessa 4.2 artikkelia, joka käsittelee sydänfilmin ottamista hevoselta. Lähteestä otettiin tietoa ihon käsittelystä ennen sydänfilmin ottamista ja otimme lähteen käyttöön, koska siinä verrattiin ihon käsittelyn samankaltaisuutta ihmisen ja hevosen välillä. Lähde ei myöskään ole ainut lähde kappaleessa vaan se toimii tukena toiselle suomenkieliselle lähteelle. Käytimme lähteenä kappaleessa 5.1 artikkelia, joka kertoo

E-verkkomateriaalin toimivuudesta opetuksessa varhaiskasvatuksessa. Käytimme artikkelia lähteenä, koska se kertoo hyviä pointteja oppijan motivoimisesta ja verkko-oppimateriaalin hyödyistä opetuksessa, jotka pätevät myös ammattikorkeakouluissa.

8.3 Ammatillinen kasvu

Osaamistavoitteina bioanalytikkokoulutuksessa on valmistuvan bioanalyytikon laaja-alainen ja kliinisen laboratoriotyön, kehittämisen, arvioinnin ja tiedon soveltamisen osaaminen. Tavoitteina on myös valmius kansainväliseen toimintaan sekä jatkuvaan oppimiseen. Bioanalyytikon on hallittava laboratoriotutkimusprosessi kokonaisvaltaisesti. Tutkimusten preanalyttisten tekijöiden syvempi ymmärtäminen ja prosessin laadunhallinta muodostavat bioanalyytikon asiantuntijuuden perustan. (Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.c.)

Koulutuksen loppuvaiheilla toteutettava opinnäytetyö on opiskelijan työelämäläheinen oppimisprosessi, jonka tavoitteena on työelämän kehittäminen samalla, kun opiskelija syventää asiantuntijuuttaan valitussa aiheessa (Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.b.). Bioanalytikkokoulutuksen kompetenssit koostuvat sekä yleisistä että ammatillisista kompetensseista. Yleisiin kompetensseihin kuuluvat oppimisen taidot, eettinen osaaminen, työyhteisöosaaminen, innovaatio-osaaminen sekä kansainvälisyysosaaminen. Bioanalyytikon ammatillisiin kompetensseihin kuuluvat biolääketieteellinen osaaminen, laboratoriotutkimusprosessin preanalyttiset, analyttiset sekä postanalyttiset vaiheet, asiakaspalvelu- ja ohjausosaaminen, laatu-, turvallisuus- ja riskienhallintaosaaminen, laboratoriotyön ammattieettinen osaaminen ja ammatillisuus sekä tutkimus-, kehittämis- ja johtamisosaaminen. (Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.c.)

Yleisellä tasolla opinnäytetyöprosessi kehitti osaamistamme tiedonhankinnassa ja lähteiden luotettavuuden arvioimisessa. Prosessin aikana pohdimme asioita yhdessä ja autoimme toisiamme, mikä kehitti myös osaamistamme ottamaan vastuuta koko ryhmän oppimisesta sekä opittujen asioiden ja tietojen jakamisesta. Opinnäytetyön toteuttaminen kehitti sekä ryhmä- että itsenäistä työskentelyämme. Vastuunottaminen omasta toiminnasta vahvistui noudattamalla yhdessä sovittuja aikatauluja sekä osallistumalla aktiivisesti viestintään. Pysyimme sovitussa aikataulussa ongelmatilanteista huolimatta. Yhteistyö sujui prosessin aikana hyvin. Jokainen osallistui aktiivisesti suunnitteluun sekä toteutukseen. Jaoimme työstettävät osiot tasavertaisesti ja niin, että kaikilla olisi mahdollisimman saman verran työstettävää. Jokaisen opinnäytetyön toteutukseen osallistuvan mielipiteitä kuunneltiin ja otettiin huomioon. Useista eri mielipiteistä pohdimme yhdessä, mikä olisi parhain vaihtoehto toteutukseen. Myös tietotekninen osaaminen kehittyi prosessin aikana. Prosessin aikana tulleet ongelmatilanteet myös kehittivät osaamistamme luovaan ongelmanratkaisuun ja työtapojen kehittämiseen. Kielitaito aiheestamme kehittyi kansainvälisten lähteiden myötä. Kehittämistyö kehitti osaamistamme verkko-oppimateriaalin tekemisestä sekä sen parantelusta saatujen palautteiden perusteella. Verkko-oppimateriaalia tehdessä myös kyky ottaa kaikenlaiset oppijat huomioon kehittyi.

Ammatillisella tasolla opinnäytetyöprosessi kehitti osaamistamme ja lisäsi tietoutta EKG:stä, sydämen toiminnasta ja erityisesti EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä. Uskomme, että osaamme hyödyntää tietoa työelämässä niin preanalyttisessä, analyttisessä kuin postanalyttisessäkin vaiheessa. Preanalyttiseen vaiheeseen kuuluu potilaan ohjaaminen ja tutkimuksen laadun varmistaminen esimerkiksi potilaan ihon oikeaoppisella käsittelyllä sekä elektrodien ja johdinten oikein sijoittelulla. Analyttinen vaihe sisältää EKG-käyrän tarkastelun. Bioanalyytikon

on tiedettävä, mitkä asiat käyrästä tulee tarkistaa ja ottaa huomioon. Ammattitaitoon kuuluu tietää ja tunnistaa erilaiset EKG-artefaktit ja osata poistaa ne käyrästä. Erilaisten artefaktien tunnistaminen on tärkeää oikeanlaisen diagnoosin ja hoidon kannalta. Postanalyttisessä vaiheessa tutkimustulokset välitetään tutkimuksen pyytäjälle. Tutkimustuloksia on käsiteltävä luottamuksellisesti ja noudattaen vaihtelu- ja salassapitovelvollisuutta. Opinnäytetyöprosessi antaa valmiutta osallistua kliinisen laboratoriotoinnin kehittämishankkeisiin ja -projekteihin. Prosessin myötä osaamme myös hyödyntää paremmin näyttöön perustuvaa tietoa kliinisessä laboratoriotoinnassa ja sen kehittämisessä.

Aloitimme opinnäytetyöprosessin aiheen valinnalla. Aihe valittiin valmiilta aihetarjottimelta ja valintaan vaikutti tekijöiden mielenkiinto aiheeseen. Laadimme aiheen valinnan jälkeen aihekuvauksen. Aihekuvauksessa vaikeuksia tuotti sopivien vertaisarvioitujen tutkimusartikkelien löytäminen tietokannoista. Aihekuvauksen jälkeen laadimme projektisuunnitelman. Aloitimme pohtimaan tarkempaa rajausta aiheelle sekä sitä, missä muodossa toteuttaisimme verkko-oppimateriaalin. Projektisuunnitelman tekeminen sujui kokonaisuudessaan hyvin. Pyrimme sisällyttämään suunnitelmaan jo kattavan määrän teoretista tietoa, jotta loppuraportin kirjoittaminen helpottuisi. Suunnitelmassa sovimme yhteiset tavoitteet työn arvosanalle sekä aikataululle.

Projektisuunnitelman jälkeen allekirjoitimme opinnäytetyösopimuksen, minkä jälkeen pääsimme aloittamaan verkko-oppimateriaalin työstämisen. Samalla aloitimme myös raportin kirjoittamisen, mutta aluksi keskityimme enemmän verkko-oppimateriaalin tekemiseen. Vaikka pyrimmekin aluksi kirjoittamaan projektisuunnitelman mahdollisimman hyvin ja laajasti, jouduimme lisäämään raporttiin runsaasti lisää tekstiä sekä lähteitä. Projektisuunnitelmassa emme myöskään olleet etsineet tietoa kovin paljoa kansainvälisistä lähteistä ja siksi raporttiin jouduimme etsimään useita kansainvälisiä lähteitä. Verkko-oppimateriaalin ensimmäisen version valmistuttua lähetimme sen muutamalle terveysalan opiskelijaryhmälle, jotta he voivat antaa tästä palautetta. Annettujen palautteiden perusteella teimme vielä tarvittavia muutoksia verkko-oppimateriaaliin. Verkko-oppimateriaaliin tehtyjen muutosten jälkeen jatkoimme raportin kirjoittamista. Lopuksi kirjoitimme pohdintaosion ja viimeisenä tiivistelmän. Viimeistelyvaiheessa tarkistimme sekä verkko-oppimateriaalin että raportin kieliasun ja muokkasimme ne lopulliseen muotoonsa. Lopuksi tarkastimme myös lähdeluettelon ja lähdeviitteet.

Haasteita prosessin aikana tuotti tiettyjen tietojen löytäminen luotettavista lähteistä. Sopivien lähteiden etsimiseen kului runsaasti aikaa. Haasteita aiheuttivat myös sallittujen ja sopivien kuvien löytäminen ilmaisista kuvapankeista. Tätä ongelmaa ratkaisimme kuitenkin tuottamalla kaikki kuvat itse. Kuvattaessa sydänfilmejä haasteita oli saada tietyt artefaktit esille. Esimerkiksi vaihtovirtahäiriön esille saamisessa oli vaikeuksia, jonka kuitenkin saimme ratkaistua ottamalla vaihtovirtahäiriöitä vähentävät suodattimet pois päältä EKG-laitteesta. Vaikeuksia oli myös saada lihasjännitysartefakti näkyviin vain tietyissä kytkennöissä.

Arviointivaiheessa haasteita ilmeni palautteiden saamisessa verkko-oppimateriaalista. Lähetimme aluksi verkko-oppimateriaalin arvioitavaksi kahdelle eri ryhmälle. Huomasimme kuitenkin, että opiskelijat eivät päässeet kurssialueelle. Asian selvittelyyn kului aikaa, mutta lopulta opiskelijat pääsivät kurssialueelle, kun opinnäytetyön ohjaava opettajamme laittoi asetuksista itserekisteröitymisen päälle. Mahdollisesti tästä johtuen palautekyselyyn ei tullut kovin montaa vastausta. Siksi päätimme myöhemmin lähettää verkko-oppimateriaalin ja palautekyselyn uudelleen parille muulle ryhmälle, mutta vastausmäärä jäi edelleen pieneksi. Tämän seurauksesta myös raportin tekeminen loppuun

viivästy hieman. Kohderyhmän aktiivinen vastaaminen kyselyihin oli myös haasteena ja siksi palauttekyseilyn vastausmäärä oli toivottua pienempi. Haasteista ja ongelmatilanteista huolimatta onnistuimme kuitenkin pysymään sovituissa aikatauluissa.

8.4 Kehittämistyön hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Verkko-oppimateriaali suunniteltiin kliinisen fysiologian kurssille, joka on osa useimpien terveysalan opiskelijoiden koulutusta. Materiaalia voidaan hyödyntää sekä opetuksessa että itsenäisessä opiskelussa. Se on helppokäyttöinen, selkeä ja ymmärrettävä kokonaisuus, joka sisältää erilaisia tehtäviä palautteineen. Verkko-oppimateriaali tukee opiskelua ajasta ja paikasta riippumatta ja toimii hyödyllisenä tukena myös kliinisen fysiologian harjoitteluun valmistautumisessa.

Kehittämäämme verkko-oppimateriaalia voisi hyödyntää myös työelämässä. Sitä voitaisiin käyttää perehdytysmateriaalina tai kertausmateriaalina työssään EKG:tä ottaville. Materiaalia voitaisiin käyttää myös useille eri ammattiryhmille, kuten bioanalytikoille, sairaanhoitajille ja lääkäreille. Moniammatillisessa yhteistyössä voitaisiin hyödyntää tällaista verkko-oppimateriaalia. Sitä voisi hyödyntää esimerkiksi koulutuksissa, joissa eri ammattiryhmät pohtivat EKG-rekisteröinnin teknisen laadun vaikutuksia diagnostiikkaan. Tällä tavalla pystytään lisäämään kaikkien tietoutta aiheesta, mikä parantaa työn laatua ja potilasturvallisuutta sekä syventää ammatillista osaamista.

Kehittämämme verkko-oppimateriaali sopii opiskelijoille, jotka ovat vasta aloittaneet opiskelun kyseiseen aiheeseen, mutta myös niille, jotka tietävät aiheesta jo enemmän. Verkko-oppimateriaalia on helppo muokata jälkikäteen tarvittaessa. Verkko-oppimateriaalin tietoja pystyy esimerkiksi syventämään ja lisäämään, jolloin sitä pystyy hyödyntämään myös esimerkiksi syventävien opintojen kurseilla. Jatkossa tuotosta voitaisiin kehittää videoiden muodossa. Videolle voisi kuvata esimerkiksi elektrodien oikeaoppisen sijoittelun. Tuotosta voitaisiin kehittää myös tekemällä yhteistyötä ottamalla suunnitteluun ja tuottamiseen mukaan muita alan ammattilaisia ja asiantuntijoita. Tulevaisuudessa tuotoksesta voitaisiin kehittää esimerkiksi jonkinlainen VR-simulaatio tehtävä. Tehtävä voisi sisältää esimerkiksi ihonkäsittelyn, elektrodien ja johdinten sijoittelun sekä artefaktien tunnistamisen ja niiden poistamisen käyrästä.

Virtuaaliodellisuus ja virtuaalilasit päästävät oppijan lähelle todennukaisia oppimistilanteita ja näin tarjoavat uudenlaisia ja erilaisia oppimiskokemuksia. Oppijan toiminta virtuaaliodellisuudessa perustuu aistien, kuten näkö-, kuulo-, tunto- ja tasapainoaistin manipulointiin virtuaaliteknologian kautta. VR-teknologian avulla erilaisia työelämän tilanteita voidaan harjoitella toistetusti ja turvallisesti. Tämnäkalainen oppiminen lisää potilasturvallisuutta. Tehtyjen tutkimuksien perusteella virtuaaliodellisuuden käytön on todettu tehostavan opiskelijoiden oppimista. Tutkimuksien mukaan virtuaaliodellisuudella on todettu olevan positiivinen vaikutus teoritietämykseen sekä sen aitous on osoittautunut motivoivaksi tekijäksi. (Sinisalo 2023.)

LÄHTEET

- ChatGPT 2025. OpenAI. GPT-3.5. Käytetty kielentarkistukseen ja lähteiden etsintään, marraskuu 2025. <https://chatgpt.com/>
- Gemini 2025. Google. Käytetty kielentarkistukseen, marraskuu 2025. <https://gemini.google.com/app?hl=fi>.
- Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto AreneRy 2018. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINNÄYTETÖIDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382. Viitattu 10.10.2024.
- Ashley, E. & Niebauer J. 2004. Cardiology Explained. Conquering the ECG. London: Remedica. E-kirja. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK2214/>. Viitattu 17.6.2025.
- Avoin tiede 2022. Miten huomioit saavutettavuuden avoimissa oppimateriaaleissa? Verkkojulkaisu. Päivitetty 18.5.2022. <https://avointiede.fi/fi/asiantuntijaryhmat/oppimisen-avoimuus/miten-huomioit-saavutettavuuden-avoimissa-oppimateriaaleissa>. Viitattu 23.6.2025
- Bouthillet, T. 2024. Guide to Understanding ECG Artifact. Verkkojulkaisu. <https://www.aclsmedical-training.com/blog/guide-to-understanding-ecg-artifact/>. Viitattu 14.4.2025.
- Buckberg, G., Nanda, N., Nguyen, C. & Kocica, M. 2018. What Is the Heart? Anatomy, Function, Pathophysiology, and Misconceptions. Journal of Cardiovascular Development and Disease 5 (2), 33. <https://doi.org/10.3390/jcdd5020033>. Viitattu 13.6.2025.
- Burns, E. & Buttner R. 2024. ECG Limb Lead Reversal. Verkkojulkaisu. <https://litfl.com/ecg-limb-lead-reversal-ecg-library/>. Viitattu 18.6.2025.
- Cardiovascular Medicine n.d. The QRS complex: ECG features of the Q-wave, R-wave, S-wave & duration. Verkkojulkaisu. https://ecgwaves.com/ecg-qrs-complex-q-r-s-wave-duration-interval/?utm_source=. Viitattu 6.10.2025.
- Dekie, L. 2017. High Quality ECG Recording Assurance. Applied Clinical Trials. Verkkojulkaisu. <https://www.appliedclinicaltrials.com/view/high-quality-ecg-recording-assurance>. Viitattu 24.6.2025.
- Eerola, H. 2025. EKG (sydänfilmi). Laboratoriotutkimusten tulkinta. Verkkojulkaisu. <https://www.terveyskirjasto.fi/snk03210/ekg-sydanfilmi?q=ekg>. Viitattu 9.10.2024.
- Goldsworthy, S. & Graham, L. 2016. Compact Clinical Guide to Arrhythmia and 12-lead EKG Interpretation: Foundations of Practice for Critical Care Nurses. E-kirja. Viitattu 29.6.2025.
- H5P 2019. Interactive Book. Verkkojulkaisu. <https://h5p.org/content-types/interactive-book#h5pbookid=441940&chapter=h5p-interactive-book-chapter-68c0387d-6b90-4f55-b0b9-126a3caacc02§ion=0&focus=false>. Viitattu 29.6.2025.
- HAMK 2024. Webropol -palvelut. Verkkojulkaisu. <https://digipedaohjeet.hamk.fi/oje/webropol-palvelut/>. Viitattu 28.6.2025.

- Healthline 2018. Left atrium. Verkkajulkaisu. <https://www.healthline.com/health/left-atrium>. Viitattu 6.7.2025.
- Hekkala, A-M. 2024. Lääkärin tutkimus ja EKG. Verkkajulkaisu. <https://sydan.fi/fakta/laakaran-tutkimus-ja-ekg/>. Viitattu 18.6.2025.
- Hubalovsky, S., Hubalovska, M. & Musilek, M. 2019. Assessment of the influence of adaptive E-learning on learning effectiveness of primary school pupils. *Computers in Human Behavior* 92, 691-705. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.033>. Viitattu 17.6.2025.
- Ilomäki, L. 2012. Laatus E-oppimateriaaleihin: E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf. Viitattu 29.6.2025.
- Jacob, T. & Centofanti, S. 2024. Effectiveness of H5P in improving student learning outcomes in an online tertiary education setting. *Journal of Computing in Higher Education* 36 (2), 469-485. <https://doi.org/10.1007/s12528-023-09361-6>. Viitattu 25.6.2025.
- Kania, M., Rix, H., Fereniec, M., Zavala-Fernandez, H., Janusek, D., Mroczka, T., Stix, G. & Maniewski, R. 2014. The effect of precordial lead displacement on ECG morphology. *Medical & Biological Engineering & Computing* 52 (9), 109-119. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3899452/>. Viitattu 18.6.2025.
- Kettunen, R. 2023. Sydämen läppäviat. Verkkajulkaisu. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00081>. Viitattu 20.8.2025.
- Kligfield, P., Gettes, L., Bailey, J., Childers, R., Deal, B., Hancock, E., van Herpen, G., Kors, J., Macfarlane, P., Mirvis, D., Pahlm, O., Rautaharju, P. & Wagner, G. 2007. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram: Part I: The Electrocardiogram and Its Technology: A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Circulation* 115 (10), 1306–1324. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.180200>. Viitattu 5.10.2025.
- Koskela, J. & Mannila, L. 2022. Verkko-opetuksen laatukriteerit. Verkkajulkaisu. <https://digivisio2030.fi/wp-content/uploads/2022/11/Verkko-opetuksen-laatukriteerit.pdf>. Viitattu 29.6.2025.
- Kovács, A., Lakatos, B., Tokodi, M. & Merkely, B. 2019. Right ventricular mechanical pattern in health and disease: beyond longitudinal shortening. *Heart Failure Reviews* 24, 511-520. <https://doi.org/10.1007/s10741-019-09778-1>. Viitattu 6.7.2025.
- Krzanowski, M. 2023. Atrioventricular node. Kenhub. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/atrioventricular-node>. Viitattu 29.4.2025.
- Kurl, S., Mäkilallio, T., Rautaharju, P., Kiviniemi, V. & Laukkanen, J. 2012. Pitkä QRS-aika ennakoii äkkikuolemaa. *Duodecim-lehti* 128, 1343. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo10370.pdf>. Viitattu 30.6.2025.

- Littmann, L. 2021. Electrocardiographic artifact. *Journal of Electrocardiology* 64, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2020.11.006>. Viitattu 23.6.2025.
- Lynch, R. 2014. ECG lead misplacement: A brief review of limb lead misplacement. *African Journal of Emergency Medicine* 4 (3), 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2014.05.006>. Viitattu 6.10.2025.
- Lääketieteen sanasto: Aortta. Verkkojulkaisu. Päivitetty 18.10.2016. Duodecim Terveyskirjasto. <https://www.terveyskirjasto.fi/ltt00249>. Viitattu 6.10.2025.
- Lääkäriliitto 2021. Terveystuon laatu ja potilasturvallisuus. Verkkojulkaisu. Päivitetty 4.2.2022. <https://www.laakariliitto.fi/jasenyys/koulutus/erityispatevyydet/terveydenhuollon-laatu-ja-potilasturvallisuus/>. Viitattu 8.4.2024.
- McCrae, P., Spong, H., Mahnam, A., Bashura, Y. & Pearson, W. 2024. The impact of skin preparation method on electrocardiogram quality in horses. *The Canadian Veterinary Journal* 65 (3), 245–249. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10880388/pdf/cvj_03_245.pdf. Viitattu 30.6.2025.
- Meek, S. & Morris, F. 2002. Introduction. I – Leads, rate, rhythm, and cardiac axis. *BMJ* 324 (7334), 415–418. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7334.415>. Viitattu 17.6.2025.
- Mori, S., Tretter, J., Spicer, D., Bolender, D. & Anderson, R. 2019. What Is the Real Cardiac Anatomy? *Clinical Anatomy* 32 (3), 288–309. <https://doi.org/10.1002/ca.23340>. Viitattu 13.6.2025.
- Mustajoki, M., Alila A., Matilainen E., Pellikka M. & Rasimus, M. 2018. Virhelähteet EKG-rekisteröinnissä. Teoksessa Mustajoki, M., Alila A., Matilainen E., Pellikka M. & Rasimus, M. (toim.). *Sairaanhoidajan käsikirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Mäkijärvi, M. 2019a. EKG-rekisteröinnin virheet ja häiriöt. Teoksessa Mäkijärvi, M., Nikus, K., Raatikainen, P. & Parikka, H. (toim.). *EKG. E-kirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 24.8.2025.
- Mäkijärvi, M. 2019b. Elektrodien kiinnittäminen. Teoksessa Mäkijärvi, M., Nikus, K., Raatikainen, P. & Parikka, H. (toim.) *EKG. E-kirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 5.11.2024.
- Mäkijärvi, M. 2019c. Hyvä EKG-rekisteröinti. Teoksessa Mäkijärvi, M., Nikus, K., Raatikainen, P. & Parikka, H. (toim.) *EKG. E-kirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 5.11.2024.
- Mäkynen, H. & Mäkijärvi, M. 2024a. Sydämen sähköinen toiminta. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia. E-kirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Mäkynen, H. & Mäkijärvi, M. 2024b. Sydänlihassolujen biosähköiset perusilmiöt. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia. E-kirja*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Nikus, K. & Mäkijärvi, M., 2016a. EKG-kytkennät. Teoksessa Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

- Nikus, K. & Mäkijärvi, M., 2016b. Kammiotaaajuus. Teoksessa Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Nikus, K. & Mäkijärvi, M., 2016c. Normaali EKG. Teoksessa Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Nikus, K. & Mäkijärvi, M., 2016d. P-aalto. Teoksessa Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Nikus, K. & Mäkijärvi, M., 2016e. PQ-aika. Teoksessa Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
- Nordlab 2022. EKG, 12 kytkentää levossa ja EKG, 15 kytkentää levossa. Verkkojulkaisu. https://www.nordlab.fi/wp-content/uploads/2022/03/ekg_12_kytkeentaa_levossa_ja_ekg_15_kytkeentaa_levossa_0.pdf. Viitattu 26.8.2025.
- Opetushallitus 2025. E-oppimateriaalin laatukriteerit. Verkkojulkaisu. <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>. Viitattu 24.6.2025.
- Oulun yliopisto 2025. Lähdekritiikki. Verkkojulkaisu. Päivitetty 6.10.2025. <https://libguides oulu.fi/tieteellinentiedonhankinta>. Viitattu 14.10.2024
- Padala, S., Cabrera, J-A. & Ellenbogen, K. 2021. Anatomy of the cardiac conduction system. *Pacing and Clinical Electrophysiology* 44 (1), 15-25. <https://doi.org/10.1111/pace.14107>. Viitattu 17.6.2025.
- Pajula, A. 2021. Esittelyssä verkkokurssin sisällöntuotantotyökalu H5P. Verkkojulkaisu. <https://www.mediamaisteri.com/fi/tuoteuutiset/h5p-verkkokurssin-sis%C3%A4ll%C3%B6ntuotannon-ty%C3%B6kalu>. Viitattu 29.6.2025.
- Parkkila, S. 2016a. Sydämen johtoradat. Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 5.11.2024.
- Parkkila, S. 2016b. Sydänlihaksen rakenne. Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Huikuri, H., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 5.11.2024.
- Parkkila, S. 2024a. Sydämen eteiset ja kammiot. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Parkkila, S. 2024b. Sydämen eteisten ja kammioiden väliseinät. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.

- Parkkila, S. 2024c. Sydämen johtoradat. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Parkkila, S. 2024d. Sydämen verenkierto. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Parkkila, S. 2024e. Sydänpussi ja sydämen seinämä. Teoksessa Airaksinen, J., Aalto-Setälä, K., Hartikainen, J., Juntila, J., Laine, M., Lommi, J., Raatikainen, P. & Saraste, A. (toim.). *Kardiologia*. E-kirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 26.6.2025.
- Patel, S., Souter, M., Warner, D. & Warner, M. 2008. Equipment-related Electrocardiographic Artifacts: Causes, Characteristics, Consequences, and Correction. *Anesthesiology* 108 (1), 138–148. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000296537.62905.25>. Viitattu 6.7.2025.
- Paul, A. & Jacob, J. 2023. Electrocardiographic lead reversals. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal* 23 (6), 205-213. <https://doi.org/10.1016/j.ipej.2023.09.005>. Viitattu 6.10.2025.
- Pérez-Riera, A., Barbosa-Barros, R., Daminello-Raimundo, R. & Carlos de Abreu, L. 2018. Main artifacts in electrocardiography. *Annals of Noninvasive Electrocardiology* 23 (2), 2018;23: e12494. <https://doi.org/10.1111/anec.12494>. Viitattu 30.6.2025.
- Raatikainen, P. & Parikka, H. 2025. EKG:n tulkinta aikuisilla. Lääkärin käsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 28.6.2025.
- Raatikainen, P., Parikka, H. & Mäkijärvi M. 2013. EKG:n perusteet ja systemaattinen tulkinta. Verkko-kurssi. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 14.12.2022. Viitattu 10.7.2025.
- Riski, H-M. 2019. EKG-rekisteröinti. Helsinki: Otava.
- Rochelson, E., Howard, T. & Kim, J. 2023. Demystifying the Pediatric Electrocardiogram: Tools for the Practicing Pediatrician. *Pediatrics in Review* 44 (1), 3-13. <https://doi.org/10.1542/pir.2021-005346>. Viitattu 18.6.2025.
- Rowlands, A. & Sargent, A 2014. *The ECG Workbook*. E-kirja. ProQuest Ebook Central. Viitattu 8.5.2025.
- Rudiger, A., Hellermann, J., Mukherjee, R., Follath, F. & Turina, J. 2007. Electrocardiographic artifacts due to electrode misplacement and their frequency in different clinical settings. *The American Journal of Emergency Medicine* 25 (2), 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2006.06.018>. Viitattu 6.10.2025.
- Ryödi, E. 2018. Sydämen rakenne ja toiminta. Verkköjulkaisu. Päivitetty 4.3.2024. <https://www.sydansairaala.fi/tietoa/asiantuntija-artikkelit/sydamen-rakenne-ja-toiminta/>. Viitattu 6.7.2025.
- Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 72. Turun ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/821112/isbn9789522163738.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 9.11.2025.

- Salonen, K., Eloranta, S., Hautala, T. & Kinos, S. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja 108. Turun ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-216-649-4>. Viitattu 17.10.2025.
- Sattar, Y. & Chhabra, L. 2023. StatPearls. Electrocardiogram. E-kirja. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>. Viitattu 18.6.2025.
- Savonia-ammattikorkeakoulu 2025. Viitattu 30.9.2025.
- Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.a. Opinto-opas. Verkkojulkaisu. <https://opinto-opas.peppi.savonia.fi/>. Viitattu 24.8.2025.
- Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.b. TB22SP Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. Opintojen rakenne. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja%20hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1530&tab=3>. Viitattu 15.10.2025.
- Savonia-ammattikorkeakoulu n.d.c. TB22SP Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma. Osaamistavoitteet. Verkkojulkaisu. <https://www.savonia.fi/opiskele-tutkinto/tutkinnot-ja%20hakeminen/opetussuunnitelmat/?yks=KS&krtid=1530&tab=2>. Viitattu 15.10.2025.
- Sepelvaltimotautikohtaus. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2022 (viitattu 10.7.2025). <https://www.kaypahoito.fi/hoi50130>.
- Singhal, A., Singh, P., Fatimah, B. & Pachori, R. 2020. An efficient removal of power-line interference and baseline wander from ECG signals by employing Fourier decomposition technique. *Biomedical Signal Processing and Control* 57, 101741. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101741>. Viitattu 6.7.2025.
- Sinisalo, A. 2023. Virtuaalilasien käytön hyödyt sairaanhoitajakoulutuksessa – Kokemuksia virtuaalilasien käytöstä Anatomia ja fysiologia -opintojaksolla. Verkkojulkaisu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20231208152425>. Viitattu 19.10.2025.
- Tekijänoikeuslaki 404/1961. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1961/19610404>. Viitattu 14.10.2024.
- Temple, I., Inada, S., Dobrzynski, H. & Boyett, M. 2013. Connexins and the atrioventricular node. *Heart Rhythm* 10 (2), 297–304. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hrthm.2012.10.020>. Viitattu 29.4.2025.
- Terveyskylä 2020. Sydämen rakenne. Verkkojulkaisu. <https://www.terveyskyla.fi/sydansairaudet/tietoa/sydamen-rakenne-ja-toiminta/sydamen-rakenne>. Viitattu 9.10.2024.
- The Texas Heart Institute n.d. Heart Anatomy. Verkkojulkaisu. <https://www.texasheart.org/heart-health/heart-information-center/topics/heart-anatomy/>. Viitattu 5.11.2025.
- Thompson, M. 2025. PQRST Wave Explained: ECG Interpretation Made Easy for Beginners. Verkkojulkaisu. https://nhcps.com/pqrst-wave-explained-for-beginners/?srsltid=AfmBOoo9hncA-KlwQI8tZMPH0jWP77fOsYICB_saAFhhNgSZq6q55J8LK. Viitattu 25.8.2025.

Turunen, E., Pekonen E., Korhonen U. & Tohmola A. 2025. Kehittämistyö opinnäytetyönä. Teoksessa Turunen, E., Pekonen, E. & Elo, S. (toim.) Opinnäytetyön menestystarina. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja 1/2025. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/878870/Savonia_2025_1.pdf?sequence=4#page=29. Viitattu 17.10.2025.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan julkaisuja 2/2023. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf. Viitattu 14.10.2024.

Valvira n.d. Vaitiolo- ja salassapitovelvollisuus. Verkkojulkaisu. <https://valvira.fi/sosiaali-ja-terveydenhuolto/vaitiolo-ja-salassapitovelvollisuus>. Viitattu 14.10.2024.


Vogiatzis, I., Koulouris, E., Ioannidis A., Sdogkos, E., Pliatsika, M., Roditis, P. & Goumenakis, M. 2019. The Importance of the 15-lead Versus 12-lead ECG Recordings in the Diagnosis and Treatment of Right Ventricle and Left Ventricle Posterior and Lateral Wall Acute Myocardial Infarctions. *Acta Informatica Medica* 27 (1), 35–39. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6511271/>. Viitattu 18.6.2025.

Vuori, J. n.d. Tutkimusetiikka ihmistieteissä. Verkkojulkaisu. [https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimuseiikka/tutkimuseiikka-ihmistieteissa/](https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusetiikka/tutkimuseiikka-ihmistieteissa/). Viitattu 10.10.2024.

LIITE 1: WEBROPOL-PALAUTEKYSELY



Oppimateriaali EKG-rekisteröinnin teknisistä laatutekijöistä ja virhelähteistä

 Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

1. Miten hyvin verkko-oppimateriaali edisti oppimistasi aiheesta? *

	1	2	3	4	5	
Erittäin huonosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin hyvin

2. Oliko verkko-oppimateriaali selkeä? *

	1	2	3	4	5	
Täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Täysin samaa mieltä

3. Oliko verkko-oppimateriaali helppokäyttöinen? *

	1	2	3	4	5	
Täysin eri mieltä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Täysin samaa mieltä

4. Oliko verkko-oppimateriaali ymmärrettävä?

	1	2	3	4	5	
Täysin eri mieltä *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Täysin samaa mieltä

5. Vapaa palaute

Lähetä

Kysymykset on laadittu Laatus E-oppimateriaaleihin (2012), Assessment of the influence of adaptive E-learning on learning effectiveness of primary school pupils (2019) ja Miten huomioit saavutettavuuden avoimissa oppimateriaaleissa? (2022) pohjalta.

Avoim tiede 2022. Miten huomioit saavutettavuuden avoimissa oppimateriaaleissa? Verkkojulkaisu. Päivitetty 18.5.2022. <https://avointiede.fi/fi/asiantuntijaryhmat/oppimisen-avoimus/miten-huomioit-saavutettavuuden-avoimissa-oppimateriaaleissa>.

Hubalovsky, S., Hubalovska, M. & Musilek, M. 2019. Assessment of the influence of adaptive E-learning on learning effectiveness of primary school pupils. Computers in Human Behavior 92, 691-705. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.033>.

Ilomäki, L. 2012. Laatus E-oppimateriaaleihin: E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy. https://www.ooph.fi/sites/default/files/documents/144415_laatus_e-oppimateriaaleihin_2.pdf.