

Vertailututkimus
Potilassiirto- ja kuljetuspaarien
vaikutus ensihoitajien työergonomiaan

Risto Toivonen, tutkimusinsinööri, DI
Virpi Fagerström, tutkija, TtM, työfysioterapeutti

Helsingissä 6.9.2011

Sisällys

1. Johdanto	1
2. Tutkimuskysymykset ja tavoite	2
3. Aineisto	2
3.1. Koehenkilöt.....	2
3.2. Testatut parit.....	3
4. Menetelmät	4
4.1. Työsimulaatio	4
4.2. RPE	4
4.3. Lihassähköinen aktiivisuus - EMG	4
Mittauskalibraatio.....	5
4.4. REBA.....	6
4.5. Käytettävyyškysely	6
4.6. Tilastollinen analyysi.....	7
5. Tulokset	7
5.1. RPE -arviointi.....	7
5.2. EMG - Lihassähköinen aktiivisuus.....	8
5.3. Työasentoanalyysit.....	9
Maastanosto	9
Kantaminen.....	10
Liikkumisen apuvälineen asennus.....	11
Lastaus	12
5.4. Käytettävyyškysely	12
Parien käytettävyys eri työvaiheissa (VAS-arvionti).....	13
Parien käytettävyys SUS-menetelmällä arvioiden	14
5.5. Havaintoja ja ideoita tuotekehitykseen.....	14
6. Yhteenveto, johtopäätökset ja pohdinta	15
7. Kirjallisuus.....	16

1. Johdanto

Ensihoitajien työ on fyysisesti kuormittavaa. Ensihoitotyötä tekevät kokevat raskaimmiksi työvaiheikseen potilaan siirtämisen, nostamisen ja kantamisen hankalissa työolosuhteissa (Vehmasvaara, 2004). Työn fyysisillä kuormitustekijöillä on selkeä yhteys sekä naisten että miesten raportoituihin alaselän oireisiin ja vaivoihin. Naisilla työn fyysiset kuormitustekijät aiheuttivat myös niskahartia –alueen oireita (Aasa et al., 2005). Tutkimuksissa on myös saatu viitteitä siitä, että ambulanssityöntekijöillä on korkeampi kuolleisuus, enemmän työtaturmia ja terveyssyistä johtuvaa eläköitymistä kuin muilla sosiaali- ja terveysalan ammattiryhmillä (Stereund 2006).

Ensihoitajien työn fyysisiä kuormitustekijöitä ovat raskaat nostot ja siirrot ja hankalat työasennot (Videman 2005, Vehmasvaara 2004). Ensihoitajien yksilöllisillä tekijöillä, kuten fyysisellä kunnolla, lihavuudella, geneeillä, pituudella, lihasvoimalla ja iällä on vaikutusta siihen, kuinka ensihoitaja kokee fyysiset kuormitustekijät ja aiheuttavatko ne tuki- ja liikuntaelinsairautta yksilölle. Esimerkiksi yksilön tupakanpoltolla ja runsaalla alkoholin käytöllä on todettu olevan yhteys alaselkäsairauksien esiintyvyyteen. (Nelson 2006.) Myös ensihoitajan potilassiirtotaidot (Donbaek ym. 2000), työssäoloaika (Videman 2005) ja psykososiaaliset tekijät (Simon ym. 2008) vaikuttavat tuki- ja liikuntaelinvaivojen esiintyvyyteen.

Potilassiirroista johtuvia tuki- ja liikuntaelinvammoja voidaan ennaltaehkäistä ergonomisilla toimenpiteillä, kuten apuvälineiden käytön lisäämisellä. Etenkin toimenpiteissä, joissa työntekijöille opetetaan sekä potilassiirtotaitoja että siirtoapuvälineiden käyttöä on vahvaa tutkimusnäyttöä. (Bos ym. 2006.) Ergonomiset toimenpiteet vähentävät tuki- ja liikuntaelinvaivoista johtuvia sairauspoissaoloja paremmin (Pompeii ym. 2009, Tullar ym. 2010, Lim ym. 2011) kuin toimenpiteet, joissa työntekijälle annetaan yksittäistä työtekniikka- tai nosto-ope- tusta (Martimo ym. 2008).

Ensihoitotyössä potilaan siirtoon käytetään yleisesti potilaspärejä ja portaikoissa mahdollisesti kantotuolia. Ergonomisilla ja hyvin suunnitelluilla työvälineillä voidaan helpottaa fyysisesti kuormittavaa siirtotyötä (Conrad et al., 2008). Silti yleisesti käytössä olevien potilassiirto- ja kuljetusparien ergonomiassa on selviä puutteita ja eri potilaspäreillä ei ole havaittu olevan vaikutusta ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen. (Kluth & Strasser, 2006).

Potilaan kuljetus ja siirto parien avulla tiedetään olevan ensihoitajien raskaimpia työtehtäviä (Vehmasvaara 2004), mutta silti apuvälineratkaisut eri paarivalmistajilla ovat hyvin samanlaisia. Potilassiirto- ja kuljetusparit muodostuvat usein kuljetusalustasta ja pyörillä liikkuvasta rungosta, minkä jalakset taipuvat alustan alle, kun pari lastataan ambulanssiin. (Kluth & Strasser, 2006.) Ensihoitajien työkuormituksen vähentämiseksi, parit liu'utetaan lastausalustojen avulla ambulanssiin. Vaativassa ympäristössä, kuten ahtaissa portaissa ensihoitajat kantavat potilaat kuljetusalustalla, kunnes ympäristö mahdollistaa alustan kiinnittämisen kuljetusrunkoon ja pyörillä liikuttamisen.

Pensi Rescue Oy on kehittänyt potilassiirto- ja kuljetusparit (Pensi 2000MA), jossa pyörillä liikkuva kuljetusrunko on kiinteänä kuljetusalustassa ja parin lastaus tapahtuu sähkökäyttöisen Ergomy® lastausavustimen avulla. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eri potilassiirto- ja kuljetusparien vaikutusta ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen ja työergonomiaan.

2. Tutkimuskysymykset ja tavoite

Tutkimuksessa selvitettiin, millainen vaikutus potilassiirto- ja kuljetuspaareilla oli ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen ja työergonomiaan. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää potilassiirroissa käytettäviä työvälineitä, jotta ensihoitajien työkuormitusta voitaisiin vähentää ja työturvallisuutta ja työssä jaksamista lisätä.

Yksityiskohtaisimpina tutkimuskysymyksinä oli, millainen vaikutus paareilla oli ensihoitajien:

- fyysiseen kuormittuneisuuskokemukseen potilassiirto- ja kuljetustehtävässä?
- lihasaktivaatioon potilassiirto- ja kuljetustehtävän eri työvaiheissa?
- työasentoihin potilassiirto- ja kuljetustehtävän eri työvaiheissa?
- käytettävyysskokemuksiin?

3. Aineisto

3.1. Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui kymmenen ensihoitajaa (taulukko 1), eli viisi työparia. Yhtenä valintakriteerinä oli, että kutakin tutkimuksessa mukana olevaa parimallia olisi työssään käyttänyt ainakin yksi työpari.

Koehenkilöt osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja antoivat allekirjoitetun suostumuksensa tutkimustietojen hyödyntämiseen. Nykyisen terveydentilan selvityksessä kolme henkilöä (1 nainen, 2 miestä) vastasi, että heillä on tuki- ja liikuntaelinvaivoja. Mainitut vaivat olivat lanne-ristiselän alueen, niskan ja hartioden ja olkapään alueella. Vaivat eivät olleet estäneet henkilöiden ansiotyön tekemistä edeltävän 12 kuukauden aikana.

Taulukko 1. Tutkimukseen osallistuneiden koehenkilöiden sukupuoli, pituus, paino ja työkokemus. Taulukossa on esitetty keskiarvot ja vaihteluvälit.

	Ikä	Pituus	Paino	Työkokemus ensihoidotyössä
mies (n=6)	34 vuotta (30 - 43)	178 (171 - 183)	87 kg (76 - 100)	5,5 vuotta (1 - 9)
nainen (n=4)	32 vuotta (29 - 34)	166 cm (158 - 172)	71 kg (54 - 80)	5,5 vuotta (0 - 9)

3.2. Testatut parit

Tutkimuksessa oli mukana kolme parimallia: Ferno, Pensi 2000MA ja Stryker M1. Parien tärkeimmät fyysiset ominaisuudet on lueteltu taulukossa 2.

Taulukko 2. Testattujen parien ominaisuudet

Pensi 2000MA	Ferno	Stryker M1
Paino 32 kg -runko ja alusta komposiittia	Paino 48,5 kg - alusta 25 kg - runko 23,5 kg	Paino 50 kg - alusta 24 kg - runko 26 kg
- maakorkeus 20 cm	- maakorkeus 23 cm	- maakorkeus 18 cm
- pituus 190 cm	- pituus 193 cm	- pituus 197 cm
- leveys 55 cm	- leveys 58 cm	- leveys 56 cm
- painoraja 200 kg	- painoraja 181 kg	- painoraja 228 kg

Tutkimustehtävässä parit lastattiin ambulanssin paarialusta- ja kiinnitysolosuhteita vastaavaan pakettiautoon, jonka tavaratilaan oli asennettu ambulansseissa normaalisti käytössä olevalle korkeudelle parien vaatimat lastausalustat (kuva 1). Pensi lastausalustana oli Ergomy® lastausavustin.



Kuva 1. Tutkimuksessa mukana olleet parit a) Stryker b) Pensi c) Ferno. Taustalla pakettiauto, jonka tavaratilassa on asennettuna parien vaatimat lastausalustat. d) Ergomy lastausavustin Pensi parille. e) Alusta Ferno ja Stryker paareille.

4. Menetelmät

4.1. Työsimulaatio

Tutkimus suoritettiin Sastamalassa 18.-19.5.2011. Parien vertailu tehtiin simuloitussa ja vakioitussa työtehtävässä, jossa työparin tuli siirtää tarkasteluvuorossa olevalla paarilla 75 kg:n painoinen nukke kerrostalon toisesta kerroksesta alhaalla odottavaan ajoneuvoon. Kunkin työparin tuli suorittaa työsimulaatio yhdellä siirtomenetelmällä neljä kertaa siten, että parin jäsenistä kumpikin olisi kaksi kertaa parien jalkopäässä ja kaksi kertaa pääpuolella. Tarkasteltavien siirtomenetelmien järjestys arvottiin kullekin työparille erikseen. Samoin työparin jäsenten sijoittuminen parien jalkopäähän ja pääpuolelle oli satunnaistettu.

Työtehtävän alussa parit olivat kerrostalon toisessa kerroksessa porrastasanteella. 75 kg painoinen nukke oli asetettu paareille kuljetusvalmiiksi. Tehtävä alkoi työparin nostaessa parit lattialta ja lähtiessä liikkeelle. Tehtävä päättyi parien siirtämiseen ajoneuvon sisälle. Tehtävän alussa työparin tuli kullekin parimallille kerran siirtää itse nukke porrastasanteen vieressä olevan parvekkeen lattialta paareille ja asettaa nukke kuljetuskuntoon.

Suunnitelman mukaisesti yhdelle työparille simulaatioita olisi kertynyt 12 kappaletta. Tutkimuksen aikana todettiin tehtävän olevan hyvin kuormittava, joten tavoitetta vähennettiin kuuden simulaatioon. Tällöin työparista kumpikin olisi kerran jalkopäässä ja kerran pääpuolella kullakin tutkittavista paareista.

Työpareista yksi suoritti yhdeksän simulaatiota, kaksi työparia suoritti kuusi ja yksi työpari suoritti neljä simulaatiota. Yhteensä työtehtäviä tehtiin 25 kappaletta.

4.2. Fyysinen kuormittuneisuuskokemus - RPE

Koehenkilöiden fyysistä rasittumista työsimulaatiossa selvitettiin subjektiivisella RPE (Rating of Perceived Exertion, koettu räsitusaste) –kyselyllä (Borg 1970, Borg 1982).

Välittömästi tehtävän päättymisen jälkeen työpari vastasi kysymykseen "Miltä räsitus tuntuu nyt?". Vastauksen henkilöt antoivat ns. 15 portaisella Borgin -asteikolla, joka alkaa arvosta 6 ja päättyy lukuun 20. Asteikolle on kiinnitetty kuormitustasoa kuvaavia ilmaisuja helpottamaan vastausta. Koehenkilöillä oli vastatessaan nähtävillä A4-paperille tulostettu asteikko (kuva 2). Asteikon on todettu korreloivan fyysisen aktiivisuuden ja sydämen sykkeen kanssa (Borg 1990).

Miltä räsitus tuntuu nyt?

6	
7	Erittäin, erittäin kevyt
8	
9	Hyvin kevyt
10	
11	Kevyt
12	
13	Hieman rasittava
14	
15	Rasittava
16	
17	Hyvin rasittava
18	
19	Erittäin, erittäin rasittava
20	

Kuva 2. RPE-kysymykseen liitetty 15 portainen Borgin asteikko.

4.3. Lihassähköinen aktiivisuus - EMG

Työsimulaation aikaista voimankäyttöä ja liikuntaelimistön kuormittumista käytetyllä potilas-kuljetusparilla arvioitiin lihassähköisellä mittauksella (EMG, electromyography). Mittaukset tehtiin symmetrisesti kehon oikealta ja vasemmalta puolelta yläraajasta, hartiasta, ylä- ja ala-

selästä sekä reisistä. Mittauksessa käytettiin pintaelektrodeja (Ag/AgCl elektrodit, M-00-S, Blue Sensor, Medicotest, Ølstykke, Denmark) ja ns. bipolaarista elektrodiasettelua, jossa mittauselektrodien välimatka oli n. 2 cm. Elektrodien välinen keskikohta asetettiin (Zipp, 1982) ja (Hermens et al., 1999) suositusten mukaisesti lukuun ottamatta kyynärvarren elektrodeja (kanavat 1 ja 5), joissa käytettiin Toivonen et al. (1997) esittämää läpi kyynärvarren elektrodiasettelua.

Elektrodit asetettiin kahdelletoista mittauskanavalle seuraavasti:

- ch1, ch5 "Läpi kyynärvarren asettelu". Kyynärvarren ojentaja- ja koukistajalihasten päälle asennettu elektrodipari. Mittaus kuvaa kyynärvarren ja ranteen alueen voimankäyttöä, mm. puristusta.
- ch2, ch6 Hauislihas (m. biceps brachii) (maaelektrodi: joko kyynärvarren ulomman tai sisemmän sivunastan päällä)
- ch3, ch7 Epäkäslihaksen yläosa (m. trapezius pars descendes) (maaelektrodi: T4-nikama)
- ch4, ch8 Yläselkä (rector spinae longissimus Th 10)
- ch9, ch11 Alaselkä (Erector spinae longissimus L1)
- ch10, ch12 Reiden etuosa (Quadriceps Femoris muscle - rectus femoris)

Signaalit talletettiin ns. keskiarvoistetussa muodossa 10 Hz:n näytteenottotaajuudella ME6000 laitteistolla (Mega Elektroniikka Oy, Kuopio). Kaikki työsimulaatiot videoitiin, jolloin jälkikäteen voitiin poimia mittaus-signaalista kutakin simulaatiota vastaavat näytejonot.

Analyysissä mitta-aineistosta poimittiin erilleen kunkin parin aikaiset EMG-mittaukset. Analyysiin otettiin mukaan työsimulaation aika siitä hetkestä, kun työpari aloitti parin siirtämisen kerroksesta (parin nosto lattialta) siihen hetkeen, kun pari oli työnnetty sisälle ambulanssiin. Koehenkilöiden signaaleista laskettiin kullekin henkilölle keskimääräiset lihasaktiivisuustasot kullekin parille ja mittauskanavalle erikseen. Lopulta kaikkien koehenkilöiden kolmeen eri pariin liittyviä lihasaktiivisuustasoja verrattiin keskenään mittauskanavittain.

Mittauskalibraatio

Tutkimuksessa lihassähköisen aktiivisuuden vertailutasoina käytettiin kullekin henkilölle mittausjakson alussa määritetyjä maksimaalisia aktiivisuuksia (MVC-tasot, maximal reference voluntary contraction). Elektrodien kiinnityksen jälkeen, ennen työsimulaatioihin siirtymistä, koehenkilöt suorittivat ohjatusti testiliikkeitä (Konrad, P., 2005), joiden aikana lihasten maksimiaktiivisuudet rekisteröitiin. Testiliike (kuva 3) toistettiin kullekin lihasryhmälle kaksi kertaa, toistojen välissä oli n. puolen minuutin mittainen palautumisjakso. Kaikki testiliikkeet olivat staattisia (isometrisiä). Kyynärvarren, hauiksen, epäkäslihaksen ja reiden aktivoivassa testissä raajan tai kehonosan liikettä rajoitettiin kiristetyllä hihnalla (kuvat 3a-c). Kyynärvarren testissä koehenkilö pyrki vetämään kiristettyä hihnaa rannettaan taivuttamalla. Testi tehtiin kahdella tavalla siten, että kämmen oli sekä kohti kattoa, että kohti lattiaa. Näin saatiin aktivoitua erikseen ranteen koukistaja- ja ojentajalihakset. Hauiksen testiliike tehtiin lähes samalla asettelulla, mutta siinä koehenkilön kyynärvarsi oli irti alustasta, kyynärpää toimi tukipisteinä, ja koehenkilö pyrki vetämään kiristettyä hihnaa ylös ranteen ollessa suorana.

Hartialihaksien testiliikkeessä henkilö pyrki nostamaan hartioitaan ylös mahdollisimman voimakkaasti tuolin alapuolelle kiinnitettyjen hihnojen estäessä liikettä (kuva 3b).

Alaselän lihaksia aktivoivassa testissä henkilö pyrki vatsallaan maassa kurottamaan ylä- ja alaraajojaan mahdollisimman pitkälle yläviistoon (kuva 3d).



Kuva 3. Lihassähköisen mittaukseen liittyneet kalibraatioliikkeet, joilla pyrittiin aktivoimaan vaikuttava lihasryhmän maksimaalisesti. a) Haudis ja kyynärvarsi b) Epäkäslihaksen c) Reisi (nilkka kytketty tuolin jalkaan hihnalla) d) Alaselän lihakset.

Liikkeiden aikaisista emg-signaaleista poimittiin kanavittain suurimmat arvot, joita käytettiin analyysissä henkilön lihassähköisen aktiivisuuden vertailutasoina. Analyysissä lihassähköistä aktiivisuutta käsiteltiin prosentteina alkukalibraation aikaisesta vertailutasosta (%MVC).

4.4. Työasentojen havainnointi - REBA

Työasentoja arvioitiin videokuvasta tehtävällä REBA (Rapid Entire Body Assessment, Hignett, S., & McAtamney, L. (2000)) asentohavainnoinnilla. REBA menetelmässä työvaiheesta valitaan ensin kuormittavin työasento, joka sitten arvioidaan käyttäen menetelmässä annettuja asentokriteereitä. Kriteereitä on asetettu niskalle, alaraajoille, vartalolle, olkavarille, kyynärvarille ja ranteille. Lisäksi menetelmässä huomioidaan asentoon liittyvä voimankäyttö (esimerkiksi nostaminen) ja käsiteltävästä kappaleesta/työkalusta saatavan otteen laatu. Asennon aiheuttama kuormitus ilmaistaan luvulla, jonka skaala on 1-15. Luku 1 ilmaisee, että työasennon kuormitusriski on mitätön, kun taas luku 15 tarkoittaa, että kuormitusriski on erittäin korkea.

Analyysivaiheessa työtehtävä, nukuksen siirtäminen potilaskuljetusparin avulla toisesta kerroksesta ulkona olevaan ajoneuvoon, jaettiin neljään eri työvaiheeseen. Tutkittavien parien vaikutusta ensihoitajien työasentoihin arvioitiin parin maastanoston, kantamisen, liikkumisen apuvälineen asennuksen ja lastauksen aikana.

4.5. Käytettävyyskysely

Koehenkilöille lähetettiin kotiosoitteisiinsa n. kuukausi tutkimuksen jälkeen kirje, jossa oli tutkimuksessa mukana olleisiin paareihin liittyvä käytettävyyskysely (liite 1). Kyselyssä selvitettiin henkilöiden tuntemuksia testattujen parien käytettävydestä eri käyttötilanteissa (VAS-janat) sekä yleensä parien käytettävydestä (SUS-kysely). Kyselyssä pyydettiin lisäksi asettamaan parit paremmuusjärjestykseen testitilannetta ajatellen.

Käyttötilanteisiin liittyvä arvio parin käytettävyydestä merkittiin 100 mm:n mittaiselle, ns. VAS -janalle. Arvioitavia tilanteita olivat 1) nosto maasta, 2) kulku rapuissa, 3) kulku porrasteilla, 4) kulku ulkorapuissa ja 5) lastaus ajoneuvoon. Henkilö merkitsi janalle pystyviivan arvioitavaa tekijää parhaiten kuvaavaan kohtaan. Janan vasen reuna edustaa arviota "erittäin huono", oikea reuna arviota "erittäin hyvä".

Potilassiirtomenetelmien kokonaiskäytettävyyttä selvitettiin subjektiivisella SUS-kyselyllä (System Usability Scale) (Brooke 1996). Kymmenen osiota sisältävä kysely antaa yleiskuvan testihenkilöiden kokemasta tuotteen käytettävyydestä. SUS pistemäärä voi saada arvon 0 - 100. Pistemäärä yli 80 osoittaa tuotteen hyvää käytettävyyttä (arvosana A), ja vastaavasti alle 51 pisteen tulos osoittaa huonoa käytettävyyttä (arvosana F).

4.6. Tilastollinen analyysi

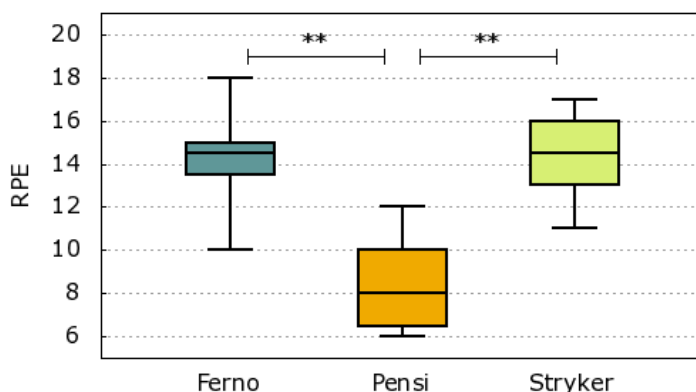
Aineiston tilastollinen analyysi on kokonaisuudessa tehty R-ohjelmistolla (R Development Core Team (2008)). Tilastollisissa analyyseissä on käytetty ei-parametrisia menetelmiä. Järjestysasteikollisten muuttujien pareittaisissa vertailuissa on käytetty Wilcoxon järjestyslukutestiä.

5. Tulokset

5.1. RPE -arviointi

Siirrettyään parin nukkeineen sisään ajoneuvoon työpari ilmoitti sillä hetkellä kokemansa kuormittuneisuuden tuntemuksen 15-asteikkoisella RPE asteikolla. Kaikkiaan arvioita kerättiin 20 kpl kullekin parille.

RPE -arvioiden jakaumat on esitetty kuvassa 4. Pensi -paareilla tehdyn potilaansiiirron jälkeen kirjatut RPE -arvot ovat merkittävästi alhaisemmat kuin Ferno ja Stryker -paareilla suoritettua siirron jälkeen kirjatut RPE -arvot. Ferno ja Stryker parien välillä ei ollut eroa rasittuneisuuden tuntemuksissa.

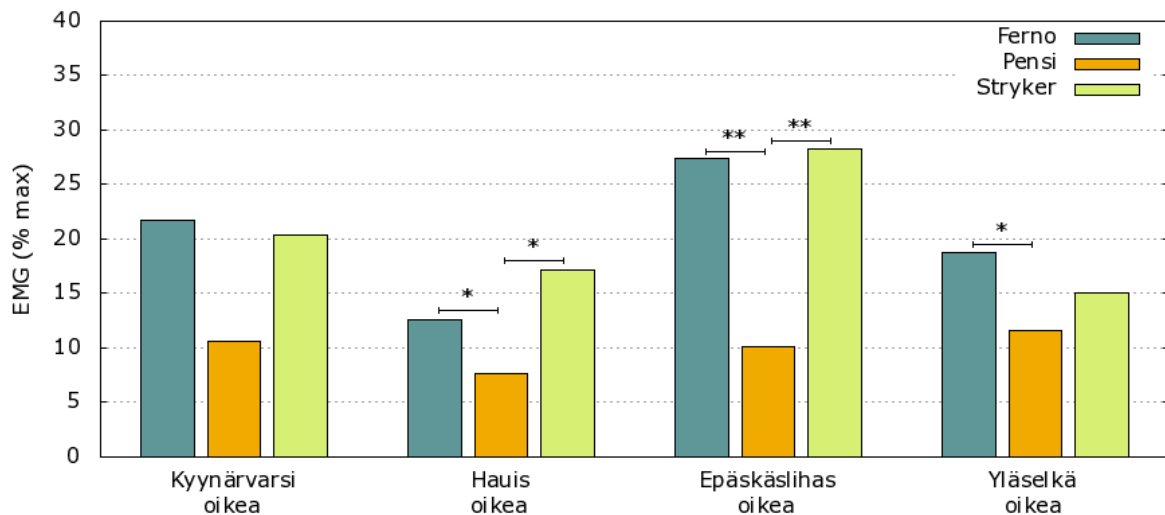


Kuva 4. RPE -arvioiden jakaumat paarityypeittäin. Jakaumaesityksessä laatikon keskellä oleva viiva kuvaa vastausten mediaania, laatikon ylä- ja alareuna määrittävät 1. ja 3. kvartiilin, viikset näyttävät vastausten minimi- ja maksimi-arvot. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnällä ** ($p < 0,01$)

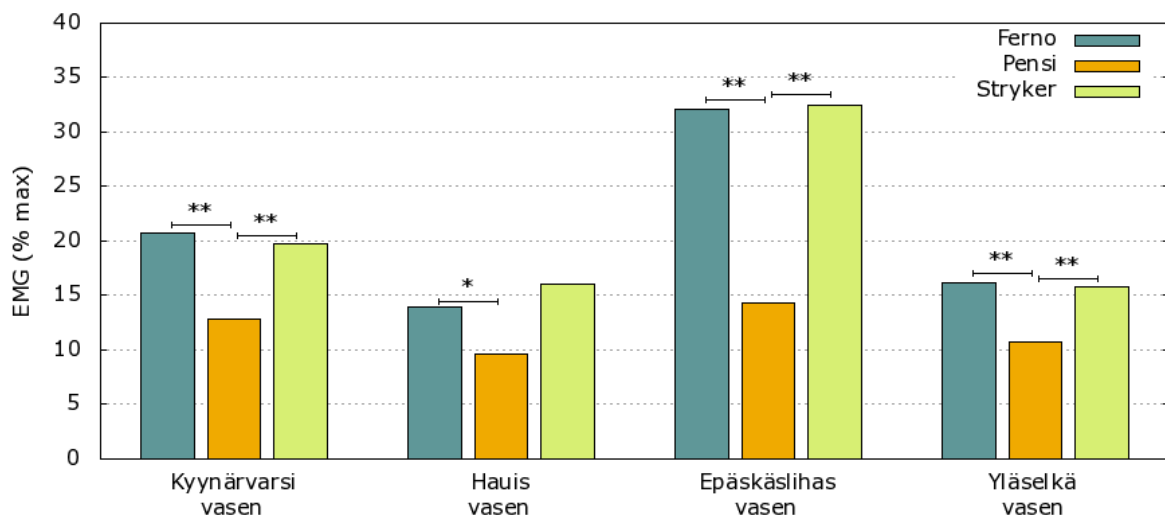
5.2. EMG - Lihassähköinen aktiivisuus

EMG-mittausten tuloksissa on verrattu työsimulaatioiden aikaisia keskimääräisiä aktiivisuustasoja eri mittauskanavissa. Työsimulaatioista ei otettu mukaan tilanteita, joissa nukke nostettiin parvekkeen lattialta paariin.

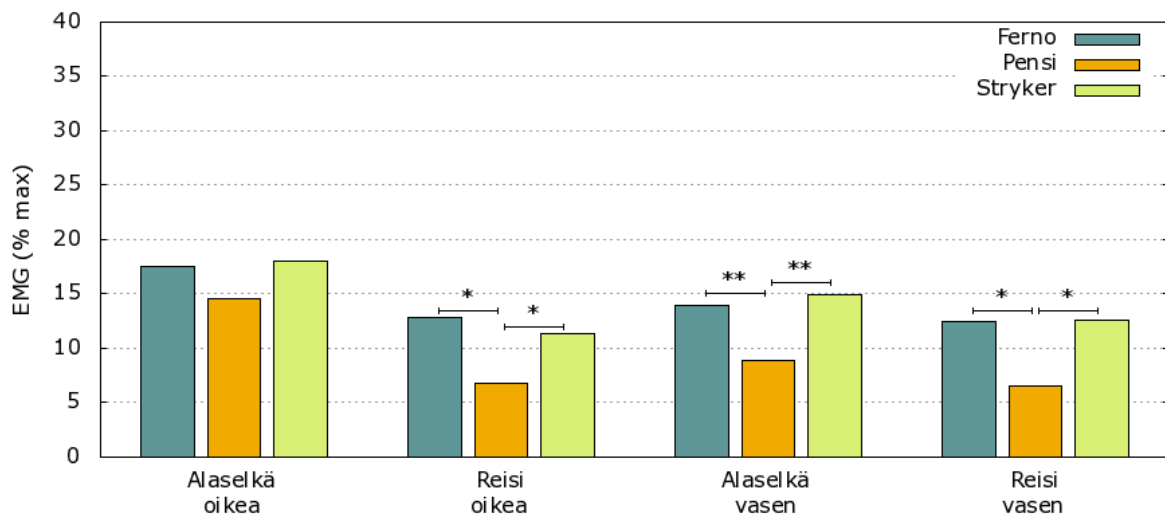
Kuvissa 5-7 on esillä koko tutkimusjoukosta lasketut keskimääräiset lihassähköisen aktiivisuuden tasot mittauskanavittain ja paareittain. Nähdään, että Pensi -parilla aktiivisuus oli kymmenessä mittauskanavassa vähäisempää kuin Ferno -paareilla. Stryker paariin verrattaessa aktiivisuus oli merkittävästi alhaisempaa kahdeksassa kanavassa ja etenkin selkähaksissa. Ferno ja Stryker parien välillä ei lihassähköisessä aktiivisuudessa ollut merkitseviä eroja.



Kuva 5. Lihassähköisen aktiivisuuden keskiarvot kehon oikealta puolelta. Keskiarvojen laskennassa ovat olleet mukana parin siirtämiseen sisältyvät kaikki työvaiheet. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnöillä * ($p < 0,05$) ja ** ($p < 0,01$).



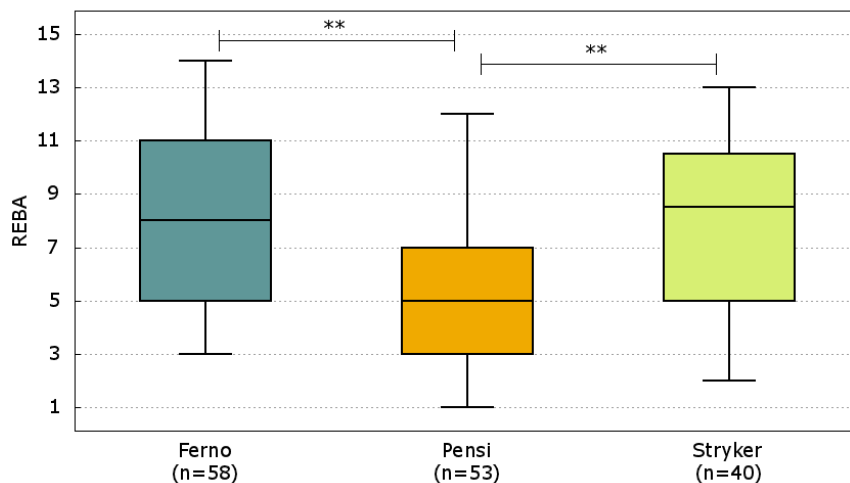
Kuva 6. Lihassähköisen aktiivisuuden keskiarvot kehon vasemmalta puolelta. Keskiarvojen laskennassa ovat olleet mukana parin siirtämiseen sisältyvät kaikki työvaiheet. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnöillä * ($p < 0,05$) ja ** ($p < 0,01$).



Kuva 7. Lihassähköisen aktiivisuuden keskiarvot alavartalosta. Keskiarvojen laskennassa ovat olleet mukana parin siirtämiseen sisältyvät kaikki työvaiheet. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnöillä * ($p < 0,05$) ja ** ($p < 0,01$).

5.3. Työasentoanalyysit

Ensihoitajan työvaiheen aikaista kuormittavinta työasentoa havainnoitiin REBA-menetelmällä. Yhteensä työasentohavainnoita tehtiin 141 kertaa kuuden eri hoitajan työasentoista 10 siirtotehtävän aikana. REBA menetelmällä arvioiden Pensi parilla työtehtävän asentokuormitus poikkesi tilastollisesti merkitsevästi Ferno ja Stryker -pareilla työskentelyn asentokuormituksesta (kuva 8).



Kuva 8. Ensihoitajien työasentojen (REBA) havaintojen jakaumat kolmea eri potilaankuljetusparia käyttäessä. Jakaumaesityksessä laatikon keskellä oleva viiva kuvaa vastausten mediaania, laatikon ylä- ja alareuna määrittävät 1. ja 3. kvartiilin, viikset näyttävät vastausten minimi- ja maksimiarvot. REBA arvion skaala on 1-15. Pienempi lukema kuvaa alhaisempaa työasennosta aiheutuvaa asentokuormitusta. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnällä ** ($p < 0,01$).

Maastanosto

Potilaskuljetuspari vaikutti ensihoitajien työasentoon, kun pari nostettiin maasta joko kantajien käsien varaan (Ferno / Stryker) tai parin jalasten varaan (Pensi) (Kuva 9). Pitkillä kuljetusmatkoilla Femolla tai Strykerilla siirrettäessä maastanostoa tuli useammin kuin Pensin paria käytettäessä. Syynä tähän oli joko kantajien voimien ehtyminen tai otteen lipeäminen.



Kuva 9. Tyypillisiä työasentoja maastanostossa työskenneltäessä eri paareilla.

Maastanoston työasentoon vaikuttavia tekijöitä olivat parin sijainti ensihoitajaan nähden, parin paino, henkilöiden lukumäärä nostotilanteessa tai parista johtuva toimintatapa.

Ferno tai Stryker

- pari oli joko vartalon takana tai edessä
- molemmat ensihoitajat nostivat, koska pyörillä liikkuva kuljetusrunko ei ollut mukana
- pari paino, koska se nostettiin kokonaisuudessaan ensihoitajien käsien varaan
- ensihoitajien yhteistyö ja oman kehon- sekä tasapainon hallinta, sillä kantajien tuli suorittaa maastanosto samanaikaisesti



Pensi

- pari oli ensihoitajan vartalon edessä
- vain toisen hoitajan täytyi nostaa, koska kuljetusrunko oli kokoontaitettava ja alustassa kiinteänä
- pari nousi jalasten varaan, jolloin toinen ensihoitaja saattoi avustaa taakan nostossa



Kantaminen

Työtehtävässä paria kuljetettiin tasaisella asfaltilla ja portaissa (Kuva 10, kuvasarja kantamisen vaiheista eri paareilla). Kuljetuksessa työasentoihin vaikuttivat parin sijainti ensihoitajaan nähden, parin paino, pituus ja rappusylinterin käyttö. Etenkin ahtaissa tiloissa Fernolla tai Strykerillä kuljetettaessa kääntymiseen tarvittiin tilaa, kun taas Pensipaarit oli tarvittaessa nostettavissa pystyasentoon. Pensipaarien nostaminen pystyasentoon tai rappusylinterin käyttö portaissa aiheutti paria ohjaavalle ensihoitajalle yläraajan asentoja, jotka REBA-menetelmällä tulkittiin asentokuormitusta lisääviksi. Pensiin rappusylinteri kevensi ensihoitajien työtä, mutta esteiden ylityksissä (esim. kynnyks) pyörien käyttö oli vaikeaa.



Kuva 10. Kuvasarja kantamisesta eri paareilla.

Liikkumisen apuvälineen asennus

Fernon tai Strykerin alusta asetettiin pyörillä liikkuvaan kuljetusrunkoon (kuva 11a), kun taas Pensin kuljetusrunko oli koko ajan alustassa kiinni. Kuljetusrunkoon kohdistaminen oli heikon näkyvyyden vuoksi vaikeaa. Tämän vuoksi ensihoitajien täytyi kumartua alustan alle ja samanaikaisesti nostaa alustaa, jotta se kiinnittyi runkoon. Kahvat, joiden avulla kiinnitys onnistui, olivat kuljetuskahvojen lähellä. Mikäli kantaja ei hallinnut kahvojen käyttöä, saattoi työvaihe viedä kohtuuttoman paljon aikaa ja kuormittaa työntekijää.

Pensin lisättiin rappulaskusylinteri, mikä oli ylimääräinen työvaihe Fernoon ja Strykeriin nähden (kuvat 11a ja 11b). Sylinterin kiinnitys tapahtui toispolvisseisonnassa tai kyykistyen (kuva 11c).



Kuva 11. a) Kuljetusrungon asentaminen Strykeriin ja b) Fernoon. c) Porraslaskusylinterin asentaminen Pensiin.

Lastaus

Lastausvaihe oli Pensin parissa sähköavusteinen, kun taas Ferno tai Stryker liu'utettiin työntämällä lastausalustaa pitkin (kuva 12). Fernossa ja Strykerissa lastausalustalle kohdistaminen vaati ensihoitajilta tarkkuutta ja käsikahvojen sujuvaa käyttöä, jotta kuljetusrungon mekanismi saatiin vapautettua. Lastausvaiheessa ensihoitajien täytyi nostaa parin jalkopäätä, jotta pari liukui alustaa pitkin. Tällöin hartiat kuormittuivat. Pensin lastauksessa oleellista oli pyörien lukituksen avaaminen ja alustan kiinnittäminen vetolaitteeseen, jotta lastauksen pystyi suorittamaan.



Kuva 12. Parien lastaus ambulanssiin. a) Pensin lastaus on koneellistettu Ergomy -tuotteella. b) Ferno ja Stryker pitää liuttaa lastausalustaa pitkin käsin kannatteleamalla.

5.4. Käytettävyyskysely

Käytettävyyskyselyyn palautettiin seitsemän täytettyä lomaketta. Vastaajista 5 ilmoitti käyttävänsä työssään Pensipaaria jatkuvasti, 1 melko usein ja 1 harvoin. Fernoa ilmoitti käyttävänsä työssään hyvin usein 3 henkilöä, yksi henkilö oli käyttänyt Fernoa harvoin. Strykeriä työssään jatkuvasti käytti yksi vastaaja, toinen oli käyttänyt Strykeria harvoin.

Vastaajista yksi henkilö oli tutustunut rappulaskusylinteriin työssään ja käyttänyt sitä harvoin. Ergomy -lastausavustinta oli kaksi henkilöä käyttänyt aikaisemmin työssään, toinen jatkuvasti.

Vastaajat arvioivat rappulaskusylinterin ja Ergomy -lastausavustimen hyötyä työssään asteikolla 1 -5 (1 = ei lainkaan hyötä, 5 = erittäin paljon hyötä). Vastausten keskiarvo rappu-

laskusylinterille oli 3,3 ja lastausavustimelle 3,1. Eli sanallisesti arvioiden vastaajat kokivat laitteista oleva kohtalaisesti tai paljon hyötyä.

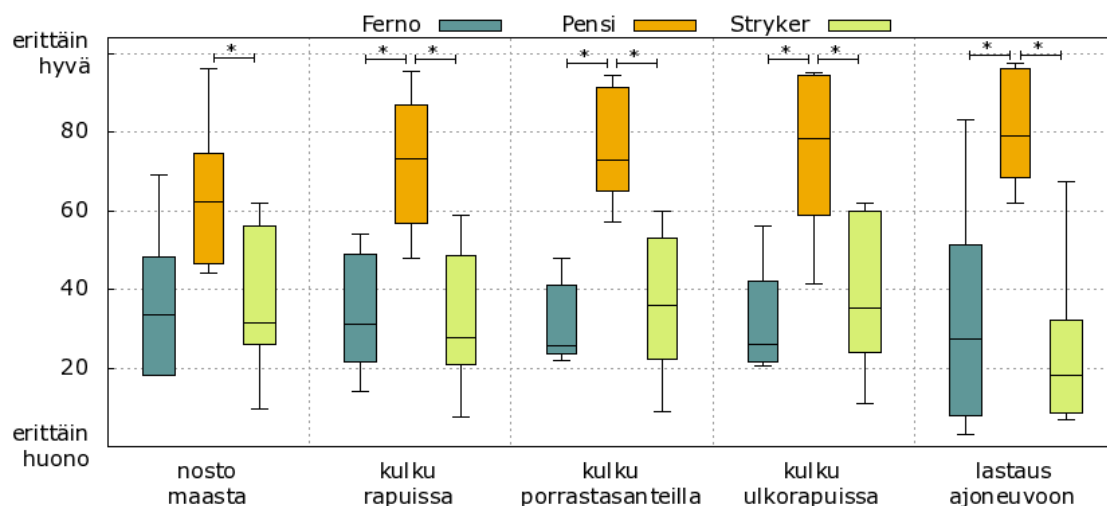
Perusteluina vastauksille oli mm. seuraavaa

- "Pensin etuna pakko mainita keveys."
- "Molemmat keventävät erityisesti, jos paareja käyttää yksin ja usein. Työparin kädet voi vapauttaa esim. ventiloimiseen. Tosin, jos potilasta ventiloidaan tms. paikalla on yleensä useampia yksiköitä."
- "Alueella, missä työskentelen on hyvin vähän kerrostaloja, muutaman portaan takia tuskin tulisi sylinteriä asennettua. Ergomy -tulisi tarpeeseen, lastauksen avuksi."
- "Rappusylinterille ei ole päivittäistä käyttöä, koska esim. hissi taloissa useimmiten on ja kantotuolilla tällöin pääsee. - Ergomy sen sijaan on jatkuvasti käytössä, vaatii myös tottumusta käyttöön."
- "Ei rasita selkää eikä käsiä juuri lainkaan. Etenkin lastaustilanne helpottuu huomattavasti."
- "Rappusylinteri keventää kantamistaakkaa huomattavasti. Lastausavustin auttaa myös autoon siirtymisessä."

Paarien käytettävyys eri työvaiheissa (VAS-arviointi)

Vastaajia pyydettiin arvioimaan tuotteiden käytettävyyttä potilassiirron eri tilanteissa. Arviointi tehtiin 100 mm VAS –janalle kullekin tilanteelle ja parille erikseen.

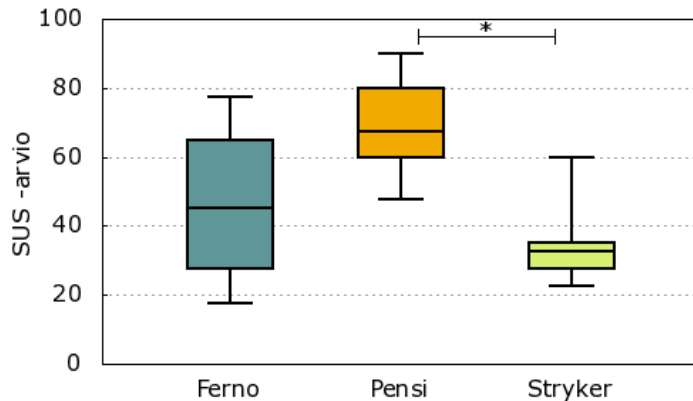
Vastausten (n=7) jakaumat on esitetty kuvassa 13. Viidestä arvioidusta tilanteesta neljässä Pensi –pari arvioitiin käytettävyydeltään merkitsevästi paremmaksi kuin Ferno tai Stryker –pari. Nosto maasta –tilanteessa vastauksissa tilastollisesti merkitsevä ero syntyi Pensi –parin ja Strykerin välille.



Kuva 13. VAS-arvioinnit (n=7) parien käytettävyydestä potilassiirron eri tilanteissa. Jakaumaesityksessä laatikon keskellä oleva viiva kuvaa vastausten mediaania, laatikon ylä ja alareuna määrittävät 1. ja 3. kvartiilin, viikset näyttävät vastausten minimi ja maksimiarvot. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnällä * ($p < 0,05$).

Paarien käytettävyys SUS-menetelmällä arvioiden

SUS –arviossa merkitsevä ero syntyi Pensi –parin ja Strykerin välille (kuva 14).



Kuva 14. SUS -arvioiden jakaumat paareittain. Kuvassa tilastollisesti merkitsevät erot (Wilcoxon) parien välillä on ilmaistu merkinnällä * ($p < 0,05$).

SUS -arvioiden keskiarvot paareille olivat Ferno = 45,0, Pensi = 68,9 ja Stryker = 34,3. Arvosanoilla A (paras) - F (huonoin) arvioiden Pensi-paarin käytettävyyden arvosana on luokassa C, Ferno ja Stryker jäävät arvosanaan F.

Paremmuusjärjestykseen asettaminen

Kyselyn lopussa vastaajia pyydettiin asettamaan parit paremmuusjärjestykseen (1., 2. ja 3.) ajatellen testitilannetta. Järjestysluku 1 tuli antaa parille, joka tuntui testitilanteessa mieluisimmalta ja 3. parille, joka oli vähiten mieluisa.

Vastaajista kaikki (7) asettivat Pensi-paarin ensimmäiseksi. Strykerin asetti toiseksi 4 henkilöä ja Fernon asetti toiseksi 3 henkilöä.

5.5. Havaintoja ja ideoita tuotekehitykseen

- kokoontaitettava liukulakana tai -lauta alustan alle, jotta potilaan siirtäminen horisontaalisesti joko maasta parille tai parilta toiselle alustalle (esim. hoitopöydälle) sujuu työntekijöiltä ergonomisesti
- jalansija runkoon, jotta pystyyn nostovaiheessa voi estää kippausta tai helpottaa parin asennon muuttamista takaisin vaakatasoon (kuva 15a). Jalansija helpottaisi parin eteenpäin työntöä pystyasennossa tai keventäisi ensihoitajien käsiin kohdistuvaa voimaa, kun pari lasketaan vaakatasoon.
- rappusylinterin kiinnitys vaatii tällä hetkellä tarkkuutta kohdistamisessa ja etusormipeukalo otteella puristamista → ratkaisu?
- huomiotarrat ja värikoodit kahvoihin tai vapautuspainikkeisiin
- pyörien liikkuvuus ahtaissa tiloissa kääntyessä. Miten parin kuljetus onnistuisi, jos jalkopään tai rappusylinterin pyörät olisivat kääntyvät?
- onko pienien pyörien koko (mm. halkaisija) ja kovuus parin etuosassa ja porrassylinterissä optimaalinen?
- käsikahvojen muoto ja istuvuus
- porrassylinterin paikka tai kuljetus, jos se ei ole käytössä?

- porraslaskusylinterin ääni
- Koulutustarpeita:
 - Pensi 2000MA parin käyttö: miten alustan asentoa muutetaan, miten käsikahvoja säädetään, mikä on optimaalisin yläraajojen asento rappusylinteriä käytettäessä
 - Työparin tehokas yhteistyö ja oikeat työasennot (esim. parin nostaminen pystyyn (kuva 15a), jalkaosan säätö paria kuljetuskuntoon valmisteltaessa (kuva 15b))
 - Käsien kohoasentojen välttäminen parin ollessa pystyssä (kuva 15c-d)
 - Kynnyksien ylittäminen sujuvasti (kuva 15e)



Kuva 15. Kuvia Pensi-parin käyttötilanteista. a) Parin nostaminen pystyyn b) Jalkaosan nosto c-d) Porrastasanteella hankalia yläraajan asentoja, e) Kynnyksen ylittäminen.

6. Yhteenvedo, johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksessa nähtiin, että parilla oli vaikutusta ensihoitajien fyysiseen kuormittuneisuuteen ja työergonomiaan. Pensin parit vähensivät ensihoitajien fyysistä kuormittuneisuuskokemusta ja selän lihasaktivaatiota sekä lisäsivät työasentojen ergonomiaa verrattuna Ferno tai Stryker paareihin. Lisäksi ensihoitajat kokivat Pensin parit käytettävyydeltään miellyttävämmäksi kuin vertailussa olleet parit, etenkin kuljetuksen ja lastausvaiheen aikana. Huomioitavaa on, että tutkimuksessa mukana olleet Ferno ja Stryker parit ovat sairaankuljetuksessa yleisesti käytössä olevia malleja, eivätkä välttämättä edusta valmistajiensa viimeisimpiä parimalleja.

Tutkimuksen mukaan Pensin paareilla voidaan vähentää työkuormitusta ja lisätä ensihoitajien työturvallisuutta, koska työn fyysisiin kuormitustekijöihin parin käytöstä oli hyötyä. Lisätutkimusta tarvitaan parien käytön pidempiaikaisista vaikutuksista ensihoitajien työn fyysisiin kuormitustekijöihin ja kuormitustekijöiden aiheuttamiin tuki- ja liikuntaelinoireisiin. Tällaisiin tutkimuksiin poikkileikkaustutkimus ei sovellu, vaan tarvitaan pitkittäissuuntaista interventiotutkimusta.

Pensin parien käyttö eroaa Fernon ja Strykerin käytöstä, koska parissa kiinteänä oleva runko mahdollistaa parin pyöriellä kuljettamisen kantamisen sijaan. Etenkin portaissa kulkiessa ja lastausvaiheen aikana Pensin parien käyttö oli erilaista kuin tavanomaisten parien. Tämä edellyttääkin, että Pensin parien käyttökoulutuksessa ensihoitajille tulee esitellä selkeästi parin toiminnot ja kunkin ensihoitajan tulee harjoitella parin käyttöä erilaisissa ympäristöissä ennen potilassiirto- tai kuljetustehtäviä. Myös kaikkien parimallien kunnossapidosta on huolehdittava, jotta niiden käyttö on sujuvaa ja pari toimii oikein.

7. Kirjallisuus

Aasa, U., Barnekow-Bergkvist, M., Ängquist, K. & Brulin, C. (2005). Relationships between work-related factors and disorders in the neck-shoulder and low-back region among female and male ambulance personnel, *Journal of Occupational Health*, 47(6), 481-489.

Borg G. 1970. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scan J Rehab Med* 2:92-98.

Borg GAV. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;4:377-81.

Borg G. 1990. Psychophysical scaling with application in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian journal of work, environment & health* 16 (suppl 1), 55-58.

Bos E.H., Krol B., Van Der Star A., Groothoff J.W. 2006. The Effects of occupational interventions on reduction of musculoskeletal symptoms in the nursing profession. *Ergonomics* 49:7, 706-723

Brooke, J. (1996). SUS: A Quick and Dirty Usability Scale. In: P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester & I.L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry*. London: Taylor & Francis. (Also see <http://www.cee.hw.ac.uk/~ph/sus.html>)

Conrad, K., Reichelt, P., Lavender, S., Gacki-Smith, J. & Hattle, S. (2008). Designing ergonomic interventions for EMS workers: Concept generation of patient-handling devices, *Applied Ergonomics*, 39(6), 792-802.

Donbaek Jensen, L. & Shibye, B. 2000. Assessment of Exposure in Intervention Studies in the Health Care Sector. In G. Wickström (ed.) *Intervention Studies in the Health Care Work Environment*. Arbete och Hälsa 2000:10. Arbetslivsinstitutet, Stockholm.

Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.

Konrad, P. 2005. The ABC of EMG, A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Version 1.0. Noraxon INC.

Kluth, K. & Strasser, H. (2006). Ergonomics in the rescue service--Ergonomic evaluation of ambulance cots, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(3), 247-256.

Lavender, SA., Conrad, KM., Reichelt, PA., Johnson, PW. & T Meyer, F. (2000). Biomechanical analyses of paramedics simulating frequently performed strenuous work tasks, *Applied Ergonomics*, 31(2), 167-177.

Lim H.J., Black T.R., Shah S.M., Sarker S., Metcalfe J. 2011. Evaluating repeated patient handling injuries following the implementation of a multi-factor ergonomic intervention program among health care workers. *Journal of Safety Research* (2011), [doi:10.1016/j.jsr.2011.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.05.002).

Nelson A. Fragala G. Menzel NN. 2006. Myths and Facts About Back Injuries in Nursing. Teoksessa Nelson A. (toim.) 2006. Safe patient handling and movement: a guide for nurses and other health care providers. Springer Publishing Company. New York.

<http://www.google.com/books?id=15g4yD9yR2YC&printsec=frontcover&hl=fi#v=onepage&q&f=false>

Pompeii L.A., Lipscomb H.J. Schoenfisch, AL. Dement J.M. 2009. Musculoskeletal Injuries Resulting From Patient Handling Tasks Among Hospital Workers. *American Journal of Industrial Medicine* 52:571-578.

R Development Core Team (2008). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

Simon M, Tackenberg P. Nienhaus A. Estryn-Behar M. Conway P.M. Hasselhorn H.-M. 2008. Back or neck-pain-related disability of nursing staff in hospitals, nursing homes and home care in seven countries – results from the European NEXT-Study. *International Journal on Nursing Studies* 45, 24-34.

Sterud, T., Ekeberg, O., & Hem, E. (2006). Health status in the ambulance services: a systematic review. *BMC Health Services Research*, 6, 82. 10.1186/1472-6963-6-82

Toivonen R, Takala EP, Viikari-Juntura E. (1997). Placement of surface electrodes in the assessment of hand force requirements in manual tasks, in *European Applications of Surface Electromyography, Proceedings of the second general SENIAM workshop*, Stockholm, Sweden, June 1997, ISBN 90-75452-06-3

Tullar J.M. Brewer S. AmickIII B.C. Irvin E. Mahood Q. Pompeii L.A. Wang A. Van Eerd D. Gimeno D. Evanoff B. 2010. Occupational Safety and Health Interventions to Reduce Musculoskeletal Symptoms in the Health Care Sector. *J Occup Rehabil* 20:199-219.

Vehmasvaara, P. Ensihoitotyön fyysinen kuormittavuus ja ensihoitajien työkyvyn fyysisiä edellytyksiä arvioivan testistön kehittäminen. Kuopion yliopisto. 2004.

Videman T, Ojajärvi A, Riihimäki H, Troup J.D.G. 2005. Low Back Pain Among Nurses. A Follow-up Beginning at entry to the Nursing School. *Spine* 30 (20), 2334-2341.