

Nina Ehrström, Iida Forsström, Julia Garam, Matti Honkkila,
Eetu Lukkarinen, Emmi Mattila, Antti Mikkola, Samir Munge, Jenna Soini,
Laura Somersalo ja Maria Stjernvall

Fotopletysmografian käyttö kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa vuodeosastoilla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja AMK

Ensihoidon koulutusohjelma

Opinnäytetyö

9.12.2013

Tekijät	Nina Ehrström, Iida Forsström, Julia Garam, Matti Honkkila, Eetu Lukkarinen, Emmi Mattila, Antti Mikkola, Samir Munge, Jenna Soini, Laura Somersalo, Maria Stjernvall
Otsikko	Fotopletysmografian käyttö kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa vuodeosastoilla
Sivumäärä Aika	31 sivua + 6 liitettä 9.12.2013
Tutkinto	Ensihoitaja AMK
Koulutusohjelma	Ensihoidon koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Ensihoito
Ohjaajat	Lehtori, Iira Lankinen Koulutusvastaava, Nea Schohin
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata fotopletysmografiaa menetelmänä kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa sekä havainnoida potilaan tilaa ennalta määritettyjen muuttujien osalta. Toisena tarkoituksena oli kerätä fotopletysmografisignaalia vuodeosastopotilailta (N=300) myöhempää analysointia varten. Tavoitteena oli kehittää omaa osaamista kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa ja kehittyä toimimaan osana isompaa tutkimushanketta.</p> <p>Tutkimusprosessi aloitettiin kartoittamalla aiheen taustoja. Tutkimukseen valittiin kvantitatiivinen lähestymistapa ja aineistonkeruuta varten kehitettiin strukturoitu tiedonkeruulomake. Aineisto kerättiin Helsingin Meilahden yliopistollisen sairaalan vuodeosastojen potilailta. Jälkikäteen käytiin potilastietojärjestelmän avulla läpi tutkimushenkilöiden myöhempi tilanne.</p> <p>Aineisto analysoitiin IBM SPSS-tilasto-ohjelmalla. Tuloksia analysoidessa todettiin, että mittaustuloksissa ei ollut suuria eroja verrokki- ja otosryhmien välillä. Eniten hajontaa oli hengitystaajuudessa ja happisaturaatiossa. Tulosten tilastollisen merkittävyyden arvioissa todettiin, että opinnäytetyössä kerätyllä aineistolla ei yksinään ole tilastollista merkitystä.</p> <p>Tulevaisuuden tutkimuskohteeksi jää fotopletysmografisignaalin ja tässä opinnäytetyössä kerättyjen muuttujien korrelaation tutkiminen fotopletysmografian luotettavuuden arvioimiseksi. Mahdolliseksi kehityshaasteeksi muodostuu menetelmän laajempi käyttöönnotto ja terveydenhuoltohenkilöstön perehdyttäminen aiheeseen.</p>	
Avainsanat	fotopletysmografia, kriittisesti sairas potilas

Authors	Nina Ehrström, Iida Forsström, Julia Garam, Matti Honkkila, Eetu Lukkarinen, Emmi Mattila, Antti Mikkola, Samir Munge, Jenna Soini, Laura Somersalo, Maria Stjennvall
Title	The Use of Photoplethysmography in Recognizing Critically Ill Patient on Hospital Wards
Number of Pages	31 pages + 6 appendices
Date	9 December 2013
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Emergency Care
Specialisation Option	Emergency Care
Instructors	Iira Lankinen, Senior Lecturer Nea Schohin, Head of the Degree Programme in Emergency Care
<p>The first purpose of this study was to describe photoplethysmography as a method in recognizing critically ill patient. The second purpose was to register photoplethysmographic signal for a later analysis of patients (N=300) treated on hospital wards. The aim was to develop our own skills in recognizing critically ill patient and to learn to work as a member of a research team.</p> <p>The process begun with exploring previous evidence-based knowledge of the subject. This study was done using quantitative methods and a structured information form was developed for data collection. The data was obtained from the patients on the hospital wards of the Meilahti University Hospital, Helsinki. The later status of the patients was checked afterwards from the patient data system.</p> <p>The collected data was analyzed with the IBM SPSS Statistic software. When analyzing results, we found out that there were no big differences between the treatment and control groups. The biggest variation was found in the oxygen saturation levels and respiratory rates. In the evaluation of the statistical importance of the data obtained in the study, we found out that the data alone was of no big importance.</p> <p>In the future, more research in the correlation of photoplethysmographic signal and the data collected in this study is needed to estimate the reliability of photoplethysmography as a method. A possible development challenge would be to initialize the method more widely and familiarize health care personnel with it.</p>	
Keywords	photoplethysmography, critically ill patient

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kriittisesti sairaan potilaan tunnistaminen vuodeosastoilla	2
3	Kriittisesti sairaan potilaan tunnistamista kuvaavat tekijät	4
3.1	Hengitystaajuuden seuranta	5
3.2	Happisaturaation seuranta	6
3.3	Pulssin seuranta	7
3.4	Shokki ja elimistön kompensoitumismekanismit	9
4	Fotopletysmografia kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa	9
5	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	12
6	Opinnäytetyön toteutus	12
7	Tulokset	16
8	Johtopäätökset	23
9	Opinnäytetyön eettisyys	24
10	Opinnäytetyön luotettavuus	26
11	Pohdinta	27
	Lähteet	29
	Liitteet	
Liite 1.	MET-kriteerit	
Liite 2.	Systemaattinen tiedonhaku	
Liite 3.	Tiedonkeruulomake	
Liite 4a.	Potilaan suostumus suomeksi	
Liite 4b.	Potilaan suostumus ruotsiksi	
Liite 5a.	Tiedote potilaalle/omaiselle tutkimuksesta	
Liite 5b.	Information till patienten/anhörig om forskningen	
Liite 6	Tulosten tilastollinen merkittävyys -taulukko	

1 Johdanto

Fotopletysmografia on optiseen tekniikkaan perustuva menetelmä, jossa mitataan non-invasiivisesti joko heijastus- tai läpivalaisumenetelmää apuna käyttäen veritilavuuden muutoksia mittauskohdassa, esimerkiksi sormenpäässä tai korvanlehdessä. Saadusta kuvaajasta pystytään johtamaan monia fysiologisia arvoja, kuten veren happipitoisuus, hengitystaajuus, verenpaine sekä sydämen minuuttitilavuus. Toistaiseksi kaikkia fotopletysmografian komponentteja ei pystytä täysin ymmärtämään, mutta menetelmän potentiaali on yleisesti hyväksytty. Yksi fotopletysmografian kenties tunnetuimmista sovelluksista on pulssioksimetria. (Allen 2007.)

Tässä opinnäytetyössä kerätään Helsingin Meilahden yliopistollisen sairaalan vuodeosastojen potilailta (N=300) 5-10 minuutin ajan fotopletysmografisignaalia sähköiseen muotoon myöhempää analysointia varten sekä havainnoidaan potilaan tilaa ennalta määritettyjen muuttujien osalta. Tiedot kerätään tätä opinnäytetyötä varten kehitetyllä tiedonkeruulomakkeella (Liite 3). Jokaiselta tutkimushenkilöltä mitataan muun muassa verenpaine, happisaturaatio, pulssi- ja hengitystaajuus sekä korvalämpö. Jälkeenpäin käydään potilastietojärjestelmän avulla läpi, ketkä tutkimushenkilöistä ovat tarvinneet hoitajaksollaan tehohoitoa tai MET-tiimiä eli sairaalan sisäistä ensihoitoryhmää, päivystävän lääkärin tilanarviota, päivystysleikkausta, keille on tehty DNR-päätös ja ketkä tutkimushenkilöistä ovat menehtyneet. Lisäksi selvitetään, onko tutkimushenkilöllä ollut mittaushetkellä käytössä beetasalpaajalääkitys. Opinnäytetyö on osa LT Jouni Nurmen tutkimushanketta, jonka tarkoituksena on selvittää, onko fotopletysmografilla saatavista suureista, erityisesti perfuusioindeksistä ja spektrijakaumasta, hyötyä, kun ennustetaan vuodeosastolla hoidettavan potilaan kriittistä sairastumista tai sydänpysähdyksen uhkaa.

2000-luvulla kiinnostus fotopletysmografiatekniikan mahdollisuuksien tarkempaan kar-toittamiseen on ollut kasvussa. Laitteena fotopletysmografi on taloudellinen, helppo-käyttöinen ja käytännöllinen. Käytännöllisyytensä vuoksi jotkin fotopletysmografian so-vellutuksista ovat terveydenhuollossa käytössä maailmanlaajuisesti. Fotopletysmogra-fiaa hyödyntävälle luotettavalle ja yksinkertaiselle mittausvälineelle on tarvetta ja kysyn-tää. (Allen 2007.)

2 Kriittisesti sairaan potilaan tunnistaminen vuodeosastoilla

Asiantuntija-arvioiden mukaan jopa puolet potilaista saa tilaansa nähden riittämätöntä hoitoa vuodeosastolla ennen joutumistaan tehohoitoon. Riittämätöntä hoitoa saavat potilaat myös kuolevat hoitajakson aikana todennäköisemmin kuin riittävää hoitoa saavat potilaat. Tehohoitoon pääseminen viivästyy noin 40 %:n kohdalla. Saman verran tehohoitojaksoja voitaisiin välttää hoitamalla potilaiden ilmatietä, hengitystä ja verenkiertoa paremmin vuodeosastoilla. Syitä riittämättömään hoitoon ovat ongelmat menettelytavoissa, tiedonpuute, epäonnistumiset potilaan hätätilan havaitsemisessa, kokemattomien lääkäreiden saaman ohjauksen puute ja neuvojen kysymättä jättäminen. (McQuillan 1998: 1854-1855.)

Vuodeosastoilla sydänpysähdyksen saaneista potilaista kirjataan peruselintoimintojen häiriöitä keskimäärin 3,8 tuntia ennen sydäntapahtumaa. Vaikka näistä potilaista noin puolet täyttää ainakin yhden MET-kriteerin (Liite 1), jää yli viidesosa potilaista ilman asianmukaisia hoitotoimenpiteitä. Loppujen potilaiden kohdalla elintoimintoja pyritään vakauttamaan, mutta useimmiten tästä luovutaan, jos vastetta ei saada ensimmäisellä yrittämällä. (Nurmi 2005: 702-703, 705.) Sairaalasta kotiutuminen on epätodennäköisempää niillä elvytetyillä potilailla, joilla poikkeavia arvoja on kirjattu 8 tuntia ennen sairaalassa tapahtunutta sydänpysähdystä (Skrifvars 2006: 219).

Vuodeosastoilla jopa 45 %:lta sydänpysähdyksen saaneista potilaista ei ole kirjattu peruselintoiminnoista saatavia arvoja lainkaan. Vastaava luku teho-osastoilla, leikkausaleissa ja päivystyspoliklinikoilla on vain 3 %. Etenkin hengitystaajuuden ja tajunnantason kirjaaminen on harvinaista (Skrifvars 2006: 217), vaikka hengitysvajaus ja tajunnantason lasku ovat yleisimpiä peruselintoimintojen häiriöitä ennen sydänpysähdystä (Hoppu 2011: 2149; Nurmi 2005: 703). Potilaan jatkuva monitorointi lisää hengitystaajuuden kirjaamista. Samalla myös muiden peruselintoimintojen kirjaaminen lisääntyy. (Tirkkonen 2012: 176.) Kun potilasta monitoroidaan vuodeosastohoidon aikana jatkuvasti, MET-hälytyksiä tehdään useammin kuin ei-monitoroitujen potilaiden kohdalla. Jatkuvan monitoroinnin etuja ovat myös peruselintoimintojen kirjaamiseen kuluvan ajan lyheneminen ja hoitajaksojen lyheneminen. (Bellomo 2012: 2352.) Vuodeosastoilla jatkuvasti monitoroiduista potilaista tehdyt MET-hälytykset ovat kuitenkin viivästyneitä. Jatkuvastakaan monitoroinnista ei saada parasta mahdollista hyötyä, mikäli MET-ryhmää ei hälytetä hälytyskriteerien täytyessä välittömästi. (Tirkkonen 2012: 177.)

Sairaanhoitajien ja lääkärien mainitsemia syitä viivästyneeseen peruselintoimintojen häiriöihin puuttumiseen ovat ongelmat kirjaamisessa, puutteet neuvojen hakemisessa kokeneemalta henkilöltä, tehoton kommunikaatio, pelko moitituksi tulemisesta, kokemattomuus, työnpaljous sekä erilaiset häiriötekijät ja keskeytykset työssä. (Cioffi 2006: 68-70.) Vastavalmistuneilla hoitajilla haasteina potilaan tilan huononemisen havaitsemisessa ovat kokeneempien hoitajien antaman tuen puute, kokonaiskuvan puuttuminen, aiempien vastaavien kokemusten puuttuminen sekä henkilöstö- ja välineresurssien puutteellisuus (Purling 2012: 3457-3461).

Kokeneet hoitajat perustavat arvionsa potilaan tilan huononemisesta omaan intuitioonsa. Vasta tämän jälkeen he mittaavat potilaan peruselintoiminnot. Intuitio syntyy potilaan ja hänen sairautensa etenemisprosessin tuntemisesta. Ongelma muodostuu, kun hoitaja mittaa potilaan peruselintoiminnot intuitiivisen huolen takia, mutta MET-kriteerit eivät näiden perusteella täyty. Hoitajalla ei tämän jälkeen aina ole tarpeeksi rohkeutta hälyttää lääkäriä, ja myöhemmässä vaiheessa huonontuneet peruselintoiminnot jäävät huomioimatta. Kokemattomat hoitajat saattavat löytää rutiinimittauskerroilla poikkeavia arvoja, mutta eivät uskalla hälyttää lääkäriä potilaan voinnin näyttäessä stabiililta. Prosessi on monimutkainen, ja sen kulkuun vaikuttavat työympäristö ja työskentelykulttuuri vuodeosastoilla, hoitajan kokemus ja koulutus, suhde lääkäreihin sekä yleinen suhtautuminen potilaan ongelmiin puuttumiseen varhaisessa vaiheessa. (Odell 2009: 2004-2005.)

Terveystieteidenhuollossa on käytössä pisteytysjärjestelmiä, joiden tarkoitus on seuloa hoidettavien potilaiden joukosta korkean riskin potilaat. Pisteytysjärjestelmät ovat yksi menetelmä potilaan tilan huonontumisen tunnistamiseksi ja kiireellisen hoidon riittävän aikaiseksi aktivoimiseksi. (Cuthbertson 2007.) Pisteytysjärjestelmien tarkoitus on myös saavuttaa toimintayksikössä yhtenäinen toimintamalli peruselintoimintojen mittaamisessa (Ridley 2005). Parhaimmillaan pisteytysjärjestelmät toimivat hoitajan päätöksenteon tukena ja helpottavat lääkärin ja hoitajan välistä kommunikaatiota (Andrews 2005: 479-480). Ne vaativat kuitenkin useiden fysiologisten tekijöiden huomioimista, ja ovat muita menetelmiä hitaampia ja työläämpiä potilaan tilan arvioinnissa (Cuthbertson 2007: 405).

Pisteytysjärjestelmissä elintoimintojen viitearvot on luotu intuitiivisesti kliinisen kokemuksen pohjalta, eikä varmasti voida sanoa, kuinka luotettavasti potilaan tilan huononeminen pystytään niiden avulla ennustamaan. Pisteytysjärjestelmiä on useita ja ne poikkeavat toisistaan mitattavien arvojen ja viitearvojen asettelussa. Yksittäinen pistey-

tysjärjestelmä ei ole toimiva kaikilla potilasryhmillä, vaan jokaisella ryhmällä tulisi olla oma pisteytyksensä. Esimerkki kansainvälisesti käytössä olevasta pisteytysjärjestelmästä on MEWS eli Modified Early Warning Scoring System. (Taulukko 1) (Cuthbertson 2007: 406, 407.)

Taulukko 1. Modified Early Warning Scoring System (Mukaillen Subbe 2001).

Pisteet-->	3	2	1	0	1	2	3
Peruselintoiminto							
Systolinen verenpaine	<70	71-81	81-100	101-199		≥ 200	
Pulssitaajuus		< 40	41-50	51-100	101-110	111-129	≥ 130
Hengitystaajuus		< 9		9 - 14	15-20	21-29	≥30
Ruumiinlämpö		< 35		35-38.4		≥ 38.5	
Tajunnantaso/ AVPU -pisteytys				Alert	Reacting to Voice	Reacting to Pain	Unresponsive

MEWS -järjestelmässä potilas saa 0-3 pistettä mitattavaa arvoa kohden. Pisteytettäviä arvoja ovat systolinen verenpaine, pulssitaajuus, hengitystaajuus, ruumiinlämpö ja tajunnantaso. Mitä korkeamman pistemäärän potilas saa, sitä todennäköisempää terveydentilan heikentyminen on. (Subbe 2001: 94, 521-526.) On huomioitava, että pisteiden yhteenlaskun tapahtuessa manuaalisesti voi tietojen dokumentoinnissa ilmetä virheitä tai puutoksia. (Prytherch 2006: 177).

3 Kriittisesti sairaan potilaan tunnistamista kuvaavat tekijät

Muutokset potilaan hengitystaajuudessa, happisaturaatiossa ja pulssissa ennustavat parhaiten tulevaa tehohoidon tarvetta kirurgisella vuodepotilaalla. Systolisen verenpaineen ja ruumiinlämmön mittaaminen puolestaan eivät tuo lisäarvoa ennusteeseen, eivätkä yksinään mitattuina ole hyviä mittareita osoittamaan potilaan tilan tulevaa romahtamista. (Cuthbertson 2007: 402, 405.)

Käytettäessä mittarina hengitystaajuutta, happisaturaatiota ja pulssia voidaan potilaan tilan huononeminen ennakoita jopa 48 tuntia ennen varsinaista tehohoidon tarvetta.

Pelkän hengitystaajuuden ja pulssin seuranta puolestaan antaa viitteitä tilan romahtamisesta vasta 7-8 tuntia ennen tehohoitoon joutumista. (Cuthbertson 2007: 405.)

Potilaan tilan huononeminen kriittiselle tasolle on ennustettavissa etukäteen tekijöistä, jotka johtavat herkästi vakaviin fysiologisiin ongelmiin. Näistä tekijöistä hengitystaajuus on tärkein. Mikäli potilaan tilan seurannassa käytetään apuna pisteytysjärjestelmiä ja potilasta hoidetaan saatujen pisteiden pohjalta elintoimintojen vaatimalla tavalla, voidaan ehkäistä potilaan tilan huononeminen ennalta, jolloin paranemisennuste kohenee. (Saxon 2005: 315-322.)

3.1 Hengitystaajuuden seuranta

Aivojen ydinjatkeessa sijaitseva hengityskeskus säätelee keuhkotuuletusta eli ventilaatiota. Hengityskeskus pyrkii pitämään valtimoveren hapen ja hiilidioksidin osapaineet mahdollisimman vakiona optimoiden kudoshapetuksen. (Nienstedt 2009: 286-288.) Hengitystaajuudesta puhuttaessa tarkoitetaan ventilaatioiden määrää minuutin aikana. Normaali hengitystaajuus on vastasyntyneillä 40-60, kolmivuotiailla 18-30, 12-vuotiailla 13-23 ja aikuisilla 9-15 kertaa minuutissa. (Cussiara 2000: 2454.)

Hengityskeskukseen tulevat hermoradat säätelevät hengitystaajuutta ja keuhkotuuletusta. Tätä kutsutaan neuraaliseksi säätelyksi. Neuraalinen säätely korostuu fyysisessä rasituksessa. Rasituksen aikana aivokuorelta, keuhkoista, nivelistä, lihaksista ja jänteistä tulevat hermoimpulssit tehostavat keuhkotuuletusta ja voivat nostaa hengityksen minuuttitilavuuden jopa 150 litraan normaalin tilavuuden ollessa 6-7 litraa. Aivokuoren kautta hengitykseen voidaan vaikuttaa myös tahdonalaisesti. (Nienstedt 2009: 216, 288.)

Toinen tapa säädellä hengitystä on humoraalinen säätely. Elimistössä on herkkiä aistinsoluja, kemoreseptoreita, joiden tehtävä on pitää huolta elimistön happi-, hiilidioksidi- ja happo-emäs-tasapainosta. Ne aistivat valtimoveren happi- hiilidioksidi- ja vetypitoisuudet ja lähettävät niistä reaaliaikaista tietoa aivojen hengityskeskukseen. (Bjälle 2009: 316-319.)

Aivojen ydinjatkeessa lähellä hengityskeskusta on aivojen valtimoveren hiilidioksidipitoisuuteen herkästi reagoivia sentraalisia kemoreseptoreita. Niiden ansiosta pienikin kasvu veren hiilidioksidipitoisuudessa voi yli kaksinkertaistaa ventilaation. Tämä on ihmiselimistön herkin hengityksen säätelymekanismi. Kaulavaltimon haarautumiskoh-

dassa ja aortankaareissa sijaitsevat perifeeriset kemoreseptorit reagoivat puolestaan herkästi vetyionipitoisuuden nousuun, jolloin ventilaatio tehostuu. Perifeeriset kemoreseptorit reagoivat myös hapen osapaineen laskuun, mutta normaalisti se ei vaikuta hengityksen säätelyyn. (Bjälle 2009: 316-319.) Happipitoisuuden seuranta tapahtuu kuitenkin tarkimmin kaulavaltimoiden keräsissä (Rosenberg 2006: 193). Hiilidioksidin suurentunut osapaine eli hyperkapnia voimistaa happireseptorien vaikutusta, kun taas hypokapnia eli hiilidioksidin pienentynyt osapaine veressä heikentää sitä. (Castrén 2002: 362.)

Neuraalisen ja humoraalisen säätelyn viestien perusteella hengityskeskuksesta lähtevät hermosolut lähettävät hermoimpulsseja selkäytimen sisäänhengitysilhaksia aktivoiviin motoneuroneihin, jolloin sisäänhengitys käynnistyy. Uloshengitys tapahtuu spontaanisti sisäänhengitysilhaksien veltostuttua. Kovan rasituksen aikana myös uloshengitysilhakset aktivoituvat hengityskeskuksen stimuloimina tehostaen uloshengitystä. (Nienstedt 2009: 286-288.)

3.2 Happisaturaation seuranta

Potilaan happisaturaation seuranta on vakiintunut käytäntö. Potilaan happeutumista on mahdollista seurata reaaliaikaisesti ja noninvasiivisesti pulssioksimetrin avulla. Riittävän tiheällä ja säännöllisellä seurannalla pystytään tunnistamaan hapenpuutteesta kärsivät potilaat. (Kuisma 2008: 115.) Muita yleisiä käyttöaiheita pulssioksimetrille ovat hengitysvaikeuksien hoidon vaikuttavuuden arvioiminen, riittävän hapetuksen valvominen, hengityksen avustamisen tarpeen arviointi sekä intubaatioputken väärän sijainnin havaitseminen. Pulssioksimetriä on mielekästä käyttää kaikilla hengitysvaikeutta valittavilla potilailla sekä niillä potilailla, joiden hengitys on alentuneen tajunnantason vuoksi riittämätöntä. (Castrén 2002: 362.)

Pulssioksimetrian turi kiinnitetään yleensä sormen tai varpaan päähän. Myös korvanlehteen ja nenän väliseinään kiinnitettäviä antureita on yleisessä käytössä. Anturit koostuvat valoa lähettävistä ja sitä vastaanottavista diodeista. Infrapunasäteiden avulla mitataan kapillaarisuoniston läpi virtaavien punasolujen hemoglobiinin happikyllästeisyyttä. Lukema saadaan suoraan kahden valon aallonpituuden, 660 ja 940 nm, absorptioiden erosta. Laite huomioi absorption ainoastaan pulssiaallon aikana, jolloin laskimo- ja kapillaariveren vaikutus lukemaan on minimissään. (Kuisma 2008: 115.) Lukema ilmoitetaan prosentteina. Valtimoveressä normaali hemoglobiinin happisaturaatio on >96 %. (Castrén 2002: 362.) Valtimoveren happiosapaineen ja happikyllästeisyyden välinen

yhteys ei ole lineaarinen ja jo <90 %:n happisaturaatio merkitsee vakavaa hapenpuutetta. (Silfvast 1996.)

Happisaturaation seurantaan liittyy virhelähteitä. Pulssioksimetrin ilmoittama arvo on luotettava ainoastaan silloin, kun laite havaitsee pulssiaallon. Monitorilla tämä näkyy graafisena pulssikuvaajana, piippauksena tai vilkkuvana vihreänä valona. (Kuisma 2008: 115.) Laitteen kalibrointi on suoritettu vertaamalla mittaustuloksia sellaisten potilaiden valtimoveren happisaturaatioon, joille on laitteen kehitysvaiheessa aiheutettu tahallista hypoksemiaa. Suurimmat mittausrvirheet esiintyvät matalimmilla happisaturaatioarvoilla. Laitteen käytössä on tärkeää huomioida hyvä ihokontakti, sillä huonosti kiinnitetty anturi ei saa lähetettyä signaalia. Yksi yleisimmistä virhelähteistä on huono perifeerinen verenkierto, joka ilmenee usein kylminä sormenpäinä tai ihon sinisyytenä, syanoosina. Syanoosi on havaittavissa, kun happisaturaatio on tippunut 50-70 %:iin. (Nienstedt 2009: 289.) Myös potilaan liikehdintä, kiristävien vaatteiden aiheuttama huono verenkierto, kirkas valaistus, pigmentoitunut iho ja kynsilakka voivat heikentää signaalin voimakkuutta. Pulssioksimetrin antaman lukeman luotettavuutta voidaan arvioida tunnustelemalla potilaan pulssia ranteesta ja vertaamalla sitä pulssioksimetrin ilmoittamaan lukemaan. (Kuisma 2008: 115-116.) Anturin käytön vasta-aiheita ovat iskeeminen tai vammautunut ruumiinosa. Myöskään elvytyksen aikana pulssioksimetriä ei ole mielekästä käyttää. (Castrén 2002: 362.) Potilaan ollessa aneeminen näyttää pulssioksimetri todellista alhaisempia happisaturaatioarvoja. Toisaalta erittäin aneemisella potilaalla pulssioksimetrin näyttämä korkea happisaturaatiolukema ei takaa hyvää happeutumista. (Kuisma 2008: 116.)

3.3 Pulssin seuranta

Ihmisen sydän on autonomisen hermoston alainen ontto lihas, joka pumppaa verta verenkiertoon. Sen toimintaan ei voi tietoisesti vaikuttaa. Hermoyhteydet eivät ole sydämen supistumisen kannalta välttämättömiä, vaan sydän pystyy toimimaan automaattisesti ilman ulkoista säätelyä. (Hiltunen 2009: 318.) Lihaksen supistumisen aiheuttaa pieni solukertymä, sinussolmuke, joka sijaitsee sydämen oikeassa eteisessä. Se lähettää sähköimpulssin, joka etenee sydämen johtoratajärjestelmää pitkin supistaen sydänlihassoluja. (Bjälje 2009: 49, 220, 223, 227, 241.) Sydänlihassolujen kärsiessä hapenpuutteesta aiheutuu peruuttamatonta solutuhoa jo minuuteissa (Holmström 2012: 15).

Sydämen pumppausvoima perustuu sydänlihaksen supistumiseen. Sydän koostuu kahdesta pumpusta, oikeasta ja vasemmasta, jotka on ikään kuin kytketty sarjaan. Oi-

kea puoli huolehtii ihmisen keuhkoihin virtaavasta verenkierrosta eli pienestä verenkierrosta ja vasen puoli koko elimistöön virtaavasta eli isosta verenkierrosta. Kumpikin sydämen puoli koostuu eteisestä ja kammioista. Veri saapuu laskimoita pitkin sydämen eteisiin, joista se siirtyy eteis-kammio-läppien kautta kammioihin. Vasemman kammion pumpatessa verta aorttaan aortta venyy aiheuttaen paineaallon eli pulssin, joka leviää valtimoverkostoa pitkin koko elimistöön. Pulssia voi tunnustella eli palpoida lähellä ihoa olevista valtimoista useista kohdista, esimerkiksi ranteesta tai kaulalta. (Bjälle 2009: 49, 220, 223, 227, 241.)

Aikuisen normaali pulssitaajuus on levossa keskimäärin 50 - 80 kertaa minuutissa. Rasituksessa se voi nousta jopa 160 - 200 kertaan minuutissa. (Holmström 2012: 13.) Pulssiaallon voimakkuuden ja muodon perusteella voidaan arvioida potilaan sydämen tilaa ja toimintaa. (Alaspää - Holmström 2009: 69-70.) Esimerkiksi heikko ja lankamainen pulssi voi olla merkki verenpaineen romahtamisesta (Reitala 2002: 186-187). Systolisen verenpaineen laskiessa noin tasolle 70 mmHg rannepulssi ei palpoidu. Verenpaineen laskiessa edelleen, myös reisi- ja kaulavaltimopulssi lakkaavat tuntumasta. Pulssin tuntuessa voidaan olla varmoja siitä, että ihmisellä on verta kierrättävä rytmi. Jos pulssi ei palpoidu, johtuu se yleisimmin matalasta verenpaineesta tai suonon ahtaumasta. (Alaspää 2009: 69-70.)

Terveellä ihmisellä pulssitaajuutta säätelee autonomisen hermoston sympaattinen osa. Aktivoituessaan se välittää sekä hermosäikeiden että hormoniviestien välityksellä käskyt sydämen johtoratoihin ja sydänlihakseen. Käskyt nopeuttavat sähköimpulssin johtumista sydämessä, jolloin pulssi nopeutuu. Näin elimistö pyrkii varmistamaan pumpaavan rytmin säilymisen. Tarvittaessa parasympaattisen hermoston vagushermostäikeet aktivoituvat pyrkien tasaamaan ja laskemaan pulssia nostamalla sinussolmukkeen ja sydämen johtoratojen aktivaatiokynnystä. (Holmström 2012: 15.)

Ihmisen pulssitaajuuteen vaikuttavat ikä, sukupuoli, fyysinen kunto, rasitustaso, neste-tasapaino, infektio, jännittäminen, pelko, kipu, tietyt sairaudet ja lääkitys. Pulssitaajuuden seurannassa tulisi kiinnittää huomiota taajuuden muutoksiin yksittäisten arvojen sijaan. Nopea pulssi saattaa ennakoita verenpaineen laskua. Taajuuden lisäksi myös pulsaation tasaisuuteen tulee kiinnittää huomiota. (Reitala 2002: 186-187.)

Pulssitaajuuteen vaikuttavat myös sydämen johtumis- ja rytmihäiriöt. Sydämen sähköisen johtoratajärjestelmän häiriintyessä sähkö ei pääse etenemään tavallista reittiä aiheuttaen johtumishäiriöitä. Johtumishäiriöitä voivat aiheuttaa esimerkiksi liiallinen joh-

tumista salpaava lääkitys sekä sydänsairaudesta johtuva vaurio kuten infarkti ja fibroosi. Rytmihäiriötilanteessa sydämen tahdistaa jokin muu kuin sinussolmuke, esimerkiksi eteis-kammiosolmuke tai itse kammioseinämä. Molemmissa tapauksissa pulssitaajuus voi olla joko korkea (takykardia) tai matala (bradykardia) normaalitaajuuteen verrattuna. Taajuus voi olla myös epäsäännöllinen. (Holmström 2012: 104-105.)

3.4 Shokki ja elimistön kompensoitumismekanismit

Shokki on elimistön patofysiologinen tila, jossa solujen hapensaanti on systeemisesti häiriintynyt. Shokissa elimistö ei kykene tuottamaan tarvittavaa perfuusiopainetta kudosten hapensaannin turvaamiseksi. Hapenpuute muuttaa solujen energiatuotannon aerobisesta anaerobiseksi. Tämän seurauksena elimistöön kertyy laktaattia aiheuttaen metabolisen asidoosin. (Rosenberg 2006: 214; Kuisma 2013: 423; Nienstedt 2008: 226.) Hapenpuute ja asidoosi johtavat edetessään elinten toimintahäiriöihin, elinvaurioihin ja lopulta kuolemaan. (Kuisma 2013: 424; Rosenberg 2006: 215.)

Elimistö pyrkii kompensoimaan hapentarjonnan häiriötilaa. Katekoliamiinien erityis lisääntyminen aiheuttaa muun muassa ääreisverenkierron supistumista ja sydämen pulssitaajuuden ja supistumisvireyden kasvua. Hengitystaajuus nousee kompensoidakseen asidoosin aiheuttamaa elimistön happamoitumista hiilidioksidia poistamalla. Nestettä retentoivat mekanismit, kuten antidiureettisen hormonin ja aldosteronin erityis, aktivoituvat hypovolemian korjaamiseksi. Kompensaatiomekanismien riittämättömyys yhdessäkin edellä mainituista reaktioista johtaa shokkiin. (Kuisma 2013: 423.)

4 Fotopletysmografia kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa

Fotopletysmografia (FPG) on menetelmä, joka perustuu optiseen tekniikkaan. FPG:aa hyödyntävä mittauslaite läpivalaisee tai heijastaa mittauskohtaan punaista tai infrapunaista LED-valoa, ja takaisin palautuva valoalto muodostaa vastaanottimessa fotopletysmografisignaalin. Signaali kertoo veritilavuuden muutoksista mittauskohdan kudoksen kapillaarisuonistossa. Signaalista pystytään johtamaan erilaisia fysiologisia arvoja, kuten veren happipitoisuus eli happisaturaatio, verenpaine, pulssi, hengitystaajuus sekä sydämen minuuttitilavuus. Tämän lisäksi tekniikkaa voidaan hyödyntää elimistön autonomisten toimintojen arvioinnissa ja perifeeristen laskimosairauksien diagnosoinnissa. (Allen 2007.)

FPG:aa hyödyntävää laitteistoa on ollut jo 1930-luvulla. FPG:n edelläkävijä oli Alrick Hertzman. Hän toi esiin FPG:n käyttömahdollisuuksia kliinisessä tutkimustyössä, ja hänen tutkimustensa pohjalta FPG-laitteistoa lähdettiin alun perin kehittämään. Kliinisessä potilastyössä FPG:n merkittävin saavutus on noninvasiivinen pulssioksimetri, joka yleistyi 1970-1980-luvuilla. Myös fotopletysmografisignaalia analyysoivissa tietokoneohjelmissa on tapahtunut kehitystä. (Allen 2007.) Kun pulssioksimetria otettiin kliniseen käyttöön 1980-luvulla, kiinnittyi huomio niin voimakkaasti siihen, että FPG:n muiden mahdollisuuksien kartoittaminen jäi vähälle huomiolle (Shelley 2007).

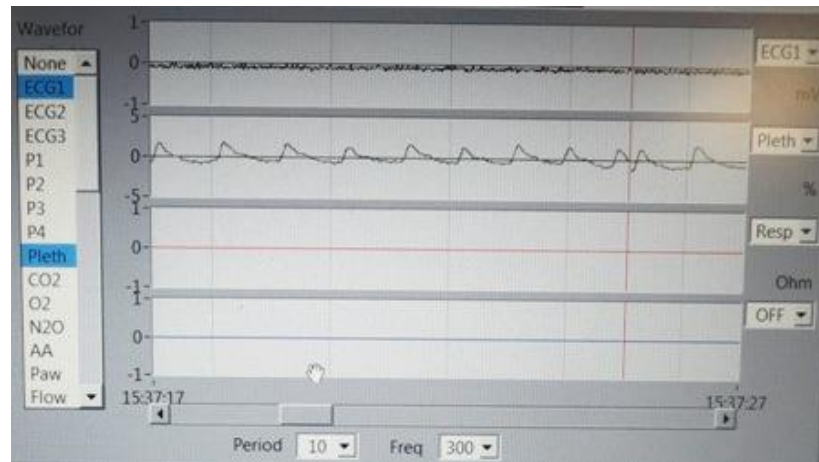
Fotopletysmografisignaalin kaikkien komponenttien alkuperää ei vielä täysin ymmärretä. Sen avulla voidaan kuitenkin tuottaa tärkeää tietoa potilaan yleistilasta. 2000-luvulla kiinnostus FPG-tekniikan mahdollisuuksien tarkempaan kartoittamiseen on ollut kasvussa. Laitteena fotopletysmografi on taloudellinen, helppokäyttöinen ja käytännöllinen. Mittaaminen tapahtuu yleensä noninvasiivisesti ja potilasystävällisesti ihon pinnasta, esimerkiksi sormen tai varpaan kärjestä tai korvalehdestä. Käytännöllisyytensä vuoksi jotkin FPG:n sovellutuksista ovat terveydenhuollossa käytössä maailmanlaajuisesti. FPG:aa hyödyntävälle luotettavalle ja yksinkertaiselle mittausvälineelle on tarvetta ja kysyntää. Fotopletysmografian antaman datan analyysoiminen tietokoneohjelmilla on kehittynyt, mutta jatkokehittelyä tarvitaan. (Allen 2007.)

FPG:n yleisin ja kenties tunnetuin tällä hetkellä käytössä oleva sovellus on pulssioksimetria, jolla saadaan tietoa potilaan happisaturaatiosta ja pulssista. Pulssioksimetri tarvitsee toimiakseen valonlähteen ja vastaanottimen, joka mittaa verivolyymien muutoksista johtuvia valon intensiteetin vaihteluita ja kertoo veressä olevan hapen määrän. Muita FPG:n tarjoamia mahdollisuuksia, kuten verenpaineen ja hengitystaajuuden mittaamista, käytetään toistaiseksi vähemmän. (Allen 2007.)

Kunkin fotopletysmografiaallon välinen aika edustaa yhtä sydämen sykliä. Aallot laskeutuneilla saadaan selville potilaan pulssitaajuus. Fotopletysmografiaallon amplitudi vaihtelee vasemman kammion pumppausvoiman ja vasomotorisen jäntevyyden mukaan. Näiden tekijöiden vaihteluita voidaan käyttää apuna potilaan hemodynaamisen statuksen määrittämisessä. Mitä enemmän verisuonessa on verta sitä enemmän valoa absorboituu. Mitä vähemmän valoa pääsee mittauskohdassa kudoksen läpi vastaanottiin sitä matalammat fotopletysmografiaallot muodostuvat vastaanottimessa (Kuva 1). Systolen aikana valoa pääsee vastaanottiin vähemmän kuin diastolen aikana. Signaalin tulkitsemisen helpottamiseksi suurin osa olemassa olevista laitteista suodat-

taa informaatiota helpommin käsiteltävään muotoon. Ongelmaksi muodostuu, että osa potentiaalisesta tiedosta jää hyödyntämättä. (Rakesh 2012.)

Kuva 1. Näkymä fotopletysmografian näytöllä (Honkkila 2013).



Middletonin tutkimuksessa ilmeni, että suurin osan sepsipotilaista saa aluksi väärän diagnoosin, jolloin hoito viivästyy. Tutkimuksen tuloksena voitiin todeta, että korvanlehdessä mitatut keskitaajuiset fotopletysmografiaallot olivat voimakkaammat vakavasti septisillä potilailla, joilla veren laktaattipitoisuus oli noussut. (Middleton 2011.) Laktaatti eli maitohappo laskee veren pH- ja bikarbonaattipitoisuuksia ja sitä syntyy elimistöön tiloissa, joissa kudosten hapetus on riittämätöntä (Meilahden akuuttihoito-opas 2001: 292). Erityisesti korvalehdessä mitatulla fotopletysmografisignaalin avulla pystyttiin toteamaan potilaan septinen tila (Middleton 2011).

FPG on menetelmänä potentiaalinen. Mittaamiseen liittyy kuitenkin virhelähteitä, jotka tulee ottaa huomioon. Virhelähteet voidaan jakaa pysyviin virhelähteisiin, kuten ihon, luun ja lihaksen valonläpäisevyys ja muuttuviin virhelähteisiin, kuten verenkierron vaihe, ulkoiset valon lähteet, lämpötilojen vaihtelu, potilaan liikehdintä, verisuoniston vastus ja verivolyyymi. FPG:n käyttöä saattavat rajoittaa esimerkiksi sydämen eri rytmihäiriöt tai vasoaktiivisten lääkeaineiden käyttö. Tutkimustietoa näistä tekijöistä ei kuitenkaan ole riittävästi. (Mitchell - Subramaniam 2010.)

Systolinen verenpaine sekä pulssin vaihtelut korreloivat fotopletysmografiaallon vaihteluiden kanssa. Lisäksi hypovolemisen potilaan fotopletysmografisignaalin vaihteluilla ja ventilaatiosykliillä on yhteys. Tarkastelutavoista kumpikin tarjoaa selkeän hyödyn verivolyymin muutoksia ennustettaessa. Mittaustulosten tarkastelussa on kuitenkin eroja. Ei ole olemassa yhtenäistä termistöä, jonka avulla tuloksia voitaisiin ilmaista.

Tulevaisuuden haasteeksi muodostuu mittaustekniikan standardoiminen sekä tulosten yhtenäistäminen. (Mitchell - Subramaniam 2010.)

Fotopletysmografisignaali ei ole kehitetty standardoitua yksikköjärjestelmää, joten mittaustuloksia ei pystytä vertailemaan keskenään. Teknologian kehitys on kuitenkin muilta osin tuonut FPG:n erilaiset käyttömahdollisuudet helpommin hyödynnettäviksi. Aallon amplitudimuutoksia seuraamalla voidaan huomata muutokset potilaan verenkierrössä. Tämä perustuu siihen, että ventilaatiolla on vaikutusta sydän- ja verisuonielimistön toimintaan ja hypovoleemisella potilaalla sisäänhengitys laskee arteriapainetta. Fotopletysmografisignaalin ja EKG:n yhdistelmällä pystytään myös ennakkoimaan erilaisia rytmihäiriöitä melko suurella varmuudella. (Shelley 2007.)

Tulevaisuuden kehitystyön kohteena on fotopletysmografisignaalin analysoimisen ja digitaalisen prosessoinnin helpottaminen. Tärkeinä osatekijöinä koko potentiaalin hyödyntämisen mahdollistamiseksi on rajoittamaton pääsy muokkaamattomaan fotopletysmografisignaaliin. Tulevaisuudessa tarvitaan uutta välineistöä ja standardisoitu järjestelmä fotopletysmografisignaalin tulkintaan kokonaisuudessaan. Myös tutkimustietoa menetelmän hyödyllisyydestä ja näyttöä siitä, että menetelmä tuottaa sellaista informaatiota josta on välitöntä hyötyä potilaalle, tarvitaan. (Shelley 2007.)

5 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata fotopletysmografiaa menetelmänä kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa sekä havainnoida potilaan tilaa ennalta määritettyjen muuttujien osalta. Toisena tarkoituksena on kerätä fotopletysmografisignaalia vuodeosastopotilailta (N=300) myöhempää analysointia varten. Tavoitteena on kehittää omaa osaamista kriittisesti sairaan potilaan tunnistamisessa ja kehittyä toimimaan osana isompaa tutkimushanketta.

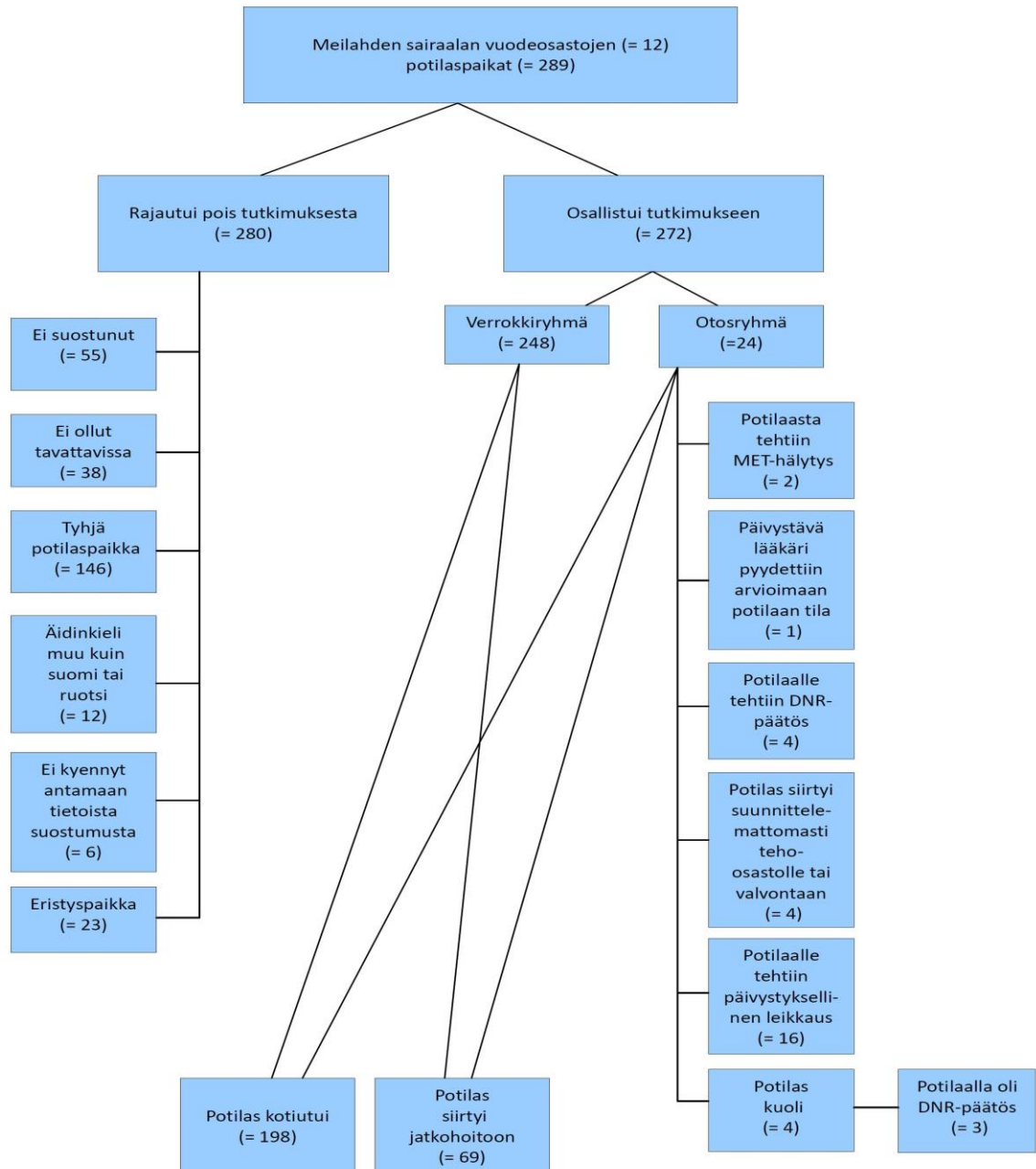
6 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin systemaattisella tiedonhaulla. Tiedonhaussa käytettiin Pubmed-, Ovidmedline- ja Medic-tietokantoja (Liite 2). Hakujen tuottama aineisto rajattiin 2000-luvulla ilmestyneisiin artikkeleihin. Tämän jälkeen tehtiin rajaus 10 vuoden sisällä ilmestyneisiin artikkeleihin. Jäljelle jääneistä artikkeleista valittiin ne, jotka otsikon ja tiivistelmän perusteella parhaiten vastasivat opinnäytetyön tarkoitusta. Lopul-

liseksi aineistoksi päätyivät sisällöltään merkittävimmät artikkelit. Tiedonhaussa hyödynnettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Tukholmankadun toimipisteen kirjastoinformaattikoiden osaamista sekä Helsingin yliopiston terveystieteiden keskuskirjaston (Terkko) tietokantoja. Lääketieteellisissä kysymyksissä käännyttiin LT Jouni Nurmen puoleen. LT Nurmi toimi myös opinnäytetyön vastaavana lääkärimä ja sisällöllisenä asiantuntijana.

Tutkimusjoukko valikoitui LT Nurmen asettamien kriteerien mukaisesti (Taulukko 2). Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin muun muassa eristyspotilaat. Tutkimukseen osallistui 276 potilasta kahdeksasta vuodeosastolta. Kaksi potilasta osallistui tutkimukseen kahdesti ja kahdelta saatiin puutteelliset henkilötiedot. Hyväksytyjä tutkimushenkilöitä oli 272, joista otosryhmään valikoitui 24 ja verrokkiryhmään 248 henkilöä.

Taulukko 2. Tutkimusjoukon valikoituminen ja hoitojakson kulku.



Aineistonkeruuta varten kehitettiin LT Nurmen ohjauksessa strukturoitu tiedonkeruulomake (Liite 3) johon kirjattiin potilaan taustatiedot, fotopletysmografisignaalin ja opinäytetyön tavoitteiden kannalta olennaisiksi todetut muuttujat sekä kliinisesti tutkittavat havainnot. Muuttujat valittiin yhteistyössä LT Nurmen kanssa, ja ne pohjautuivat tutkimustietoon. Kirjattuja muuttujia olivat tupakointitottumukset, tajunnantaso AVPU-asteikolla, systolinen ja diastolinen verenpaine, pulssi, korvalämpö, perifeerinen lämpö, hengitystaajuus, happisaturaatio ja sen mittauskohta, mahdollinen hengityksen avustamismenetelmä, ihon lämpö ja kosteus, kiputila NRS-asteikolla, lämpöraja sekä kapillaaritäyttö.

Jokaiselta potilaalta pyydettiin tutkimusta varten kirjallinen suostumus LT Nurmen laaimalle suostumuslomakkeelle (Liitteet 4a ja 4b). Tilansa vuoksi tietoisesti suostumuksen antamiseen kykenemättömien potilaiden puolesta suostumus pyydettiin lähiomaiselta. Kaikille tutkimukseen osallistuvilla esiteltiin tutkimuksen tausta ja kulku sekä suullisesti että kirjallisesti LT Nurmen laaimien ohjeiden mukaisesti (Liitteet 5a ja 5b).

Aineisto kerättiin mittaamalla mainitut muuttajat standardoidusti 276:lta Helsingin Meilahden yliopistollisen keskussairaalan vuodeosastojen potilaalta tiedonkeruulomakkeessa. Jokaisesta tutkimuspotilaasta tallennettiin myös rytmi-EKG:aa ja 5-10 minuuttia fotopletysmografisignaalia sähköiseen muotoon myöhempää analysointia varten. Yhteensä fotopletysmografisignaalia tallennettiin 23 tuntia. Mittaukset suoritettiin non-invasiivisesti LT Nurmen järjestämällä laitteistolla. Osastojen henkilökuntaa informoitiin tutkimuksesta etukäteen HUS:n kliinisten opettajien toimesta. Tutkimuspotilaiden yksilöinti tapahtui aluksi henkilöturvaturun avulla. Aineistonkeruun jälkeen henkilöturvaturun muunnokset muunnettiin tutkimusnumeroiksi.

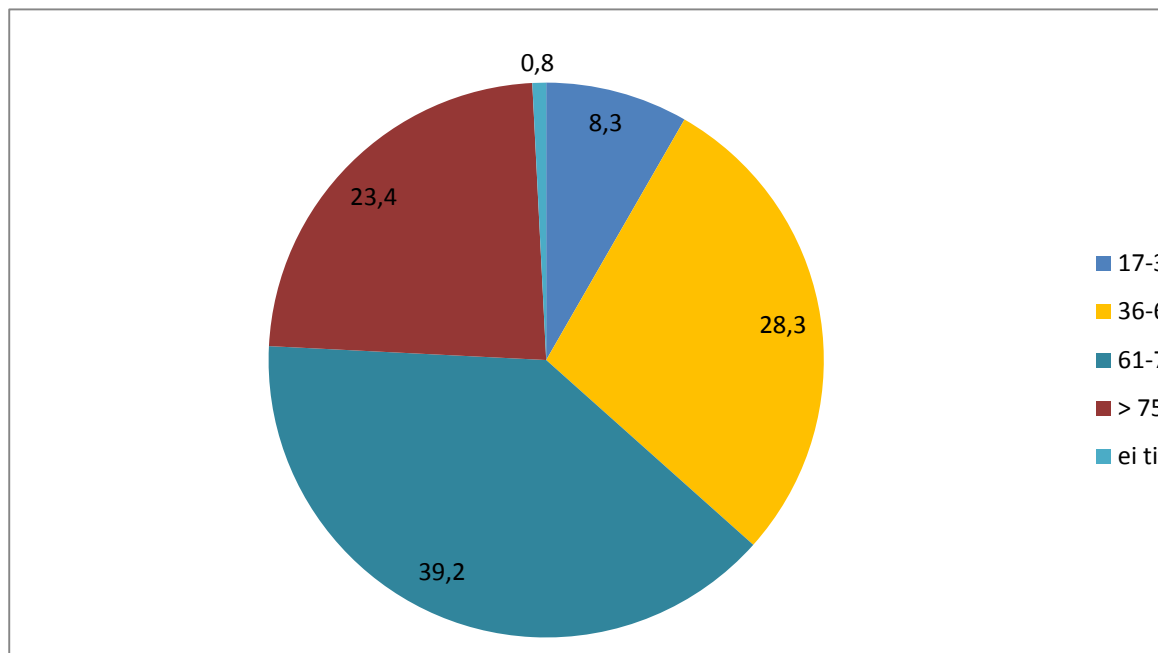
Aineistonkeruun jälkeen käytiin potilastietojärjestelmän avulla läpi, keille tutkimushenkilöistä oli tehty 7 päivän sisällä aineistonkeruusta MET-hälytys, DNR-päätös, päivystyksellinen leikkaus tai päivystävän lääkärin tilanarvio. Lisäksi selvitettiin, ketkä tutkimushenkilöistä olivat siirtyneet teho- tai valvontaosastoille ilman postoperatiivista syytä ja ketkä tutkimushenkilöistä olivat menehtyneet. Yhden tai useamman näistä kriteereistä täyttävä tutkimushenkilö valikoitui otosryhmään loppujen tutkimushenkilöiden muodostaessa verrokkiryhmän. Potilastietojärjestelmästä selvitettiin myös, keillä tutkimushenkilöistä oli mittaushetkellä käytössään beetasalpaajalääkitys. Tutkimushenkilöiden sydämen rytmi analysoitiin jälkikäteen sähköiseen muotoon tallennetuista rytmi-EKG:sta.

Opinnäytetyön tulosten analysoinnissa käytettiin MEWS-pisteystystä. Mitattujen peruselintoimintojen avulla pyrittiin määrittämään eri ryhmien yhtäläisyyksiä sekä parantamaan potilaan tilan huononemisen tunnistamista. Aineiston tilastoanalyysi toteutettiin SPSS-ohjelmiston avulla.

7 Tulokset

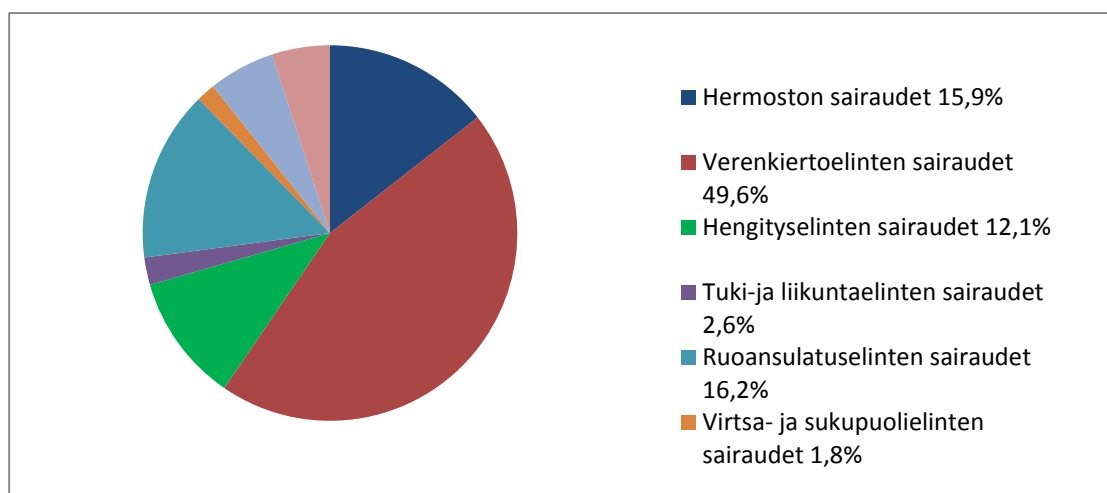
Tutkimukseen osallistui 272 potilasta. Tutkimusjoukosta oli naisia 43,4 % (n=118) ja miehiä 56,6 % (n=154) keski-ikä ollessa 63 vuotta. Nuorin tutkimushenkilö oli iältään 17- ja vanhin 98-vuotias. Otosryhmän keski-ikä oli 64 vuotta.

Taulukko 3. Tutkimusjoukon ikäjakauma.



Lähes puolella 49,6 % (n=135) tutkimusjoukosta hoitojakson päädiagnoosina oli verenkiertoelinten sairaus. Seuraavaksi yleisimpiä olivat ruoansulatuselimistön 16,2 % (n=44), hengityselimistön 12,1 % (n=33) ja hermoston 15,9 % (n=16) sairaudet.

Taulukko 4. Hoitojakson päädiagnoosi.

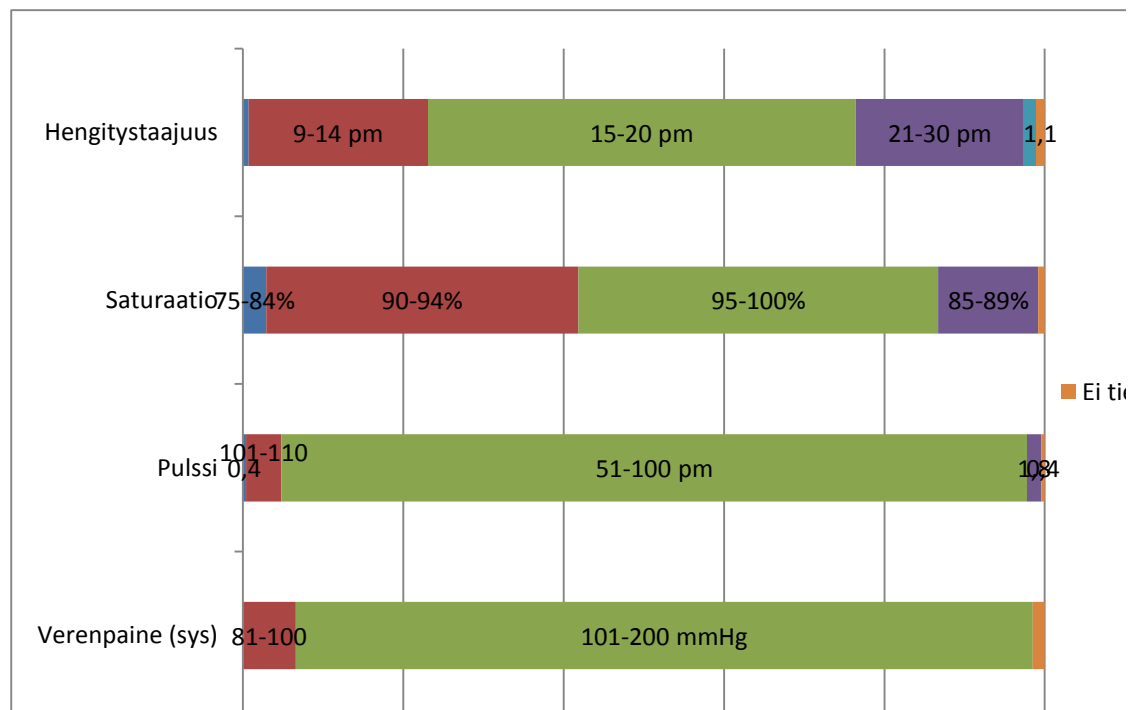


Tutkimusjoukon keskimääräinen hoitajakson pituus oli 14,8 vuorokautta vaihteluvälillä 1-143 vuorokautta. Otosryhmän keskimääräinen hoitajakson pituus oli 16 vuorokautta.

Tutkimusjoukosta 97,8 % (n=266) sai tajunnantason arvioissa täydet AVPU-pisteet. Tupakoijia oli 14,7 % (n=40) ja tupakoimattomia 84,6 % (n=230).

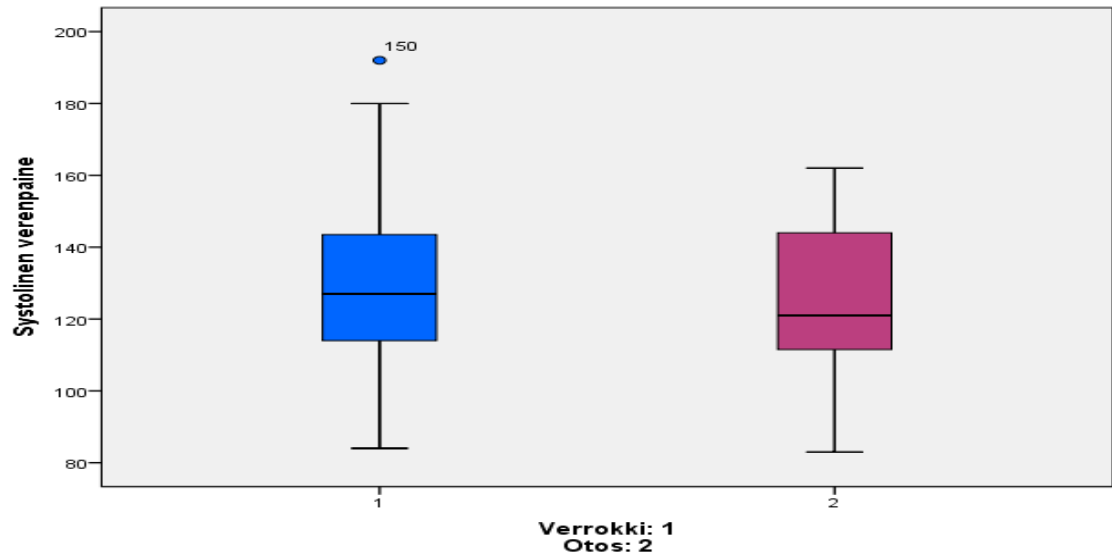
Tutkimusjoukon systolisen verenpaineen keskiarvo oli 129mmHg (Md=127mmHg, sd=21mmHg). Tutkimusjoukosta 91,9 %:lla (n=250) systolinen verenpaine sijoittui välille 101-200mmHg ja 6,6 %:lla (n=18) välille 81-100mmHg. Matalin systolisen verenpaineen arvo oli 83mmHg ja korkein 192mmHg.

Taulukko 5. Peruselintoimintojen arvot tutkimusjoukolla.



Verrokkiryhmän systolisen verenpaineen keskiarvo oli 129mmHg (Md=127mmHg, sd=21mmHg). Matalin arvo oli 86mmHg ja korkein 192mmHg. Otosryhmän systolisen verenpaineen keskiarvo oli 125mmHg (Md=121mmHg, sd=22mmHg). Matalin arvo oli 83mmHg ja korkein 162mmHg.

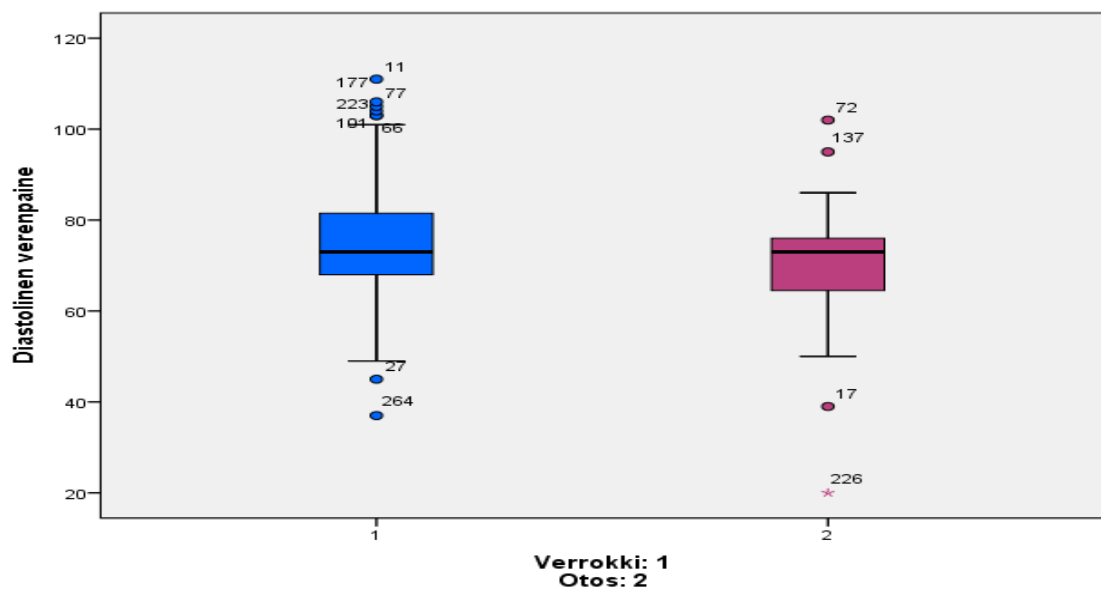
Taulukko 6. Systolinen verenpaine verrokki- ja otosryhmissä.



Tutkimusjoukon diastolisen verenpaineen keskiarvo oli 74mmHg (Md=73mmHg, sd=12mmHg). Matalin arvo oli 20mmHg ja korkein 111mmHg.

Verrokkiryhmässä diastolisen verenpaineen keskiarvo oli 75mmHg (Md=73mmHg, sd=12mmHg). Matalin arvo oli 37mmHg ja korkein 111mmHg. Otosryhmässä diastolisen verenpaineen keskiarvo oli 69mmHg (Md=73mmHg, sd=17mmHg). Matalin arvo oli 20mmHg ja korkein 102mmHg.

Taulukko 7. Diastolinen verenpaine verrokki- ja otosryhmissä.

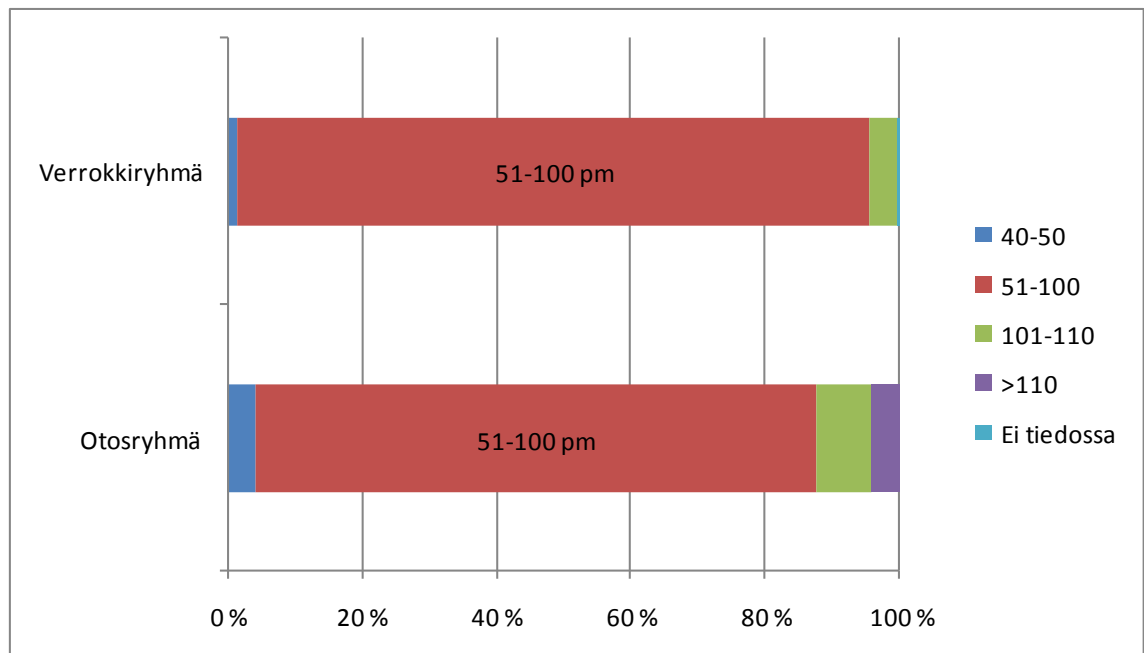


Tutkimusjoukon pulssin keskiarvo oli 76 lyöntiä minuutissa (Md=75 lyöntiä minuutissa, sd=14 lyöntiä minuutissa). Pulssi oli 40-50 lyöntiä minuutissa 1,8 %:lla (n=5), 51-100 lyöntiä minuutissa 93 %:lla (n=253) ja >100 lyöntiä minuutissa 4,8 %:lla (n=13) tutkimusjoukosta. Matalin arvo oli 42 ja korkein 111 lyöntiä minuutissa.

Verrokkiryhmän pulssin keskiarvo oli 76 lyöntiä minuutissa (Md=75 lyöntiä minuutissa, sd=14 lyöntiä minuutissa). Pulssi oli 40-50 lyöntiä minuutissa 1,6 %:lla (n=4), 51-100 lyöntiä minuutissa 94 %:lla (n=237) ja 101-110 lyöntiä minuutissa 4 %:lla (n=10) verrokkiryhmästä. Matalin arvo oli 42 lyöntiä minuutissa ja korkein 110 lyöntiä minuutissa.

Otosryhmän pulssin keskiarvo oli 73 lyöntiä minuutissa (Md=69 lyöntiä minuutissa, sd=19 lyöntiä minuutissa). Pulssi oli 40-50 lyöntiä minuutissa 4,2 %:lla (n=1), 51-100 lyöntiä minuutissa 83,3 %:lla (n=20), 101-110 lyöntiä minuutissa 8,3 %:lla (n=2) ja >110 4,2 %:lla (n=1) otosryhmästä. Matalin arvo oli 47 lyöntiä minuutissa ja korkein 111 lyöntiä minuutissa.

Taulukko 8. Pulssi verrokki- ja otosryhmissä.



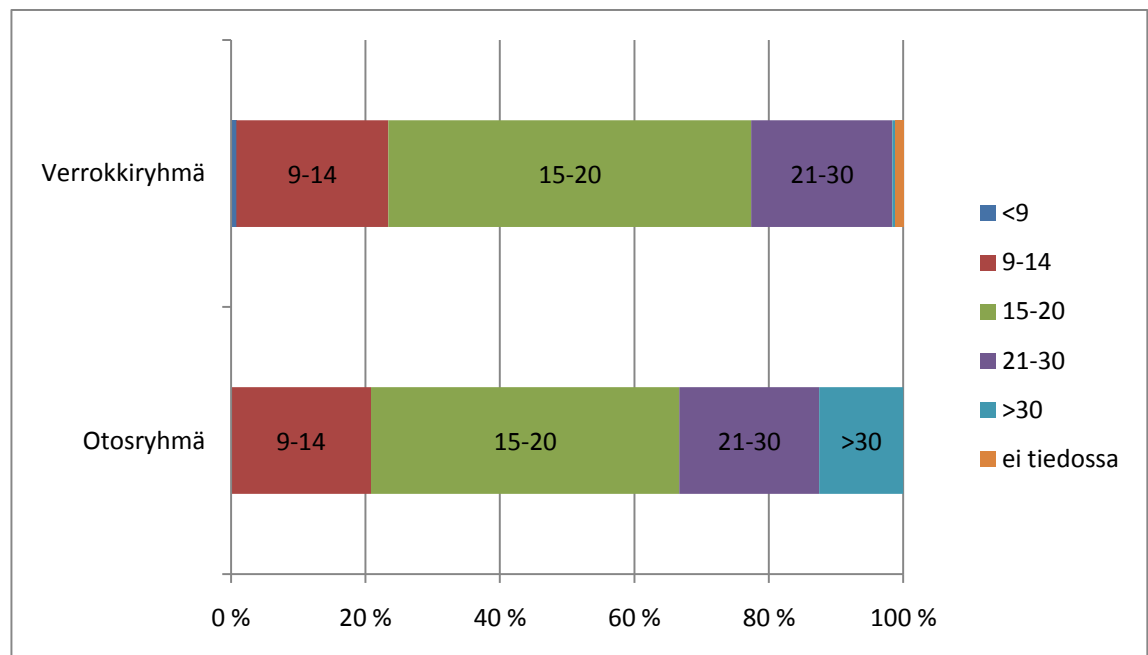
Tutkimusjoukon hengitystaajuuden keskiarvo oli 18 kertaa minuutissa (Md=18 kertaa minuutissa, sd=5 kertaa minuutissa). Hengitystaajuus oli 9-14 kertaa minuutissa 22,4 %:lla (n=61), 15-20 kertaa minuutissa 53,3 %:lla (n=145) ja 21-30 kertaa minuutissa 21 %:lla (n=57) tutkimusjoukosta. Kahden tutkimushenkilön hengitystaajuus oli <9 ja nel-

jän >30 kertaa minuutissa. Matalin arvo oli 7 kertaa minuutissa ja korkein 39 kertaa minuutissa.

Verrokkiryhmän hengitystaajuuden keskiarvo oli 18 kertaa minuutissa (Md=18 kertaa minuutissa, sd=4 kertaa minuutissa). Hengitystaajuus oli <9 kertaa minuutissa 0,8 %:lla (n=2), 9-14 kertaa minuutissa 22,6 %:lla (n=57), 15-20 kertaa minuutissa 54 %:lla (n=136), 21-30 kertaa minuutissa 21 %:lla (n= 53) ja >30 kertaa minuutissa 0,4 %:lla (n=1) verrokkiryhmästä. Matalin arvo oli 7 kertaa minuutissa ja korkein 32 kertaa minuutissa.

Otosryhmän hengitystaajuuden keskiarvo oli 20 kertaa minuutissa (Md=19 kertaa minuutissa, sd=8 kertaa minuutissa). Hengitystaajuus oli 9-14 kertaa minuutissa 20,8 %:lla (n=5), 15-20 kertaa minuutissa 45,8 %:lla (n=11), 21-30 kertaa minuutissa 20,8 %:lla (n=5) ja >30 kertaa minuutissa 12,5 %:lla (n=3) otosryhmästä. Matalin arvo oli 10 kertaa minuutissa ja korkein 39 kertaa minuutissa.

Taulukko 9. Hengitystaajuus verrokki- ja otosryhmissä.

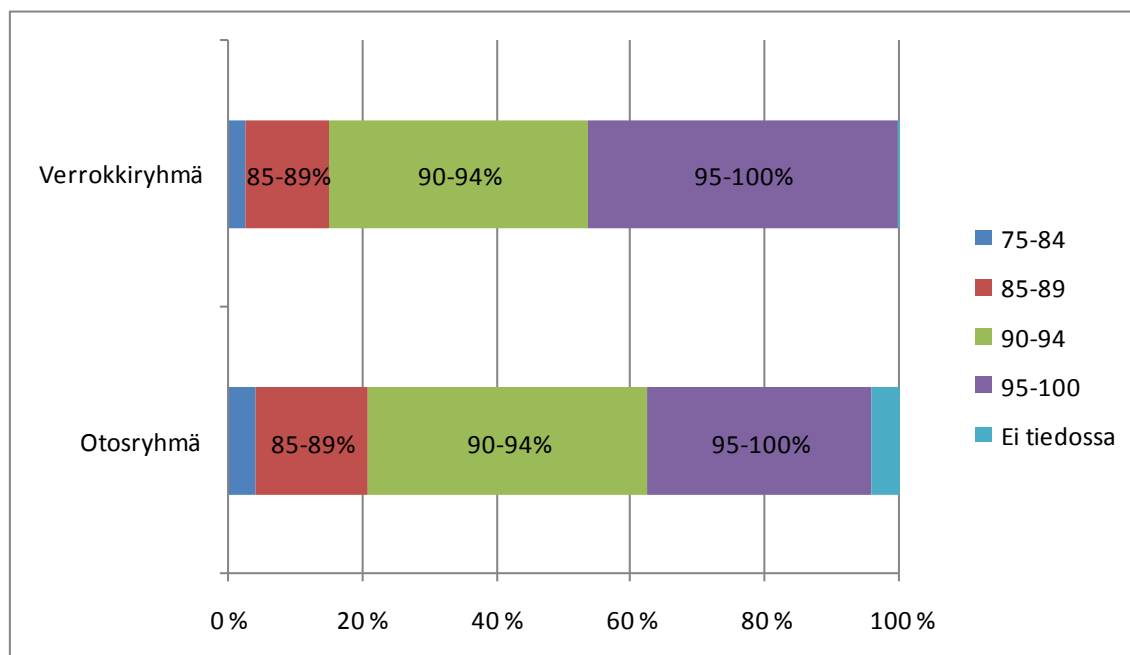


Tutkimusjoukon happisaturaation keskiarvo oli 94 % (Md=94 %, sd=4 %). Tutkimusjoukosta 44,9 %:lla (n=122) happisaturaatio oli 95-100 %, 39 %:lla (n=106) 90-94 % ja 15,4 %:lla (n=42) <85%. Matalin arvo oli 76% ja korkein 100%. 18 %:lla (n=49) tutkimusjoukosta oli käytössä lisähappi.

Verrokkiryhmässä happisaturaation keskiarvo oli 94 % (Md=94 %, sd=4 %). Happisaturaatio oli 75-84 % 2,8 %:lla (n=7), 85-89 % 12,3 %:lla (n=31), 90-94 % 38,5 %:lla (n=97) ja 95-100 % 46 %:lla (n=116) verrokkiryhmästä. Matalin arvo oli 76 % ja korkein 100 %.

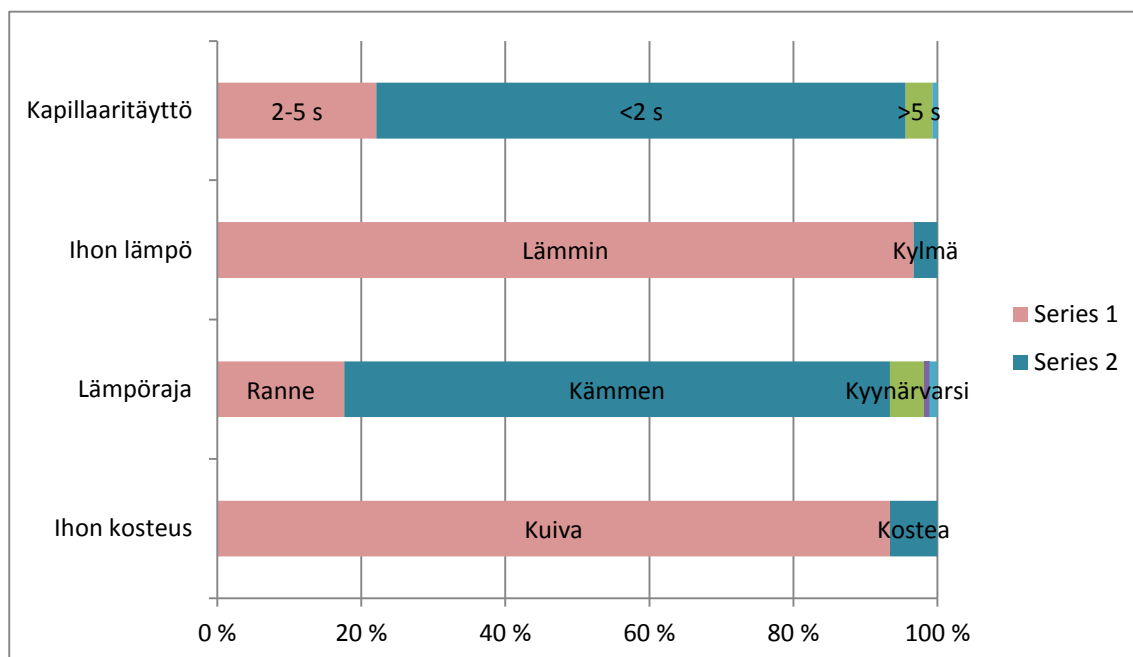
Otosryhmässä happisaturaation keskiarvo oli 92 % (Md=92 %, sd=4 %). Happisaturaatio oli 0 % 4,2 %:lla (n=1), 75-84 % 4,2 %:lla (n=1), 85-89 % 16,7 %:lla (n=4), 90-94 % 41,7 %:lla (n=10) ja 95-100 % 33,3 %:lla (n=8) otosryhmästä. Matalin arvo oli 80 % ja korkein 99 %.

Taulukko 10. Happisaturaatio verrokki- ja otosryhmissä.



Iho oli kuiva 94,4 %:lla (n=254) ja lämmin 93,7 %:lla (n=263) tutkimusjoukosta. Lämpöraja oli kämmenessä tai ranteessa 93,4 %:lla (n=252) tutkimusjoukosta. Kapillaaritäyttö oli alle kaksi sekuntia 73,5 %:lla tutkimusjoukosta (n=200) ja 2-5 sekuntia 22,1 %:lla (n=60) tutkimusjoukosta. 3,7 %:lla (n=10) tutkimusjoukosta kapillaaritäyttö oli >5 sekuntia.

Taulukko 11. Kapillaaritäytön, ihon lämmön, kosteuden sekä lämpörajan jakautuminen.



Tutkimusjoukon korvalämmön keskiarvo oli 36,9 astetta. Korvalämpö oli <36,0 astetta 2,9 %:lla (n=8) tutkimusjoukosta, välillä 36,0-37,0 astetta 60,6 %:lla (n=166) tutkimusjoukosta ja >37,0 astetta 36,5 %:lla (n=100) tutkimusjoukosta. Matalin arvo oli 35,4 astetta ja korkein 39,0 astetta.

Tutkimusjoukon perifeerisen lämmön keskiarvo oli 32,1 astetta. Perifeerinen lämpö oli <30,0 astetta 18,3 %:lla (n=48) tutkimusjoukosta, 30,0-35,0 astetta 71 %:lla (n=186) tutkimusjoukosta ja >35,0 astetta 10,7 %:lla (n=28) tutkimusjoukosta. Matalin arvo oli 23,1 astetta ja korkein 36,6 astetta.

Kipuasteikolla 1-10 hieman yli puolet (52,2 %) tutkimusjoukosta koki olonsa täysin kivuttomaksi. Muut vastaukset jakautuivat välille 1-9 (44,2 %, n=120). Yksikään tutkimushenkilö ei kokenut maksimaalista kipua 10.

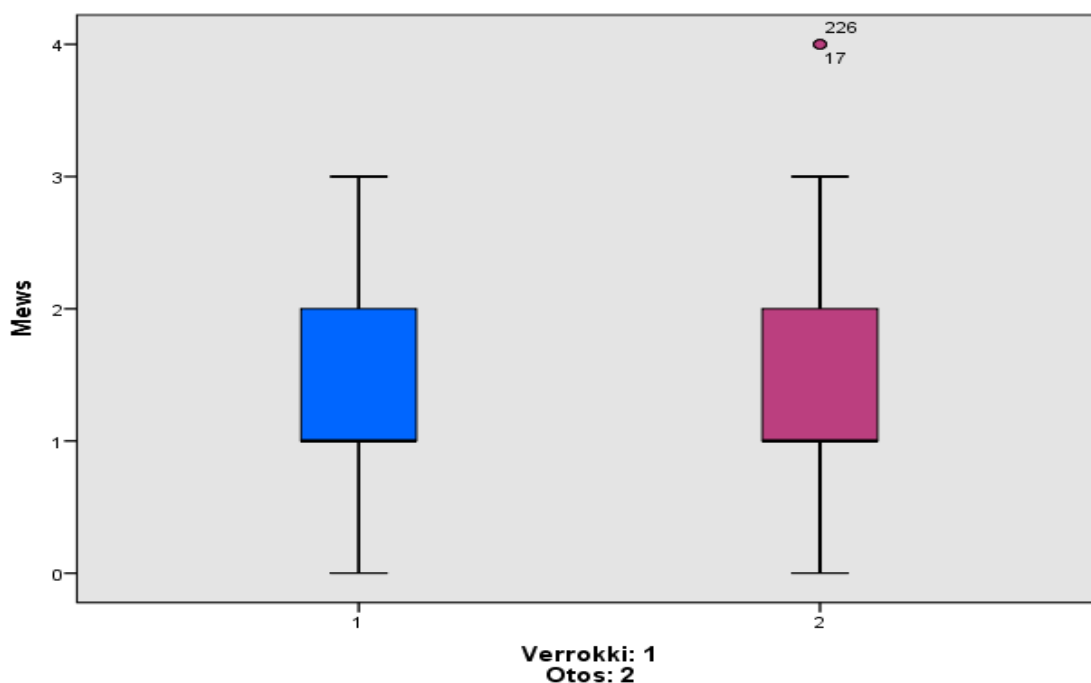
Tutkimusjoukosta 95,6 %:lla (n=260) ei ollut DNR-päätöstä. Beetasalpaajalääkitys oli käytössä 52,2 %:lla (n=142). Vuodeosasto oli ensimmäisenä hoitopaikkana 42,3 %:lla (n=115) ja päivystyspoliklinikka 57,7 %:lla (n=157) tutkimusjoukosta.

Otosryhmästä MET-hälytys oli tehty 8,3 %:lle (n=2), DNR-päätös 16,7 %:lle (n=4), päivystyksellinen leikkaus 66,7 %:lle (n=16) ja päivystävän lääkärin tilanarvio 4,2 %:lle

(n=1). Otosryhmästä 16,7 % (n=4) siirtyi teho- ja valvontaosastoille muusta kuin postoperatiivisesta syystä ja 16,7 % (n=4) menehtyi. Menehtyneistä 75,0 %:lla (n=3) oli DNR-päätös. Ilman MET -hälytystä teho-osastolle tai valvontaan siirtyi 16,7 % (n=4) tutkimusjoukosta. Otosryhmästä 45,8 % (n=11) siirtyi jatkohoitoon ja 37,5 % (n=9) kotiutui.

Tutkimusjoukon MEWS-pisteiden keskiarvo oli 1 piste (Md=1 piste, sd=1 piste). Matalin pistearvo oli 0 pistettä ja suurin 5 pistettä. Verrokkiryhmän MEWS-pisteiden keskiarvo oli 1 piste (Md=1 piste, sd=1 piste). Matalin pistearvo oli 0 pistettä ja suurin 5 pistettä. Otosryhmän MEWS-pisteiden keskiarvo oli 2 pistettä (Md=1 piste, sd=1 piste). Matalin pistearvo oli 0 pistettä ja suurin 4 pistettä.

Taulukko 12. MEWS-pisteiden jakautuminen otos- ja verrokkiryhmissä.



8 Johtopäätökset

Tuloksia analysoitaessa todettiin, että mittaustuloksissa ei ollut silmämääräisesti tarkasteltuna suuria eroja verrokki- ja otosryhmien välillä. Eniten hajontaa oli hengitystauuudessa ja happisaturaatiossa.

Tulosten luotettavuuden arvioissa käytettiin Mann-Whitneyn U-testin P-arvoja, joiden perusteella todettiin, että tässä opinnäytetyössä kerätyllä aineistolla ei yksinään ole tilastollista merkitsevyyttä (Liite 6).

9 Opinnäytetyön eettisyys

Koska opinnäytetyön tulee olla eettisesti kestävä, noudatettiin siinä tutkimuseettisen neuvottelukunnan hyvän tieteellisen käytännön ohjeita (TENK 2012) sekä hoitotyön eettistä arvopohjaa. Vastuu eettisyydestä on paitsi itseä ja muita, myös yhteiskuntaa ja tiedeyhteisöjä kohtaan. (Leino-Kilpi 2009: 361, 368.) Ryhmän jäsenet sitoutuivat ottamaan vastuun opinnäytetyöhön liittyvistä eettisistä ratkaisuista. Koska tutkimuksen lähtökohtana tulee olla yleisen hyvän tekeminen (Sarvimäki 2009: 14), oli opinnäytetyön perimmäinen pyrkimys edistää potilasturvallisuutta.

Työn tausta-aineistona tulee käyttää tieteellisesti ja eettisesti kestäviä lähteitä tiedonhankinta-, tutkimus-, raportointi- ja analyysivaiheissa. Työn tekijöiden tulee pyrkiä työsään rehellisyyteen, avoimuuteen ja kokonaisvaltaisuuteen. Aikaisemmin julkaistuille tutkimuksille tulee antaa niiden ansaitsema arvo. Opinnäytetyö tulee julkaista ja tuloksista tulee raportoida avoimesti ja asianmukaisesti. Kaikki mahdolliset sidonnaisuudet, esimerkiksi rahoituslähteet, tulee ilmoittaa. (TENK 2012: 6.) Tässä opinnäytetyössä ei ollut rahoituslähteitä eikä sidonnaisuuksia. Valmis opinnäytetyö tarkastettiin oppilaitoksen periaatteiden mukaisesti plagiointiseula Turnitin:n avulla.

Arkaluontoisia tietoja sisältävän ja tutkimusluvan vaativan tutkimuksen tekemiseen osallistuvan on annettava vaitiolositoumus (Kuula 2006, 131), jollaisen myös opinnäytetyön tekijät allekirjoittivat. Salassapitovelvollisuus satoi kaikkia ryhmän jäseniä koko prosessin ajan (Laki terveydenhuollon valtakunnallisista henkilörekistereistä 556/1989).

LT Nurmi haki Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin (HUS) eettisen toimikunnan lupaa tutkimukselle. Puoltava päätös liitettiin HUS:n tutkimuslupalautakunnan tutkimuslupa-anomukseen. Lopullisen tutkimusluvan myönsi Helsingin seudun yliopistollisen keskussairaalan (HYKS) tulosityksikön johtaja. Julkisuuslain 28 §:ään ja siinä mainittuihin edellytyksiin nojaten HUS:n eettinen toimikunta puolsi tapauksessa tarvetta saada haltuun tietoja salassa pidettävästä asiakirjasta. Opinnäytetyön luvan myöntäjä tallensi tiedot tutkimusluvista Tietu-järjestelmään, jonne myös opinnäytetyö liitetään sen valmistuttua.

Tutkimushenkilöiden oikeudet määritellään sekä laissa että asetuksessa lääketieteellisestä tutkimuksesta. Tutkimushenkilöiden oikeuksia tulee valvoa koko prosessin ajan. (Leino-Kilpi 2009: 368.) Työ tehtiin aiheuttamatta vahinkoa tutkittaville. Tutkimushenki-

löiden ja kollegojen ihmisarvoa kunnioitettiin. Tutkimusryhmän jäseniä kohdeltiin tasa-arvoisesti ja kannustavasti.

Tutkimushenkilöiksi suostuneiden osallistuminen perustui vapaaehtoisuuteen. Ennen mittauksen suorittamista heille kerrottiin mahdollisuudesta kieltäytyä tutkimuksesta tai keskeyttää se missä vaiheessa hyvänsä. Tutkimuksesta kieltäytyminen tai sen keskeyttäminen ei vaikuttanut potilaan kohteluun tai hoidon laatuun. Potilaalle ei saa aiheutua tutkimuksesta hoidon laadun muutoksia, rasisitusta, vaaraa tai kipua (Leino-Kilpi 2009: 367–368). Potilaita ei häiritty tutkimuksen vuoksi ruokailun tai hoitotoimenpiteen aikana. Hoito oli keskeytyksetöntä, eikä opinnäytetyön toteutus aiheuttanut siihen hidasteita. Mittaustilanne pyrittiin toteuttamaan potilaan kannalta mahdollisimman miellyttävästi. Haasteita aiheutti joidenkin potilaiden kyvyttömyys kommunikointiin, eikä heidän tahdostaan osallistua tutkimukseen voitu olla varmoja. Tällaisten potilaiden kohdalla paikalla ollut omainen sai päättää tutkimukseen osallistumisesta. Muussa tapauksessa potilas jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle. Potilaan ollessa estynyt allekirjoittamaan suostumuslomakkeen todennettiin tahto tutkijoiden allekirjoituksilla.

Potilaan tulee saada tietoa tutkimuksesta omalla äidinkielellään (Leino-Kilpi 2009: 367–368). Potilailta kerättiin tutkimusta varten kirjallinen suostumus (Liitteet 2a ja 2b), jonka yhteydessä heitä informoitiin standardoidusti suullisesti ja kirjallisesti joko suomen- tai ruotsinkielellä (Liitteet 3a ja 3b). Kysymyksiin pyrittiin vastaamaan kattavasti. Muut kuin suomea tai ruotsia äidinkielenään puhuvat potilaat rajattiin ulos tutkimuksesta.

Jotta tutkimus kyettiin suorittamaan riittävässä laajuudessa, kerättiin tutkimushenkilöiltä henkilöturvatonukset. Ne muunnettiin tunnistelistaksi, jossa kutakin henkilöturvatonusta vastasi tutkimusnumero. Tämä takasi tutkimushenkilöiden anonymiteetin. Henkilötietolakiin 523/1999 nojaten henkilötiedot sisältäviä asiakirjoja säilytettiin tutkimusprosessin ajan niille varatussa tilassa. Lisäksi pääsy potilasasiakirjoihin oli vain nimetyillä henkilöillä. Tietojen käsittely tapahtui kontrolloidusti ja vain tutkimukseen liittyvästä tarpeesta. Potilaan henkilökohtaisia tietoja käsiteltiin ainoastaan siltä osin, kuin oli tutkimuksen kannalta perusteltua. Tutkimustuloksia analysoitaessa tietoja käsiteltiin tutkimusnumeroiden avulla. Tutkimusta varten kerätyt henkilötiedot hävitettiin prosessin päätyttyä.

10 Opinnäytetyön luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa kiinnitetään huomiota teoriapohjan, tiedonkeruun, mittausmenetelmän sekä tulosten luotettavuuden arviointiin. Tulosten luotettavuus riippuu mittausmenetelmän luotettavuudesta. Kaikki tiedonkeruulomakkeeseen tarvittavat tiedot ja muut tutkimuksessa käytettävät mittarit valitaan taustateoriaan perustuen. (Paunonen - Vehviläinen-Julkunen 1997.) Opinnäytetyössä pyrittiin luotettavuuteen rakentamalla kattava teoriapohja. Lähteinä käytettiin kansainvälisesti arvostettuja julkaisuja, aikaisempia aiheeseen liittyviä tutkimuksia ja artikkeleita sekä tietokirjallisuutta. Teoriatietoa etsittäessä pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita julkaisuja.

Mittausmenetelmien pysyvyys tulee taata yhdenmukaistamalla mittaustilanteet. Virhelähteet pyritään minimoimaan huomioimalla niiden mahdollisuudet tiedonkeruulomakkeessa. (Paunonen - Vehviläinen-Julkunen 1997.) Mittausten suorittamista varten laadittiin ohjeet, joita työparit noudattivat. Mittausvälineiden käyttö opetettiin jokaiselle ryhmän jäsenelle. Tutkimushenkilöiden haastattelu suoritettiin standardoidusti. Näin lisättiin tutkimuksen reliabiliteettia ja validiteettia eli luotettavuutta ja toistettavuutta, jotka ovat kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa käytettäviä määreitä (Metsämuuronen 2006: 115, 116). Koko opinnäytetyöryhmä sitoutui rehellisyyteen ja huolellisuuteen tarkkuutta vaativassa tutkimustyössä. Kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuutta lisää potilaan haastattelemine ja tutkimine henkilökohtaisesti (Heikkilä 2001: 20). Näin toimiti myös tässä opinnäytetyössä.

Tutkimustulosten analysointivaiheessa hyödynnettiin kaikkea kerättyä materiaalia. Tulokset kerättiin Excel -taulukoon, johon potilaat merkittiin tutkimusnumeroin. Henkilötunnus merkittiin taulukoon ilman loppuosaa anonyymiteetin takaamiseksi. Tuloksia käsiteltäessä käytettiin kaksoistarkistusta.

Tutkimustuloksissa pyritään ennustevaliditeetin täyttymiseen (Paunonen - Vehviläinen-Julkunen 1997). Tällöin tulosten perusteella pystyttäisiin tunnistamaan kriittisesti sairas potilas vuodeosastolla. Myöhemmin tutkimuksen luotettavuutta voidaan analysoida konvergenttivaliditeetilla. Tämä tarkoittaa, että samaa mittaavat asiat korreloivat keskenään. (Metsämuuronen 2006: 119.) Kun fotopletysmografisignaali saadaan luettavaan muotoon, on mahdollista tarkastella konvergenttivaliditeettia havainnoimalla fotopletysmografisignaalin ja MEWS-pisteiden korrelaatiota.

11 Pohdinta

Opinnäytetyöprosessi aloitettiin aiheen taustakartoituksella. Jokainen opinnäytetyöryhmän jäsen oli alusta asti aktiivisesti mukana työskentelyssä, eikä materiaalin kerääminen tuottanut ongelmia. Useiden kirjoittajien tuotosten yhdistäminen yhdeksi sujuvaksi tekstiksi ei kuitenkaan ollut ongelmatonta. Asiasisältöjä, tekstiviitteitä ja lähde-merkintöjä jouduttiin tarkistelemaan jälkikäteen, mikä teetti työtä. Ryhmän sisäinen kommunikaatio koettiin eri kommunikaatiokanavien ansiosta melko sujuvaksi.

Ryhmä koki haastavana prosessinhallinnan. Erityisesti tutkimuslupa-asiat tuntuivat haastavilta, ja niiden aikataulua viivyttävä vaikutus harmitti. Jälkeenpäin pohdittiin, olisiko mittaukset saatu aiemmin käyntiin tutkimuslupaprosessia jouduttamalla, ja olisiko tällä ollut vaikutusta tutkimusjoukon lopulliseen kokoon. Tutkimuslupaprosessissa noudatettiin kuitenkin normaalikäytänteitä, eikä prosessin jouduttaminen olisi ollut mahdollista.

Opinnäytetyöryhmän mielestä tutkimustyö Meilahden sairaalassa oli kiinnostavaa ja pääosin sujuvaa, muttei täysin ongelmatonta. Osastoilla toimiminen koettiin jouhevaksi ja vastaanotto ystävälliseksi. Osastoilla ei opinnäytetyöryhmästä riippumattomasta syystä pääosin ollut etukäteen tietoa tutkimuksesta ja osastoinformointiin olisi toivottu parannusta. Opinnäytetyötä ohjaava lääkäri Nurmi oli koko opinnäytetyöprosessin ajan hyvin tavoitettavissa ja ongelmatilanteet ratkaistiin nopeasti.

Itse mittaustilanne koettiin hyvin valmistelluksi ja sen vuoksi mutkattomaksi. Muutamien tutkimushenkilöiden kohdalla peruselintoimintojen arvoja oli jäänyt kirjaamatta, minkä ei kuitenkaan uskota vaikuttaneen lopputuloksiin. Myös teknologian kanssa oli ongelmia; fotopletysmografisignaalia keräävä tietokone jouduttiin toisinaan uudelleenkäynnistämään aallon muodon muuttuessa huonolaatuiseksi. Myös pulssioksimetrin toimivuutta pohdittiin. LT Nurmen konsultoinnin jälkeen päädyttiin kuitenkin yhtenäisyyden nimissä jatkamaan mittauksia samalla laitteella. Potilaiden yksityisyyden suojaaminen oli toisinaan hankalaa kookkaista potilashuoneista johtuen ja osa käydyistä keskusteluista kuului väistämättä viereisille potilaspaikoille.

Jälkikäteen opinnäytetyöryhmässä mietittiin tutkimusjoukon kokoa ja otosryhmän edustavuutta. Tutkimushenkilöiden määrän kohdalla tavoitteesta jäätettiin 28 henkilön verran. Asian merkitysvyydestä ei oltu täysin yksimielisiä. Otosryhmään ottamisen kriteerejä

pohdittiin. Erityisesti epäilyksiä aiheutti se, saattoiko yksittäisellä mittaustuloksella ja seitsemän päivän kuluttua tapahtuneella interventiolla olla yhteyttä.

Kerätty fotopletysmografisignaali tullaan tulevaisuudessa muokkaamaan luettavaan ja vertailtavaan muotoon. Tulevaisuuden tutkimuskohteeksi jää fotopletysmografisignaalin ja tässä opinnäytetyössä kerättyjen muuttujien korrelaation tutkiminen FPG:n luotettavuuden arvioimiseksi. Mahdolliseksi kehityshaasteeksi muodostuu menetelmän laajempi käyttöönotto ja terveydenhuoltohenkilöstön perehdyttäminen aiheeseen. Koska tämän opinnäytetyön pohjalta ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä FPG:n luotettavuudesta, suosittelee opinnäytetyöryhmä toistaiseksi tiheää peruselintoimintojen mittaamista, hoitajien kouluttamista tehokkaampaan kriittisesti sairaan potilaan tunnistamiseen peruselintoimintojen muutoksen perusteella ja hoitajien rohkaisemista MET-hälytysten tekoon aiempaa matalammalla kynnyksellä. Tehtyjen taustaselvitysten perusteella FPG koettiin potentiaalisena tulevaisuuden mahdollisuutena.

Mainituista ongelmista ja mietinnöistä huolimatta opinnäytetyöryhmä koki, että prosessi oli kokonaisuutena mielekäs ja hyödyllinen. Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Ryhmähenki oli koko prosessin ajan hyvä, eikä ryhmän suurta kokoa koettu ongelmalliseksi, vaan pikemminkin työkuormaa helpottavana asiana.

Lähteet

Alaspää, A. & Holmström, P. 2009. Potilaan tutkiminen. Teoksessa Kuisma, M. – Holmström, P. – Porthan, K. (toim.). Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Allen, J. 2007. Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement. *Physiological measurement* 28. R1-R39.

Bellomo, R. – Ackerman, M. – Bailey, M. – Beale, R. – Clancy, G. – Danesh, V. – Hvarfner, A. - Jimenez, E. – Konrad, D. – Lecardo, M. – Pattee, KS. – Ritchie, J. – Sherman, K. – Tangkau, P. 2012. A controlled trial of electronic automated advisory vital signs monitoring in general hospital wards. *Critical Care Medicine* 40 (8).

Bjålie, J. – Haug, E. – Sand, O. - Sjaastad, Ø. – Toverud, K. 1999-2009. Ihminen – Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.

Castrén, M – Kinnunen, A. – Paakkonen, H. – Pousi, J. – Seppälä, J. – Väisänen, O. 2002. Ensihoidon perusteet. Keuruu: Otavan kirjapaino OY.

Cioffi, J. – Salter, C. – Wilkes, L. – Vonu-Boriceanu, O. – Scott, J. 2006. Clinicians' responses to abnormal vital signs in an emergency department. *Australian Critical Care* 19 (2).

Cussiara, R. – Miller, E. - Gerald-Reves, J. - Roizen, M. - Savarese, J. 2000. Anesthesia. USA.

Cuthbertson, B. – Massourd, B. – McKie, L. – Aucott, L. – Prescott, G. 2007. Can physiological variables and early warning scoring systems allow early recognition of the deteriorating surgical patient? *Critical Care Medicine* 35 (2).

Heikkilä, T. 2001. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Oy Edita Ab.

Henkilötietolaki 523/1999.

Hiltunen, E. - Holmberg, P. - Jyväskylä, E. - Kaikkonen, M. – Lindblom-Yläne, S. - Nienstedt, W. - Wähälä, K. (toim.) 2009. Galenos - johdatus lääketieteen opintoihin. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Holmström, P. 2012. Sydämen ja verenkierron sairaudet. Teoksessa Vauhkonen, I. - Holmström, P. (toim.). Sisätaudit. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Hoppu, S. – Kalliomäki, J. – Pehkonen, V. – Haapala, H. – Nurmi, E. – Tenhunen J. 2011. Kolmasosa sydänpysähdyspotilaista jäi ilman peruselvytystä yliopistollisessa sairaalassa. *Suomen Lääkärilehti* 66.

Kantola, T. - Kantola, T. 2013. Medical Emergency Team (MET) - Apua osastolle elvytystä kevyemmin perustein. *Finnanest* 46 (3).

Kuisma, M. - Holmström, P. - Nurmi, J. - Porthan, K. - Taskinen, T. 2013. Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kuula, A. 2006. Tutkimusetiikka. Tampere: Vastapaino.

Laki terveydenhuollon valtakunnallisesta henkilökisteristä 556/1989.

Leino-Kilpi, H. 2009. Hoitotyöntekijä ja tutkimusetiikka. Teoksessa Leino-Kilpi, H. - Välimäki, M. Etiikka hoitotyössä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Luomanmäki, K. – Elonen, E. – Vuoristo, M. 2001. Meilahden akuuttihoito-opas. Helsinki: Duodecim.

McQuillan, P. – Pilkington, S. – Allan, A. – Taylor, B. – Short, A. – Morgan, G. – Nielsen, M. – Barrett, D. – Smith, G. – Collins, CH. 1998. Confidential inquiry into quality of care before admission to intensive care. *BMJ* 316.

Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Helsinki: International Methelp.

Middleton, P. & al. 2011. Peripheral photoplethysmography variability analysis of sepsis patients. *Medical & Biological Engineering & Computing*.

Mitchell, J. – Subramaniam, B. 2010. Pulse pletysmography derived noninvasive measures of volume replacement. *International anesthesiology clinics* 48 (1).

Nienstedt, W. – Hänninen, O. - Arstila, A. – Björqvist, S. 2009. Ihmisen Fysiologia ja Anatomia. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Nurmi, J. - Harjola, V.P. - Nolan, J. - Castrén, M. 2005. Observations and warning signs prior to cardiac arrest. Should a medical emergency team intervene earlier? *Acta Anaesthesiol Scand* 49.

Odell, M. – Victor, C. – Oliver, D. 2009. Nurses' role in detecting deterioration in ward patients: systematic literature review. *Journal of Advanced Nursing* 65 (10).

Paunonen, M. - Vehviläinen-Julkunen, K. 1997. Hoitotieteen tutkimusmetodiikka. Helsinki: WSOY.

Prytherch, D. – Smith, G. – Schmidt, P. – Featherstone, P. – Stewart, K. – Knight, D. – Higgins, B. 2006. Calculating early warning scores – A classroom comparison of pen and paper and hand-held computer methods. *Resuscitation* 70.

Purling, A – King, L. 2012. A literature review: Graduate nurses' preparedness for recognising and responding to the deteriorating patient. *Journal of Clinical Nursing* 21 (23-24).

Rakesh, S. 2012. Noninvasive monitoring by photoplethysmography. *Clinics in perinatology* 39.

Reitala, J. 2002. Potilaan kohtaaminen ja tilan arviointi. Teoksessa Ensihoidon perusteet. Castrén, M. - Kinnunen, A. - Paakkonen, H. - Pousi, J. – Seppälä, J. - Väisänen, O. Ensihoidon perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

Rosenberg, B. - Alahuhta, S. – Lindgren, L. – Olkkola, K. – Takkunen, O. (toim.) 2006. Anestesiologia ja tehohoito. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino OY.

Saxon, R. 2005. The recognition and early management of critical illness. *Ann R Coll Surg Engl* 87.

Sarvimäki, A. 2009. Hoitotyön etiikka. Helsinki: Edita.

Shelley, K. 2007. Photoplethysmography: beyond the calculation of arterial oxygen saturation and heart rate. *Anesthesia & analgesia* 105 (6).

Silfvast, T. 1996. Siirto jatkohoitoon – mitä matkaevääksi, kuka matkakumppaniksi? *Duodecim*. 112 (6).

Skrifvars, MB – Nurmi, J. – Ikola, K. – Saarinen, K. – Castrén, M. 2006. Reduced survival following resuscitation in patients with documented clinically abnormal observations prior to in-hospital cardiac arrest. *Resuscitation* 70 (2).

Subbe, CP. - Kruger M. - Rutherford P. - Gemmel L. 2001. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa: Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje.

Tirkkonen, J. – Ylä-Mattila, J. – Olkkola, KT. – Huhtala, H. – Tenhunen, J. – Hoppu, S. 2012. Factors associated with delayed activation of medical emergency team and excess mortality: An Utstein-style analysis. *Resuscitation* 84 (2013).

HENGITYS	Hengitystie uhattuna Hengitystaajuus <8/min Hengitystaajuus >28/min SpO2 <90 % (lisähapella)
VERENKIERTO	Systolinen verenpaine <90 mmHg Pulssitaajuus <40/min Pulssitaajuus >140/min
NEUROLOGIA	Tajunnan tason äkillinen lasku Toistuva tai pitkittynyt kouristelu
MUU	Huoli potilaasta Teho-osastolta äskettäin siirretyn potilaan hoidon ohjaus

(Mukaillen Kantola - Kantola 2013.)

Tietokanta	Hakusanat	Osumat	Hyväksytyt otsikon perusteella	Hyväksytyt tiivistelmän perusteella	Hyväksytyt tekstin perusteella
PubMed	photoplethysmography AND analysis	359	10	0	1
	photoplethysmography AND noninvasive	128	2	2	1
	ward AND suboptimal care	72	12	3	1
	ward AND early warning signs	49	23	4	3
	nurses AND responding to deteriorating patient	10	7	2	1
	suboptimal care AND intensive care unit admissions	58	2	1	1
	nursing staff AND medical emergency team	241	12	2	2
	ihca AND prognosis	24	5	1	1
	modified early warning score	76	10	0	2
	early warning score accuracy	19	6	2	2
	modified early warning score AND photoplethysmography	1	1	0	1
	peripheral perfusion AND pulse oximetry AND temperature	11	3	2	1
	photoplethysmography AND pain AND autonomic nervous system	10	1	1	1
	Ovid Medline	photoplethysmography AND monitoring	19 735	45	2
photoplethysmography AND waveform AND clinical		3180	6	4	2
Medic	hätätilapotilaan tunnistaminen	286z	0	1	1

Tiedonkeruulomake

TILANARVIOINTILOMAKE				
1. Pp/kk/vvv _____		2. Kellonaika _____		3. Potilasno _____
4. Sukupuoli	4.1 Mies <input type="checkbox"/>	4.2 Nainen <input type="checkbox"/>		
5. Tupakointi	5.1 Kyllä <input type="checkbox"/>	5.2 Ei <input type="checkbox"/>		
6. Tajunta	6.1 Alert <input type="checkbox"/>	6.2 Voice <input type="checkbox"/>	6.3 Pain <input type="checkbox"/>	6.4 Unresponsive <input type="checkbox"/>
7. Verenpaine RR	7.1 Systolinen paine _____		7.2 Diastolinen paine _____	
	7.3 Ei saada mitattua <input type="checkbox"/>			
8. Pulssi _____				
9. Korvalämpö _____	10. Perifeerinen lämpö _____			
11. Hengitysfrekvenssi _____				
12. Saturaatio SpO2 _____	12.1 Sormi <input type="checkbox"/>		12.2 Muu. Mikä? _____	
13.1 Huoneilmalla <input type="checkbox"/>	13.2 Happiviikset <input type="checkbox"/>		13.3 Happimaski <input type="checkbox"/>	13.4 CPaP <input type="checkbox"/>
	13.2.1 L/min _____	13.3.1 Happiprosentti _____	13.5 BiPaP <input type="checkbox"/>	13.6 NIV <input type="checkbox"/>
			13.4.1 Happiprosentti _____	13.5.1 Happiprosentti _____
			13.6.1 Happiprosentti _____	
14. Iho	14.1.1 Lämmin <input type="checkbox"/>	14.1.2 Kylmä <input type="checkbox"/>	14.2.1 Kuiva <input type="checkbox"/>	14.2.2 Kosteaa <input type="checkbox"/>
15. NRS _____	15.1 Ei pysty kertomaan <input type="checkbox"/>			
16. Lämpöraja	16.1 Kämmen <input type="checkbox"/>	16.2 Ranne <input type="checkbox"/>	16.3 Kyynärvarsi <input type="checkbox"/>	16.4 Olkavarsi <input type="checkbox"/>
17. Kapillaaritäyttö	17.1 <2 s. <input type="checkbox"/>	17.2 2 - 5 s. <input type="checkbox"/>	17.3 >5 s. <input type="checkbox"/>	17.4 Ei testattu <input type="checkbox"/>
18. Mittaaja 1 _____				
18. Mittaaja 2 _____				

Potilaan suostumus suomeksi

HELSINGIN JA UUDENMAAN SAIRAANHOITOPIIRI
HELSINGFORS OCH NYLANDS SJUKVÅRDSDISTRIKT

Potilaan / Omaisen suostumus tutkimukseen osallistumisesta ja tutkimuksessa kerättyjen tietojen käyttämisestä

TUTKIMUS: Fotopletysmografian käyttö kriittisesti sairaiden potilaiden tunnistamisessa vuodeosastolla

Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja potilaalla / omaisella on oikeus kieltäytyä siitä milloin tahansa syytä ilmoittamatta. Kieltäytyminen ei vaikuta potilaan eikä omaisten kohteluun, asemaan tai hoitoon nyt tai vastaisuudessa. Luovutetut ja tutkimuksessa kerätyt tiedot käsitellään luottamuksellisesti ja tutkijoita velvoittaa salassapitovelvollisuus.

Olen saanut riittävästi sekä kirjallista että suullista tietoa kyseisestä tutkimuksesta. Suostun osallistumaan tutkimukseen ja siihen, että tutkimusryhmän jäsenet voivat tutustua potilasasiakirjoihin siinä laajuudessa, mitä tutkimus vaatii.

Paikka: _____ Aika: ____ / ____ 2013

Potilaan allekirjoitus

Suostumuksen vastaanottajan allekirjoitus

Potilaan nimi

Suostumuksen vastaanottajan nimi

Potilaan henkilötunnus

Omaisen allekirjoitus

Omaisen nimi

Potilaan suostumus ruotsiksi

HELSINGIN JA UUDENMAAN SAIRAANHOITOPAIKKA
HELSINGFORS OCH NYLANDS SJUKVÅRDSDISTRIKT

Patientens / anhörigas samtycke till medicinsk forskning och till användning av den insamlade informationen**FORSKNING: Bruk av fotopletysmografi för att identifiera svårt sjuka vårdpatienter**

Deltagandet är frivilligt och patienten / den anhöriga har rätt att i vilket skede som helst av forskningsprojektet avbryta deltagandet utan att meddela orsaken. Om Ni inte vill delta i projektet, inverkar detta inte på ert bemötande, er position eller på den vård Ni får nu eller i framtiden. Forskningsresultaten behandlas konfidentiellt och forskarna har tystnadsplikt.

Jag har fått tillräckligt skriftlig och muntlig information om forskningen. Jag ger mitt samtycke till forskningen och till det att forskarna kan sätta sig in i patientdokumenten i den utsträckning som krävs för forskningen.

Ort: _____ Tid: ____ / ____ 2013

Patientens underskrift

Forskarens underteckning

Patientens namn

Forskarens namn

Patientens personbeteckning

Anhörigs underskrift

Anhörigs namn



HELSINGIN JA UUDENMAAN SAIRAANHOITOPUURI
HELSINGFORS OCH NYLANDS SJUKVÅRDSDISTRIKT

TIEDOTE POTILAALLE / OMAISELLE TUTKIMUKSESTA:

Fotopletysmografian käyttö kriittisesti sairaiden potilaiden tunnistamisessa vuodeosastoilla

Hyvä potilas / omainen,

Pyydämme Teitä osallistumaan tutkimukseen, jossa selvitetään fotopletysmografian soveltuvuutta kriittisesti sairaiden vuodeosastopotilaiden tunnistamisessa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, soveltuisiko fotopletysmografia tunnistamaan aiempaa tehokkaammin ne potilaat, jotka tulevat tarvitsemaan tehohoitoa hoitajakson aikana. Tutkimukseen otetaan 300 vuodeosastolla hoidettavana olevaa potilasta.

Fotopletysmografia tarkoittaa verenkierron tarkkailua sormen tai korvalehden läpi johdetun valon avulla ja sitä käytetään rutiinimenetelmänä veren happipitoisuuden mittaamiseen. Tutkimuksessa fotopletysmografia-signaalia tallennetaan 5-10 minuutin ajan. Signaalista lasketaan myöhemmin erilaisia aaltomuotoa kuvaavia suureita. Lisäksi potilaan verenpaine, syketaajuus ja hengitystaajuus mitataan. Sairauskertomuksista selvitetään jälkikäteen onko kyseinen potilas tarvinnut tehohoidon menetelmiä hoitajakson aikana.

Kerättyä tietoa käytetään ainoastaan tutkimuskäyttöön eikä se vaikuta potilaan hoitoon. Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista eikä siihen osallistumatta jättäminen vaikuta potilaan hoitoon eikä oikeuteen saada hoitoa nyt tai tulevaisuudessa. Tutkimukseen osallistuvien potilaiden henkilötietoja käsitellään luottamuksellisesti eikä tuloksia raportoitaessa yksittäistä potilasta pysty tunnistamaan.

Lisätietoja tutkimuksesta antaa tutkimuksesta vastaava henkilö:

Jouni Nurmi, LT, erikoistuva lääkäri, p. 050 595 1576, jouni.nurmi@helsinki.fi
Anestesiologian, tehohoidon, ensihoidon ja kivunhoidon klinikka (ATEK), HUS



HELSINGIN JA UUDENMAAN SAIRAANHOITOPUORI
HELSINGFORS OCH NYLANDS SJUKVÅRDSDISTRIKT

INFORMATION TILL PATIENTEN / ANHÖRIG OM FORSKNINGEN:

Bruk av fotopletysmografi för att identifiera svårt sjuka vårdpatienter

Bästa patient/anhörig,

Vi ber Er delta i ett forskningsprojekt där vi undersöker genomförbarheten av fotopletysmografi för att identifiera svårt sjuka vårdpatienter som kommer att behöva intensivvård. Vi studerar 300 patienter som vårdas på bäddavdelning.

Fotopletysmografi innebär observering av blodcirkulation via ljus som leds genom finger eller öronslibb och metoden används i rutinuppföljning för att mäta blodets syrekonzentration. Fotopletysmografi-signalen registreras under 5-10 minuter. Ur signalen kalkyleras olika parametrar som beskriver vågrörelser. Dessutom mäts blodtryck, puls och andningsfrekvens. Senare utreds huruvida patienten har behövt intensivvård under vårdperioden.

Insamlad information används endast i forskningssyfte och den inverkar inte på vården av patienten. Det är frivilligt att delta i forskningen. Om Ni inte vill delta i forskningen, inverkar detta inte på Er vård eller rätten till vård nu eller i framtiden. Patienternas personuppgifter används konfidentiellt och enskilda patienter kan inte identifieras i rapporteringen av resultaten.

Ytterligare information om forskningen ger vid behov ansvarig forskare:

Jouni Nurmi, medicine doktor, specialiserande läkare
tel. 050 595 1576, jouni.nurmi@helsinki.fi

	VerenpaineSys- tolinen	Veren- paineDiastolinen	Pulssitaa- juus	Hengitysfrek- venssi	Happisatu- raatio
Mann-Whitney U	2577,500	2360,000	2472,000	2515,000	2252,500
Wilcoxon W	2853,500	2636,000	2772,000	32650,000	2528,500
Z	-,646	-1,261	-1,343	-1,172	-1,650
Asymp. Sig. (2-tailed)	,519	,207	,179	,241	,099