

LAPPEENRANNAN-LAHDEN TEKNILLINEN YLIOPISTO LUT
LAPPEENRANTA-LAHTI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY LUT

School of Engineering Sciences

Tuotantotalous

LUT Scientific and Expertise Publications

Tutkimusraportit – Research Reports

158

Riika Saurio, Helinä Melkas, Ari-Pekka Rauttola, Satu Mänttari,
Juha Oksa & Satu Pekkarinen

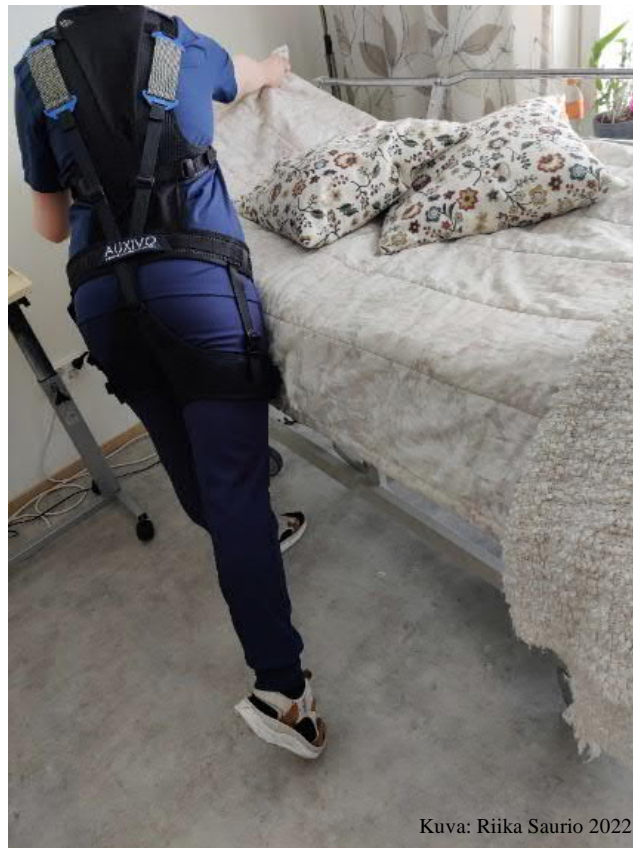
Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki Hankkeen loppuraportti

 LUT
University

Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki

Hankkeen loppuraportti

Riika Saurio, Helinä Melkas, Ari-Pekka Rauttola, Satu Mänttari, Juha Oksa & Satu Pekkarinen



Kuva: Riika Saurio 2022

TIIVISTELMÄ

Riika Saurio, Helinä Melkas, Ari-Pekka Rauttola, Satu Mänttari, Juha Oksa & Satu Pekkarinen

Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki

Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki (TUEKS) -hankkeessa selvitettiin eksoskeletonien (voimaliivien) vaikutusta hoitotyön fyysiseen kuormittavuuteen sekä tunnistettiin hoitajien ja hoitotyön edellytyksiä ja valmiuksia niiden käyttöönottoon. Tutkimuksen teoreettisena viitekehystenä toimivat kuorma–kuormittuminen -malli sekä teknologian domestikaatioteoria.

Tutkimus toteutettiin kahdessa tehostetun palveluasumisen yksikössä. Se tuotti sekä fysiologisiin mittauksiin perustuvaa että käyttäjien kokemuksiin ja sosiaalisiin näkökulmiin perustuvaa tietoa eksoskeletonien mahdollisuuksista hoitotyön helpottajana. Lisäksi laadittiin [eksoskeletonien käyttöönottomalli](#) työpaikoille.

Kenttätutkimus toteutettiin kahdessa vaiheessa keväällä 2022 sekä keväällä 2023 kolmen viikon kokeilujaksoilla. Kukin osallistuja sai etenkin alaselkää tukevan eksoskeletonin henkilökohtaiseen käyttöönsä perehdytyksen jälkeen. Tutkimukseen osallistui yhteensä 12 hoitajaa ja 5 esihenkilöä. Kvalitatiivisen tutkimuksen aineisto kerättiin hoitajilta perehdytyksen yhteydessä tehdyn alkuhaastattelun, kokeilun jälkeisen loppuhaastattelun sekä kokeilun aikana täytetyn käyttöpäiväkirjan avulla. Haastatteluiden ja käyttöpäiväkirjan avulla kerättiin tietoja käyttökokemuksista sekä muista käytössä havaituista seikoista. Keväällä 2022 tutkimukseen osallistuneille hoitajille suoritettiin myös fysiologiset kuormittuneisuusmittaukset. Esihenkilöille järjestettiin yksilöhaastattelut teknologian käyttöönoton johtamiseen liittyen.

Sekä fysiologisten mittausten että kvalitatiivisen tutkimuksen tulosten perusteella eksoskeletonin käytölle on potentiaalia hoitotyön ympäristöissä. Fysiologisissa kuormittuneisuusmittauksissa kävi ilmi, että eksoskeletonin käyttö pienensi lihasten kokonaiskuormitusta työtehtävien aikana. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa osallistujat toivat esiin eksoskeletonin käytössä monia hyötyjä ja suhteellisen harvoja haittapuolia. Hyödyiksi koettiin muun muassa eksoskeletonin antama tuki vuoteeseen tehtävissä hoitotoimenpiteissä sekä työergonomian koheneminen. Käyttöönotossa erityisesti lähiesihenkilöiden rooli on keskeinen. Sekä kvalitatiivisissa että kvantitatiivisissa tuloksissa tuli kuitenkin haittapuolena esiin jonkinasteinen käytönaikainen epämukavuus. Molemmat aineistot tuottivat samansuuntaisia tuloksia ja näin ollen tukivat toisiaan muodostaen samalla uudentyyppisen menetelmällisen kokonaisuuden.

Avainsanat: eksoskeleton, hoitotyö, käyttäjäkokemus, sosiaaliset näkökulmat, fysiologinen kuormittuneisuus, mittaus, teknologian käyttöönotto, monimenetelmätutkimus

ABSTRACT

Riika Saurio, Helinä Melkas, Ari-Pekka Rauttola, Satu Mänttari, Juha Oksa & Satu Pekkarinen

Exoskeletons and caregivers' changing daily work

The “Exoskeletons and caregivers' changing daily work” (TUEKS) project focused on studying the impact of exoskeletons on the physical exertion of care work and identified the prerequisites and readiness of care workers and care work for exoskeleton implementation. The theoretical framework of the research consisted of the stress-strain concept and the theory of technology domestication.

The research was conducted in two round-the-clock care homes. It produced knowledge based both on physiological measurements and user experiences as well as social perspectives related to the potential of exoskeletons to support care workers in their work. In addition, a model for the introduction of exoskeletons to workplaces was developed.

The field study was carried out in two phases in the spring of 2022 and in the spring of 2023 in three-week trials. After an introduction, each participant received an exoskeleton supporting the lower back for their personal use. A total of 12 nurses and 5 managers participated in the field study. Qualitative research data were collected from the nurses with the help of pre-interviews conducted during the introduction, post-interviews conducted after the trial and user diaries written during the trial. Information about user experiences and other use-related factors was collected with the help of the interviews and the user diaries. Physiological exertion measurements were also conducted on the participating nurses in the spring of 2022. Individual interviews were arranged with the middle managers concerning managerial aspects of the technology implementation.

Based on the results of both the physiological measurements and the qualitative research, there is potential for the use of the exoskeleton in care work environments. Physiological exertion measurements showed that the use of the exoskeleton reduced the total muscle strain during work tasks. The participants of the qualitative study pointed out many advantages and relatively few disadvantages of using the exoskeleton. The support provided by the exoskeleton for bedside care tasks and improved work ergonomics were emphasised among the advantages. The role of the middle managers is especially important during the implementation. As a disadvantage, however, both the qualitative results and the measurement results showed some degree of discomfort while using the exoskeleton. Both these datasets produced similar results and thus supported each other while forming a novel methodological entity.

Keywords: exoskeleton, care work, user experience, social perspectives, physiological exertion, measurement, technology implementation, mixed methods

Alkusanat

Tässä loppuraportissa kuvataan 1.1.2022-31.12.2023 toteutettua Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki (TUEKS) -hanketta ja sen tuloksia. Hankkeen toteuttivat Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT koordinaattorina sekä Työterveyslaitos. Hankkeen rahoittivat Työsuojelurahasto, Suomen lähi- ja perushoitajaliitto SuPer Ry, Tampereen kaupunki/ Pirkanmaan hyvinvointialue ja LUT-yliopisto.

Hankeryhmään kuuluivat LUT-yliopistolta professori Helinä Melkas (hankkeen vastuullinen johtaja (4/2023 asti), apulaisprofessori Satu Pekkarinen (hankkeen vastuullinen johtaja (5/2023 alkaen), nuorempi tutkija Riika Saurio (projektipäällikkö) ja erikoistutkija Lea Hennala sekä Työterveyslaitokselta johtava tutkija Satu Mänttari, johtava tutkija Juha Oksa ja vanhempi asiantuntija Ari-Pekka Rauttola.

Toteuttajaorganisaatioiden lisäksi hankkeeseen osallistuivat Meditas Oy, SuPer Ry (Suomen lähi- ja perushoitajaliitto) ja Tampereen kaupunki, Ikäihmisten palvelut/ Pirkanmaan hyvinvointialue, Ikääntyneiden palvelut.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat palvelupäällikkö Tanja Karvonen (Pirkanmaan hyvinvointialue, puheenjohtaja), toimitusjohtaja Minna Laine (Meditas Oy, varapuheenjohtaja), asiantuntija Sari Itonummi (Suomen lähi- ja perushoitajaliitto SuPer ry), tutkimusasiantuntija Anne-Marie Kurka (Työsuojelurahasto) sekä hankehenkilöstön edustajat.

Hankeryhmä haluaa kiittää Työsuojelurahastoa, ohjausryhmää, hankkeeseen osallistuneita hoivaorganisaatioita ja -yksiköitä sekä kokeiluun osallistuneita työntekijöitä. Lisäksi kiitämme hankeryhmää avustaneita Jutta Karkulehtoa ja Pihla Säynäjäkangasta (Työterveyslaitos) sekä Hilikka Laaksoa (LUT-yliopisto). Kiitokset myös Meditas Oy:lle ja Auxivo AG:lle Auxivo LiftSuit -eksoskeletonien lahjoittamisesta tutkimuskäyttöön.

Lahdessa 20. joulukuuta 2023

TUEKS-hankkeen tutkijaryhmä

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

1	Johdanto.....	5
1.1	Hankkeen lähtökohta.....	5
1.2	Hankkeen tavoitteet ja tehtävät.....	6
1.3	Hankkeen toteutus.....	6
1.4	Tutkimuksen teoreettinen viitekehys	7
2	Tutkimuskonteksti ja -menetelmät.....	9
2.1	Tutkimuskonteksti.....	9
2.2	Tutkimuksessa käytetyt kvantitatiiviset menetelmät	10
2.3	Tutkimuksessa käytetyt kvalitatiiviset menetelmät	13
3	Tulokset.....	14
3.1	Fysiologisten mittausten tulokset.....	14
3.1.1	Lihaskuormitus	14
3.1.2	Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus	17
3.1.3	Subjektiiiviset arviot	18
3.2	Kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset.....	19
3.2.1	Domestikaation käytännöllinen ulottuvuus: eksoskeleton hoitotyön käytännöissä.....	19
3.2.2	Domestikaation symbolinen ulottuvuus: eksoskeletonille annetut merkitykset	21
3.2.3	Domestikaation kognitiivinen ulottuvuus: eksoskeletonin käytön oppiminen	22
3.2.4	Domestikaation sosiaalinen ulottuvuus: eksoskeleton osana ihmisten välistä vuorovaikutusta.....	24
3.2.5	Esihenkilöiden näkökulmia eksoskeletonien käyttöönottoon.....	25
4	Eksoskeletonien käyttöönottomalli työpaikoille.....	28
4.1	Käyttöönottomallin tausta.....	28
4.2	Käyttöönottomallin rakenne	29
5	Yhteenvedo ja pohdinta.....	32
	Lähteet	36
	Hankkeen julkaisut	40

1 Johdanto

1.1 Hankkeen lähtökohta

Hoitajapula on yksi sosiaali- ja terveysalan merkittävimmistä haasteista (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2021; Kehusmaa & Alastalo, 2021), ja muiden tekijöiden ohella yksi syy alan veto- ja pitovoimahaasteisiin on hoitotyön fyysinen kuormittavuus. Työperäiset tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat yksi tavallisimmista terveysongelmista Suomessa ja merkittävin sairaspöissaolojen syy (Tuki- ja liikuntaelinliitto Tule ry, 2023) sekä keskeinen tekijä hoitajien joutumisessa työkyvyttömyyseläkkeelle (Eläketurvakeskus, 2023; Salonen, Blomgren & Laaksonen, 2020). Aiemmassa tutkimuksessa on todettu, että perus- ja lähihoitajien työtehtävistä 37 % on fyysisesti kuormittavia, mikä on yhteydessä tuki- ja liikuntaelinvaivoista johtuviin sairaspöissaoloihin (6,5 % työajasta) (Työterveyslaitos, 2020). Yksi hoitotyön kuormittavimmista työtehtävistä on fyysisesti huonokuntoisten asiakkaiden siirrot tehostetussa palveluasumisessa (Vehko ym., 2018), mihin tässä raportissa esitellyssä TUEKS-hankkeessa tehty tutkimus on osaltaan etsinyt ratkaisua.

Eksoskeletoneja on pidetty lupaavana innovaationa, jolla voi tukea työssä jaksamista fyysisesti kuormittavilla aloilla (de Looze ym., 2015). Eksoskeleton on päälle puettava kehon ulkoinen tukiranka tai voimaliivi, joka auttaa keventämään oman kehon painoa ja/tai antaa käyttäjälleen lisävoimaa. Eksoskeletoneiden tehtävänä on vähentää fyysisen työn aiheuttamaa kuormitusta. Aktiivisia ja passiivisia eksoskeletoneja on kehitetty tukemaan vartalon eri osia. Aktiivinen eksoskeleton käyttää voimanlähteenä ulkoista voimanlähdettä, kuten akkua, ja passiivinen eksoskeleton käyttäjän tuottamaa energiaa. Eksoskeletoneja voidaan valmistaa jäykistä osista, kuten metalleista ja hiilikuiduista, tai pehmeistä ja elastisista osista, kuten erilaisista kankaista. (ASTM International, 2021.)

Eksoskeletonit ovat suhteellisen uusi tuoteryhmä, ja tutkimustieto niiden mahdollisista hyödyistä on ollut vielä vähäistä. Tehdyt tutkimukset ovat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta keskittyneet muille aloille kuin hoitoalalle (Settembre ym., 2020; Hwang ym., 2021; Turja ym., 2020), ja tutkimuksen kohteena on ollut lähinnä laitteiden tekninen kehitys (Yang ym., 2008; Gopura & Kiguchi, 2009; Lee ym., 2012), ei niinkään esimerkiksi kuormitusfysiologia tai käyttömukavuus. Käytön helppoudesta ja mukavuudesta (Giustetto ym., 2021) sekä työyhteisöön ja työntekijään kohdistuvista vaikutuksista tarvitaan lisää tietoa. TUEKS-hankkeessa tehty tutkimus vastaa osaltaan tähän todettuun käyttöönottotutkimuksen tarpeeseen (ks. Johansson-Pajala ym., 2020; Niemelä ym., 2021). Käyttöönottohalukkuus on olennainen tekijä uuden teknologian juurruttamisessa, ja myös eksoskeletonien tapauksessa käyttöönottohalukkuuteen vaikuttavat niillä saavutettavat hyödyt, työergonomia, käytön miellyttävyys sekä asenteet (Turja ym., 2020).

Hoitoalan ammattilaisten työssä jaksaminen ja työssä pysyminen ovat työelämän ja koko yhteiskunnan ongelmia, ja huoli työvoiman pysyvyydestä on entisestään kasvanut koronaepidemian aikana (Kehusmaa & Alastalo, 2021). TUEKS-hankkeen

yhtenä lähtökohtana oli, että hoitajien jaksamisesta huolehtiminen ja tähän sopivien välineiden tarjoaminen on tärkeää myös hoitoalan maineen ja houkuttelevuuden kannalta. Eksoskeletoneiden mahdollisuuksien tutkimisella ja tutkimuksen tuottaman tiedon levittämällä ja soveltamisella voidaan edistää hoitoalan imagoa ja houkuttelevuutta aikaansa seuraavana ja työntekijöiden hyvinvointiin panostavana toimialana. Tutkimuksen tuottaman tiedon avulla myös mahdollistetaan hoitotyöntekijöiden parempaa työssäjaksamista tulevaisuudessa, ja näin alanvaihdot voisivat vähentyä. Tätä kautta suomalainen hoitotyö voisi saada uuden vetovoimatekijän.

Hoitotyössä uuden teknologian käyttöönottoon vaikuttavat alan erityispiirteet. Koko sosiaali- ja terveysala on käymässä läpi valtavaa systeemistä muutosta, missä ajattelutavat, teknologian kehitys sekä organisatoriset ja institutionaaliset muutokset muokkaavat toinen toisiaan (Pekkarinen & Melkas, 2019; Pekkarinen ym., 2020). Tällainen dynaaminen tilanne vaikuttaa väistämättä myös teknologian käyttöönottoon, ja tämä on niin ikään ollut yhtenä lähtökohtana TUEKS-hankkeelle ja siinä tehdyille tutkimukselle.

1.2 Hankkeen tavoitteet ja tehtävät

TUEKS-hankkeen tavoitteena oli tuottaa vielä toistaiseksi puuttuvaa monialaista ja -menetelmällistä tietoa eksoskeletoneista hoitotyössä: tietoa eksoskeletonien mahdollisuuksista hoitotyön kuormittavuuden vähentäjänä sekä käyttöönoton edellytyksistä, esteistä tai hidasteista.

Hankkeessa tehdyssä tutkimuksessa tarkasteltiin sekä yksilön fysiologisia vasteita että kokemuksellisia ja sosiaalisia (kuten työyhteisöön ja sen käytäntöihin liittyviä) tekijöitä. Tutkimuksen tehtävänä oli tunnistaa eksoskeletonin vaikutuksia hoitotyön fyysiseen kuormittavuuteen ja tuottaa kvalitatiivista, käyttäjälähtöistä kokemustietoa eksoskeletonin käytöstä hoitotyössä, esimerkiksi tunnistaa hoitajien ja hoitotyön edellytyksiä ja valmiuksia tämän tyyppisen välineen käyttöönotolle ja juurtumiselle hoitotyön arkeen.

Aiemman tutkimuksen mukaan eksoskeletoneiden käyttöönotto vaatii huolellisen suunnittelun etenkin nopeatempoisessa hoitotyössä (Turja ym., 2020). Hankkeen käytännöllisenä tavoitteena olikin rakentaa kerätyn tutkimustiedon perusteella alalle soveltuva käyttöönottomalli tukemaan ja helpottamaan eksoskeletonien sujuvaa käyttöönottoa hoitotyössä, ja siten vielä entistä paremmin tukemaan työhyvinvointia sekä vähentämään työn fyysistä kuormittavuutta.

1.3 Hankkeen toteutus

Hanke toteutettiin eksoskeletonin käyttökokeilun ja kokeiluun liitetyn kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimusaineiston keruun ja analyysin avulla. Tutkimus toteutettiin kahdessa vaiheessa, joista ensimmäisen vaiheen tulosten perusteella koostettiin toimintamalli eksoskeletonien käyttöönottoon (ks. luku 4). Tätä mallia testattiin ja jalostettiin toisessa vaiheessa.

Kuormittuneisuusmittaukset tuottivat kvantitatiivista tietoa eksoskeletonin vaikutuksista hoitotyön fyysiseen kuormittavuuteen. Mittaukset toteutettiin yhteisesti sovituisissa työvuoroissa ja -tilanteissa. Mittauksiin osallistuvat hoitajat jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään, jotka tekivät työtä ensin joko ilman eksoskeletonia tai sen kanssa ja tämän jälkeen toisin päin (satunnaistettu cross-over -tutkimus). Mittausosioon sisältyi yhteensä 16 mittausta.

Kvalitatiivinen aineisto kerättiin hoitajilta perehdytyksessä tehdyn alkuhaastattelun, kokeilun jälkeisen loppuhaastattelun sekä kokeilun aikana täytetyn käyttöpäiväkirjan avulla. Lisäksi haastateltiin esihenkilöitä organisaation eri tasoilta. Haastatteluissa kysyttiin muun muassa odotuksia ja kokemuksia laitteesta, sen koettua merkitystä työssä, perehdytystarpeita sekä muiden reagointia laitteen käyttöön. Käyttöpäiväkirjan avulla kerättiin tietoa välittömistä kokemuksista sekä käyttötarkoituksesta ja -ajasta. Esihenkilöiden haastatteluissa kysyttiin esimerkiksi keinoista tukea työntekijöitä laitteen käyttöönotossa.

Ensimmäisen vaiheen tulosten perusteella koostetun käyttöönottomallin toimivuutta testattiin tutkimuksen toisessa vaiheessa. Aineisto kerättiin hoitajien ja esihenkilöiden haastatteluiden ja kyselyn avulla. Eksoskeletonien käyttöönotto toteutettiin laaditun mallin avulla, ja kertyneen uuden tiedon perusteella mallia muokattiin tarvittavilta osin paremmin kohderyhmän tarpeita palvelevaksi.

1.4 Tutkimuksen teoreettinen viitekehys

Tutkimus pohjautui Rutenfranzin (1981) kehittämään kuorma–kuormittuminen -malliin sekä tieteen ja teknologian tutkimuksen piirissä kehitettyyn teknologian domestikaatioteoriaan (esim. Lie & Sørensen, 1996). Tutkittava ilmiö oli uuden työvälineen eli eksoskeletonin käyttöönotto ja hyödyntäminen hoitotyössä. Sitä tutkittiin sekä yksittäiseen työntekijään liittyvien fysiologisten ja kokemuksellisten osatekijöiden että sosiaalisten, esimerkiksi työyhteisöön liittyvien osatekijöiden kautta. Vaikutus työn fyysisiin osatekijöihin pohjautui kuorma–kuormittuminen -malliin ja yhteys työn sosiaalisiin osatekijöihin puolestaan domestikaatioteoriaan. Työn kokemuksellisia osatekijöitä tutkittiin kummankin em. mallin pohjalta.

Kuorma–kuormittuminen -mallin mukaan työn kuormitustekijä voi olla mikä tahansa fyysinen tai psyykinen työhön liittyvä piirre, joka vaikuttaa työntekijään kuormittavasti. Kuormittuneisuuden muodot voivat olla lyhyt- ja pitkäkestoisia sekä sopivaksi tai epäsopivaksi koettuja. Työn kuormitustekijöinä nähdään työn fyysiset vaatimukset (esim. lihastyö tai voimankäyttö), työn psyykkiset vaatimukset (esim. vastuu ja tieto, puutteelliset työvälineet) ja työympäristö (esim. kiire). Näiden vaikutuksia ihmisessä säätelevät ihmisen yksilölliset ominaisuudet (terveydentila, työkyky ja toimintakyky sekä voimavarat, ikä, taidot, motivaatio ja elämäntilanne). Kun yksilölliset ominaisuudet eivät ole tasapainossa työn vaatimusten kanssa, on tuloksena ihmisen kuormittuminen. Kuormittuneisuus voi näkyä mm. käyttäytymisen muutoksena, erilaisina oireina ja tuntemuksina, fysiologisina vasteina, psyykkisinä reaktioina tai työperäisinä sairauksina. (Rutenfranz, 1981; Työterveyslaitos, 2018.)

Eksoskeletonin kokemuksellisten ja sosiaalisten tekijöiden osalta tutkimus pohjautui teknologian domestikaatioteoriaan (Lie & Sørensen, 1996; Silverstone & Haddon,

1996; Haddon, 2011). Teoria tutkii teknologian tuloa ihmisten arkeen, mutta ei passiivisena omaksumisena tai hyväksymisenä, vaan teknologian juurtumisena – tai juurtumattomuutena – ihmisten elämään erilaisten käytäntöihin, merkityksen luontiin, oppimiseen ja sosiaaliseen toimintaan liittyvien prosessien kautta (Sørensen, 2005; Søråa ym. 2021). Näissä pitkissä monipolvisissa prosesseissa, jotka alkavat mielikuvien muodostuksella jo ennen teknologian käyttöönottoa, sekä käyttäjä että teknologia muokkaavat toisiaan (Lie & Sørensen, 1996; Haddon, 2006).

Domestikaatioteoriassa pyritään avaamaan teknologian käyttöön liittyviä ”mustia laatikoita” tarkastelemalla neljää osin päällekkäistä ulottuvuutta: 1) *käytännöllisessä ulottuvuudessa* käyttäjät integroivat teknologiaa toimintoihinsa ja luovat uusia käytäntöjä teknologian käytön kautta, 2) *symbolisessa ulottuvuudessa* käyttäjät eri tavoin liittävät merkityksiä uuteen teknologiaan, 3) *kognitiivinen ulottuvuus* tarkastelee teknologian käytön oppimista ja 4) *sosiaalinen ulottuvuus* viittaa teknologian juurtumiseen ja muokkautumiseen erilaisissa sosiaalisissa käytännöissä ja vuorovaikutustilanteissa (Sørensen, 2005; Søråa ym., 2021). Tässä tutkimuksessa näiden ulottuvuuksien kautta tarkasteltiin eksoskeletonin käyttöönoton kokemuksellisia ja sosiaalisia tekijöitä.

2 Tutkimuskonteksti ja -menetelmät

2.1 Tutkimuskonteksti

Ensimmäisen vaiheen tutkimusympäristönä oli Tampereen ikääntyneiden palveluiden Palvelukoti Pohjolan tehostetun palveluasumisen ryhmäkoti Tampereelta. Toisen vaiheen tutkimusympäristönä toimi Pirkanmaan hyvinvointialueen Palvelukoti Pispán tehostetun palveluasumisen kaksi ryhmäkotiä. Kaikki tehostetun palveluasumisen ryhmäkodit olivat toiminnoiltaan samanlaisia ikääntyneille ympärivuorokautista hoivaa tarjoavia yksiköjä.

Ensimmäisessä vaiheessa Palvelukoti Pohjolan ryhmäkodista osallistui kahdeksan vapaaehtoista lähihoitajaa käyttäjäkokeiluun, johon kuuluivat samanaikaisesti toteutettavat kuormittuneisuusmittaukset ja kvalitatiivinen tutkimus. Kukin osallistuja sai eksoskeletonin käyttöönsä kolmeksi viikoksi. Tämän lisäksi haastateltiin kolme esihenkilöä eri organisaatioitasoilta.

Toisessa vaiheessa Palvelukoti Pispán yhdestä ryhmäkodista osallistui kolme lähihoitajaa ja toisesta ryhmäkodista yksi lähihoitaja käyttäjäkokeiluun, jossa tehtiin eksoskeletonilla kolmen viikon pituinen kvalitatiivinen tutkimus. Tässä vaiheessa pilotoitiin käyttööntomallia, ja siihen liittyen haastateltiin kolme esihenkilöä eri organisaatioitasoilta. He osallistuivat myös lyhyeen kyselyyn käyttööntomallista.

Tutkimukseen osallistui yhteensä kaksitoista lähihoitajaa (N=12) ja viisi esihenkilöä (N=5). Lähihoitajat olivat iältään 19–61-vuotiaita ja heillä oli hoitotyön työkokemusta 1–40 vuotta. Esihenkilöiden esihenkilötyökokemus vaihteli vajaasta vuodesta noin viiteentoista vuoteen.

Tutkimuksessa käytetty eksoskeleton oli Auxivo LiftSuit® (kuva 1), joka on sveitsiläinen passiivinen eksoskeleton, joka tukee selkää nostettaessa esineitä vyötärötason alapuolelta tai työskenneltäessä eteenpäin taipuneessa asennossa. Selässä olevat tekstiilijouset varastoivat energiaa, joka vapautuu käytettäessä käyttäjän liikkeiden tukemiseen. Puku on suunniteltu sopimaan erikokoisille käyttäjille säätömekanismien ansiosta. Auxivo LiftSuitin saa pestä pesukoneessa 60 asteessa ja sen osat voi pyyhkiä desinfiointiaineilla. Turvallisuutta on huomioitu myös ”safety looppien” avulla, eli säätömekanismien hihnat eivät jää roikkumaan, vaan ne saadaan kiinnitettyä näihin kuminauhoihin. (Auxivo AG, 2023a & Auxivo, 2023b.)



Kuva 1 Liftsuit edestä ja takaa (Kuva: Auxivo AG)

Kuvassa 1 (LiftSuit edestä) näkyvät solisluiden kohdalla olevat aktivointihihnat. Näistä eksoskeletonin antaman tuen saa päälle (aktivoitua) ja pois (deaktivoitua). Tuki pitää aktivoida uudelleen joka kerta, kun laitteen ottaa käyttöön johonkin työtehtävään, ja se tulee muistaa deaktivoitua työvaiheen jälkeen. (Auxivo AG, 2023a.)

Tutkimuksessa noudatettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan esittämiä eettisiä periaatteita, kuten itsemääräämisoikeuden kunnioitusta, vahingoittamisen välttämistä sekä yksityisyyttä ja tietosuojaa. Kohdeorganisaatiolta haettiin ja saatiin tutkimuslupa. Jokaiselta osallistujalta kerättiin henkilökohtainen kirjallinen suostumus osallistumisesta tutkimukseen ja heille annettiin ennen suostumusta tarpeenmukainen tieto tutkimuksesta. Osallistujilla oli mahdollisuus keskeyttää osallistuminen missä vaiheessa tahansa. Tampereen yliopistollisen sairaalan erityisvastuualueen alueellinen eettinen toimikunta arvioi tutkimussuunnitelman ja antoi siitä puoltavan lausunnon (numero R22026).

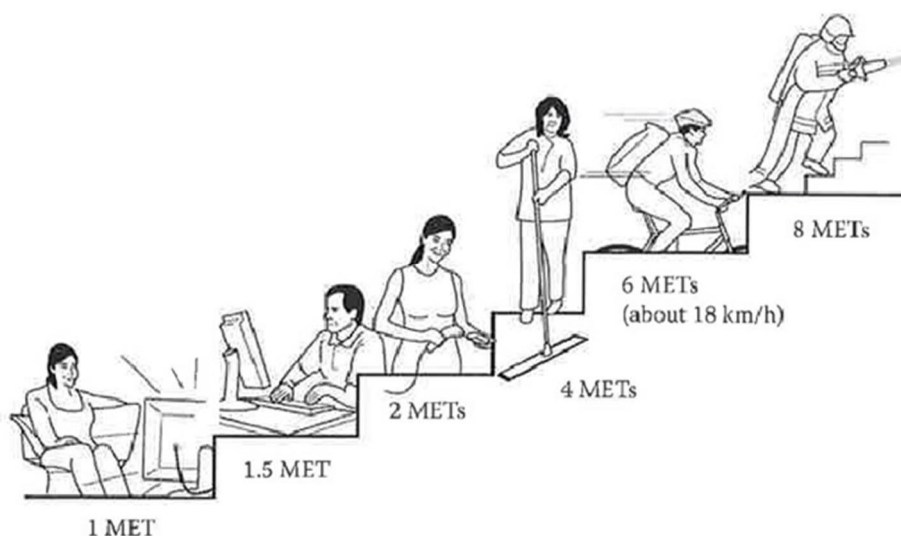
2.2 Tutkimuksessa käytetyt kvantitatiiviset menetelmät

Kuormittuneisuusmittauksen aikana tutkittavat tekivät normaalia hoitotyötä koko työvuoron ajan. Mittaukset tehtiin eksoskeletonin kanssa ja ilman. Työn aikana mitattiin lihassähköistä aktiivisuutta (EMG) kahdeksasta lihaksesta: hartialihäs, epäkäslihak (oikea yläosa, oikea ja vasen alaosa), leveä selkälihas (oikea ja vasen), suora reisilihas (reiden etuosa) ja puolikalvoinen reisilihas (reiden takaosa). Mittaus suoritettiin laittamalla tutkittavan lihaksen päälle (lihasrunkoon) iholle kaksi mittaavaa bipolaarista pintaelektrodiä ja yksi nk. maaelektrodi (BlueSensor M-00-S, Ambu, Tanska). Elektrodeihin kiinnitettiin tallentavaan mittalaitteeseen menevät johdot ja tallentava laite (ME6000, Bittium Oy, Suomi) kiinnitettiin mitattavan vyötärölle. EMG-mittaukset tallennettiin ja analysoitiin MegaWin-ohjelmalla (Mega Electronics Oy, Suomi). Työn aikana mitattu aktiivisuus suhteutettiin ennen työtä mitattuun maksimaaliseen lihassähköiseen aktiivisuuteen (maksimaalinen lihassupistus), jolloin työn aikainen lihaksiston kuormittuneisuuden taso voitiin

määrittää. Tulos ilmaistaan prosentteina maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta (%MEMG). Kullekin lihasryhmälle tehtiin maksimaalinen lihasvoimatesti liikkumatonta vastusta vasten.

Selkä- ja reisilihaksesta mitattiin veren virtausta ja happisaturaatiota infrapunalaiteistolla (NIRS, Artinis, Alankomaat). Ennen työtä ja sen jälkeen mitattiin hartian, ylä- ja alaselän sekä reiden lihasten elastisuutta, jäykkyyttä ja kiinteyttä (Myoton-3, Müemeetria, Viro). Lihasvoiman osalta mitattiin maksimaalinen käden puristusvoima ennen ja jälkeen työn.

Sydämen sykintätaajuus- ja sykevariaatierekisteröinti sekä energiankulutuksen arviointi tehtiin Bodyguard2-laitteella (Firstbeat Technologies, Suomi). Laite mittaa sydämen sykintätaajuutta (krt/min), sydämen sykkeen perusteella laskettua aineenvaihdunnallista kuormitusta (MET-yksikkö) sekä sykevälivaihtelua, eli kahden peräkkäisen sydämen lyönnin välisen ajan vaihtelua. Sykevälivaihtelumuuttujien avulla voidaan tarkentaa syketaajuuteen perustuvaa arviota työn aineenvaihdunnallisesta kuormituksesta (Firstbeat Technologies Oy, 2014). MET-yksiköt luokitellaan työnkuormituksen mukaan seuraavasti: kevyt työ < 3,0 MET, keskiraskas työ 3,0-5,9 MET ja raskas työ > 6,0 MET (Ainsworth ym., 2011). Kuvassa 2 näkyy esimerkkiammatteja kuormituksittain.

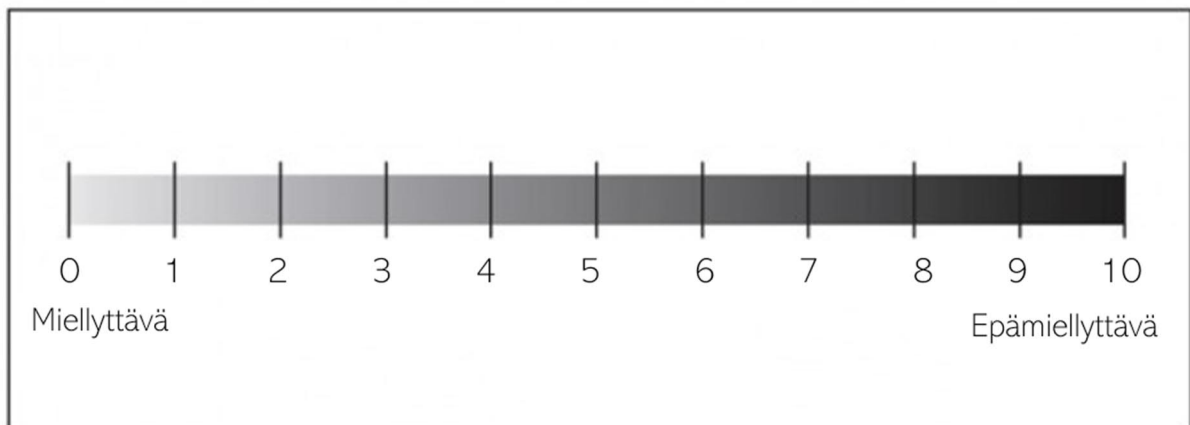


Kuva 2 MET-luokitus (Tornqvist, 2012)

Tutkittavat arvioivat koko kehon kuormittuneisuutta ennen työvuoroa ja sen jälkeen. Arviointiin käytettiin RPE-asteikkoa (rating of perceived exertion) 6–20 (Borg, 1982), jossa 6 = ei rasitusta ja 20 = maksimaalinen rasitus (kuva 3). Koettua epämiellyttävyyttä ilman eksoskeletonia ja sen kanssa arvioitiin ennen työvuoroa ja sen jälkeen valitsemalla omaa tuntemusta vastaava numero VAS-janalta (Visual Analogue Scale, kuva 4).

6	Ei rasitusta
7	Erittäin kevyt
8	
9	Hyvin kevyt
10	
11	Kevyt
12	
13	Melko rasittava
14	
15	Rasittava
16	
17	Hyvin rasittava
18	
19	Erittäin rasittava
20	Maksimaalinen rasitus

Kuva 3 Koetun kuormittuneisuuden arviointiin käytetty RPE-asteikko (Työterveyslaitos 2023)



Kuva 4 Koetun epämukavuuden arviointiin käytetty VAS-jana (Työterveyslaitos 2023)

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS Statistics 27 -ohjelmistolla (IBM, Yhdysvallat). Aineisto todettiin normaalijakautuneeksi Kolmogorov-Smirnov-testin avulla. Lihassähköisen aktiivisuuden sekä subjektiivisen kuormittuneisuuden (RPE) eroja ryhmien (työ eksoskeletonin kanssa ja ilman) välillä sekä ennen työtä ja työn jälkeen mitattujen muutosmuuttujien eroja tarkasteltiin kahden riippuvan otoksen t-testin avulla. Tulos katsotaan merkitseväksi, kun $p < 0,05$.

Arvio eksoskeletonin hyödyistä hoitotyössä laadittiin käyttäen mukaellen aikaisempia lihasaktiivisuuden suositustasoja (Weston ym., 2018): pitkäkestoisesti selän lihasten kuormittumisen tason ei pitäisi ylittää 10 %:a eikä saa ylittää 14 %:a maksimiaktiivisuudesta. Työvaiheisiin, joissa lihasaktiivisuus ilman eksoskeletonia työskennellen ylittää 14 %, apuvälineen käyttöä suositellaan voimakkaasti. Kuormituksen ollessa välillä 10–14 % käyttöä suositellaan ja aktiivisuuden ollessa alle 10 % apuvälineen käytön suositellaan olevan harkinnanvaraista.

2.3 Tutkimuksessa käytetyt kvalitatiiviset menetelmät

Tutkimuksessa kerättiin kvalitatiivista aineistoa alku- ja loppuhaastatteluilla sekä kokeilun aikana kirjoitetuilla käyttöpäiväkirjoilla. Alkuhaastattelupäivänä tutkittavat saivat perusteellisen perehdytyksen laitteen käyttöön. Perehdytyksen antoi hoitajataustainen tutkija. Osallistujien määrä katsottiin riittäväksi suhteessa tutkimuksen luonteeseen (vrt. Turja ym., 2020). Haastattelukysymykset käsittelivät laitteen käyttöä koskevia odotuksia ja kokemuksia, sen koettuja vaikutuksia työhön, perehdytystarpeita sekä muiden ihmisten reaktioita laitteen käyttöön. Käyttöpäiväkirjalla kerättiin tietoa välittömistä kokemuksista sekä käyttötarkoituksista ja -ajoista.

Kvalitatiivinen aineisto analysoitiin sisällönanalyysillä hyödyntäen teemoittelua. Analyysissa oli sekä induktiivisia että deduktiivisia vaiheita. Litteroinnin jälkeen aineisto pelkistettiin tunnistamalla aiheen kannalta merkityksellinen sisältö ja koodattiin aineistolähtöisesti ymmärtämiseen pyrkivällä lähestymistavalla, jossa etsittiin toistuvia teemoja ja nimettiin ne. Tämän jälkeen teemat kategorisoitiin teorialähtöisesti hyödyntäen domestikaatioteorian neljää ulottuvuutta (käytännöllinen, symbolinen, kognitiivinen ja sosiaalinen) analyysiviitekehyksenä. Tulokset esitetään ulottuvuuksittain luvussa 3.

Tutkimuksen myöhemmässä vaiheessa kehitettiin eksoskeletonien käyttöönottomalli (ks. luku 4) ja pilotoitiin sen käyttöä. Malli kehitettiin aineiston analyysin ja siitä nousseiden tulosten pohjalta. Mallissa hyödynnettiin domestikaatioteorian neljän ulottuvuuden kautta syntyneitä tuloksia siitä näkökulmasta, mitä tulee ottaa huomioon eksoskeletonien käyttöönotossa hoitotyössä – kuten mitä käyttöönotto vaatii hoitohenkilöstöltä, organisaatiolta ja johtamiselta.

3 Tulokset

3.1 Fysiologisten mittausten tulokset

Tässä aluvuossa esitellään fysiologisten mittausten tulokset. Tuloksia arvioitiin sekä koko mittausjaksolta että jaoteltuna työntekijöiden ilmoittamien työtehtävien mukaan. Työtehtävät jaettiin viiteen ryhmään: WC:ssä avustamiseen, suihkupesuuun, hoitotoimiin vuoteessa, siirtoihin ja nostoihin, sekä ruokahuoltoon.

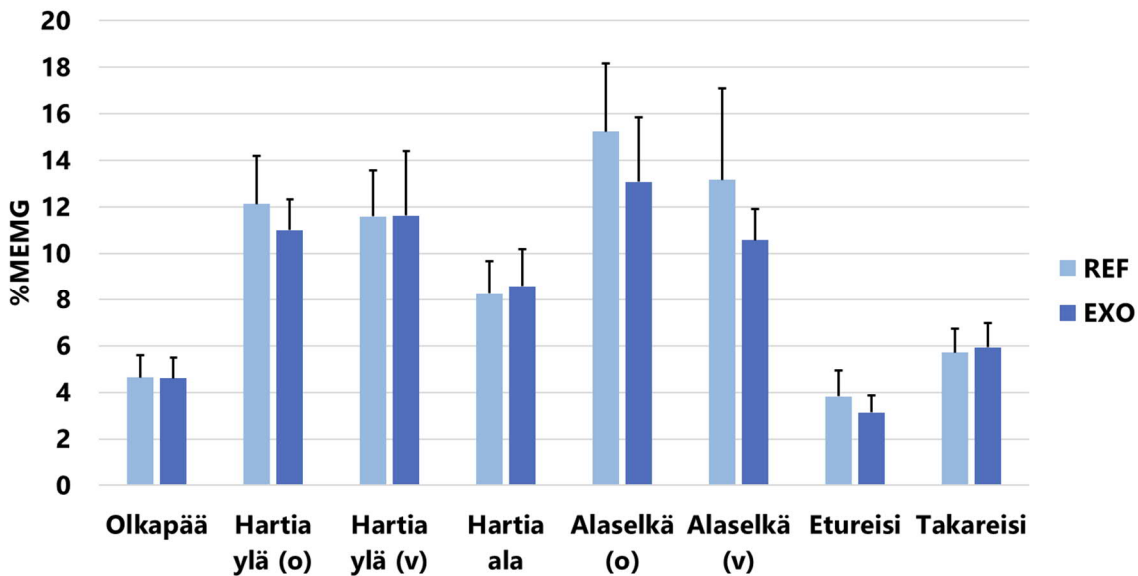
Fysiologiin mittauksiin osallistui seitsemän tutkittavaa alkuperäisten kahdeksan sijasta sairastapauksen vuoksi (taulukko 1).

Taulukko 1 Tutkimukseen osallistuneiden tutkittavien ikä, pituus, paino, kehon painoindeksi (BMI), asteikolla 0-10 arvioitu aktiivisuusluokka (arvo 3 tarkoittaa, että henkilö harrastaa yli tunnin viikossa kohtalaista liikuntaa, kuten pihatöitä, sauvakävelyä tai kohtalaisen intensiteetin pyöräilyä) ja työkokemus hoitotyössä (keskiarvo ± keskihajonta) (Työterveyslaitos 2023)

n	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI (kg/m²)	Aktiivisuusluokka	Työkokemus (v)
7	43,3 ± 17,4	166,0 ± 8,0	78,9 ± 16,8	28,4 ± 3,7	3,0 ± 1,5	19,2 ± 16,2

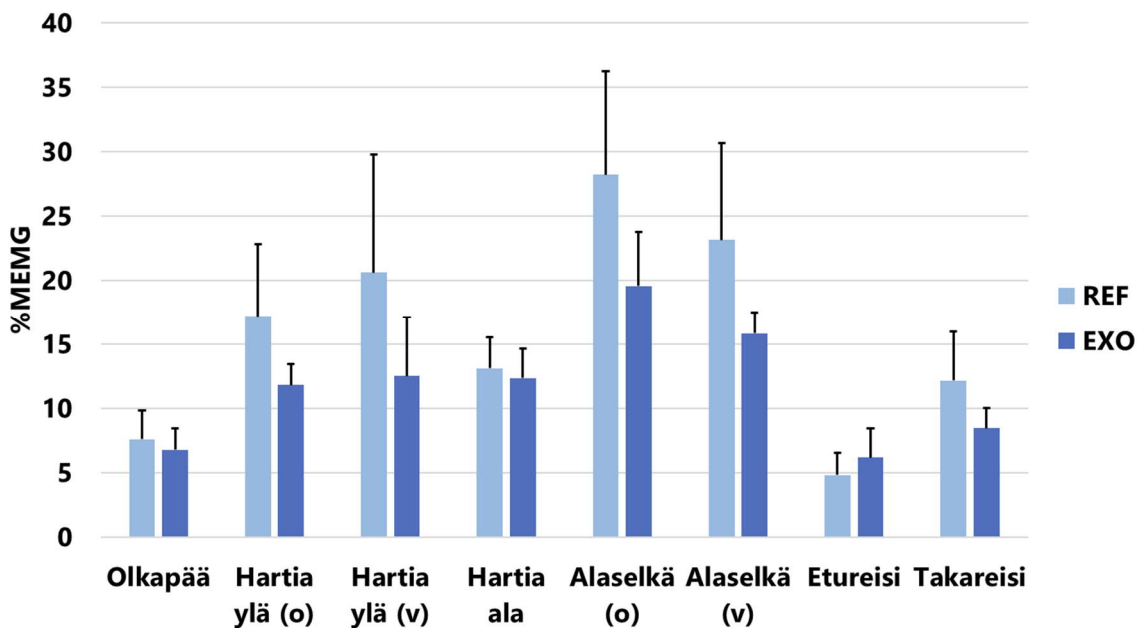
3.1.1 Lihaskuormitus

Eksoskeleton vähensi alaselän ja etureiden kuormitusta koko työjaksoa tarkasteltaessa (kuva 5), mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Alaselän lihasaktiivisuus oli 14 % pienempää eksoskeletonin kanssa oikealla puolella, vasemmalla vähennys lihasaktiivisuudessa oli 20 % ja etureidessä 18 %. Muissa lihaksissa lihasaktiivisuus oli samansuuruista eksoskeletonin kanssa ja ilman sitä. Eksoskeleton ei merkittävästi lisännyt lihaskuormitusta missään mitatuista lihaksista.

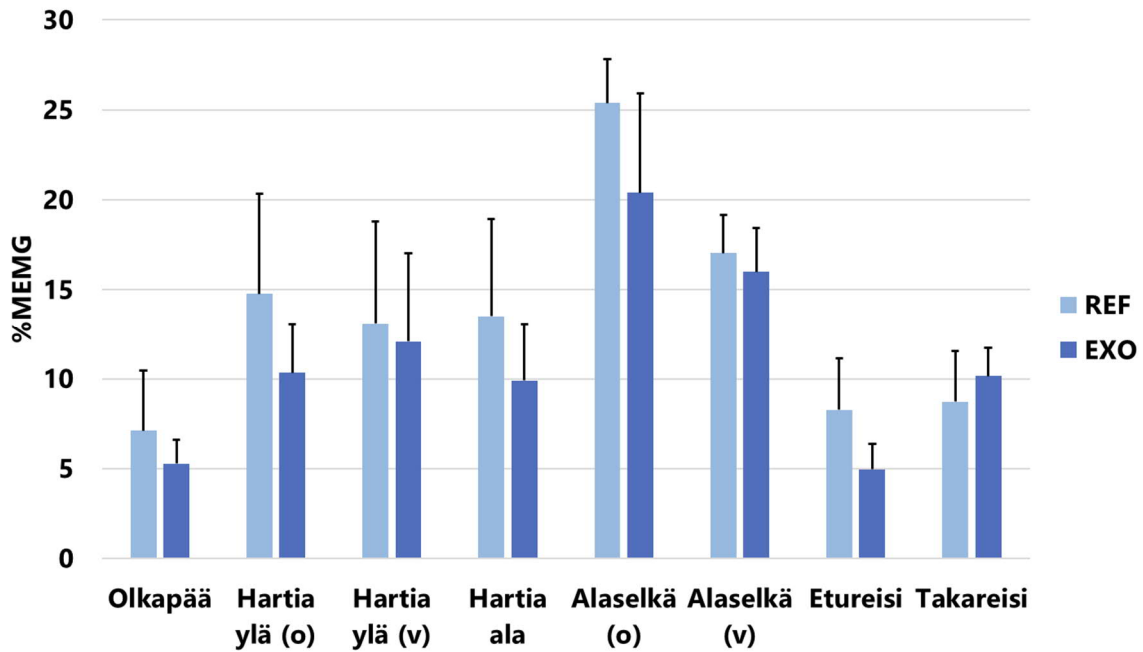


Kuva 5 Koko työjakson kuormitus (%MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta) lihaksittain (keskiarvo ± keskivirhe) ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) (Työterveyslaitos 2023)

Hoitotoimet vuoteessa oli yleisin ja kuormittavin työtehtävä, ja kyseisessä työtehtävässä eksoskeleton vähensi kuormitusta etureittä lukuun ottamatta kaikissa mitatuissa lihaksissa (kuva 6). Lihasaktiivisuuden vähennys eksoskeletonin kanssa oli keskimäärin 25 % (lukuun ottamatta etureittä). Myös WC:ssä avustamisessa tulokset olivat samansuuntaisia ja lihasaktiivisuus oli pienempää eksoskeletonin kanssa kaikissa mitatuissa lihaksissa paitsi takareidessä (kuva 7). Erot eksoskeletonin kanssa ja ilman sitä tehdyn työn välillä eivät kuitenkaan olleet näissä työtehtävissä tilastollisesti merkitseviä.

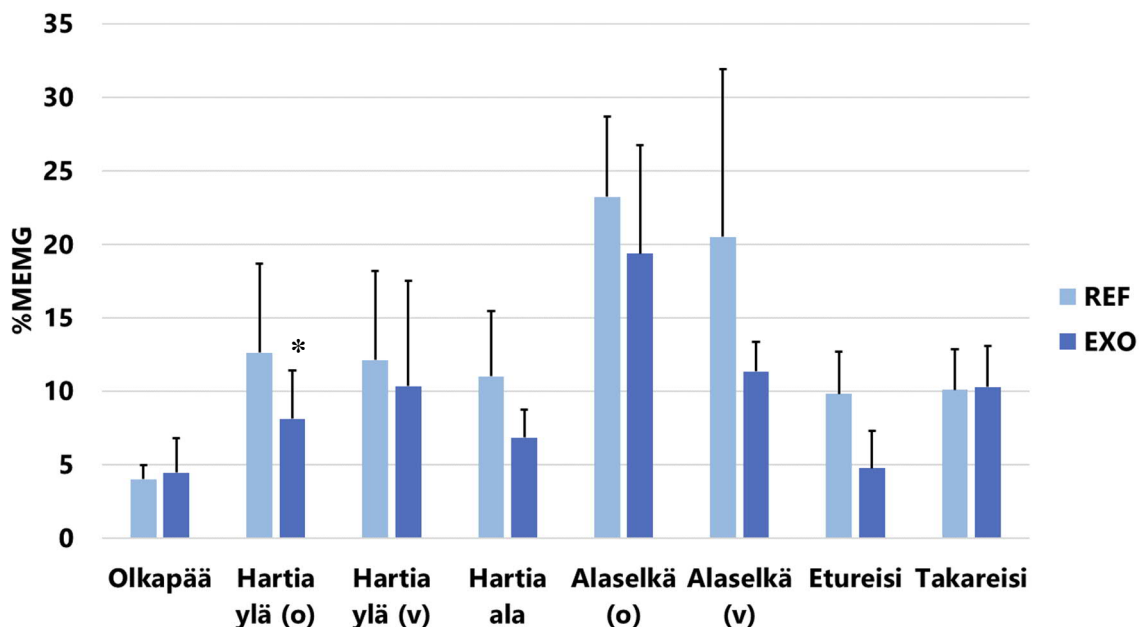


Kuva 6 Hoitotoimenpiteet vuoteessa -työtehtävän (n=5) kuormitus lihaksittain (%MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta, keskiarvo ± keskivirhe) ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) työskenneltäessä (Työterveyslaitos 2023)



Kuva 7 WC:ssä avustaminen -työtehtävän (n=4) kuormitus lihaksittain (%MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta, keskiarvo ± keskivirhe) ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) työskenneltäessä (Työterveyslaitos 2023)

Myös muissa työtehtävissä (suihkupesu, nostot ja siirrot, ruokahuolto) eksoskeleton vähensi lihaskuormitusta erityisesti alaselässä ja etureidessä, mutta erot lihaskuormituksessa eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Nostot ja siirrot -työtehtävässä eksoskeleton vähensi tilastollisesti merkitsevästi oikean puolen hartian yläosan lihasaktiivisuutta ($p=0,006$, kuva 8).

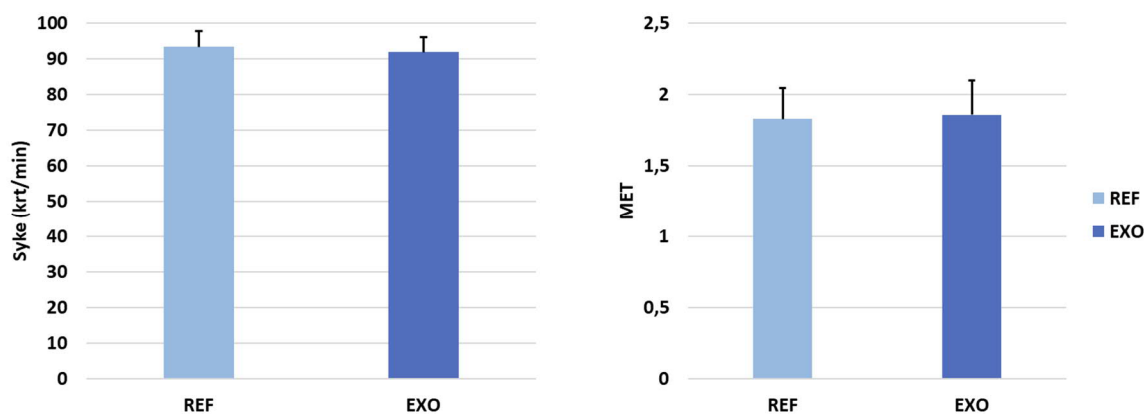


Kuva 8 Nostot ja siirrot -työtehtävän (n=3) kuormitus lihaksittain (%MEMG = prosenttia maksimaalisesta lihasaktiivisuudesta, keskiarvo ± keskivirhe) ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) työskenneltäessä. **tilastollisesti merkitsevä ero REF ja EXO välillä, $p<0,01$ (Työterveyslaitos 2023)

Eksoskeletonin käyttö ei muuttanut työskentelytapoja ja -tekniikoita, sillä kuormituksen jakaantuminen lihaksittain oli samankaltaista eksoskeletonin kanssa ja ilman sitä. Lihaskäyttö oli suhteellisesti suurinta hartian yläosassa.

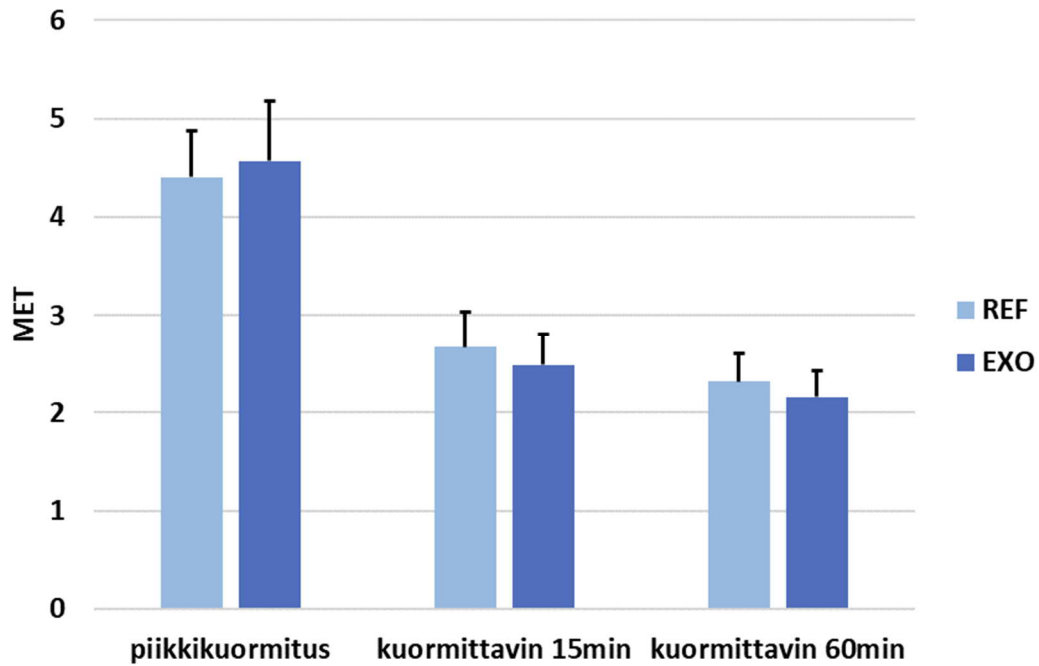
3.1.2 Hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitus

Kuvassa 9 on esitetty syke ja MET työssä ilman eksoskeletonia ja eksoskeletonin kanssa. Eksoskeletonin käytöllä ei ollut vaikutusta hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitukseen. Hoitotyön keskimääräinen aineenvaihdunnallinen kuormitus oli $1,8 \pm 0,5$ MET ja keskimäärin $23 \pm 5,5$ % maksimaalisesta hapenottokyvystä.



Kuva 9 Syke ja MET (keskiarvo \pm keskiarvo) hoitotyössä ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) (Työterveyslaitos 2023)

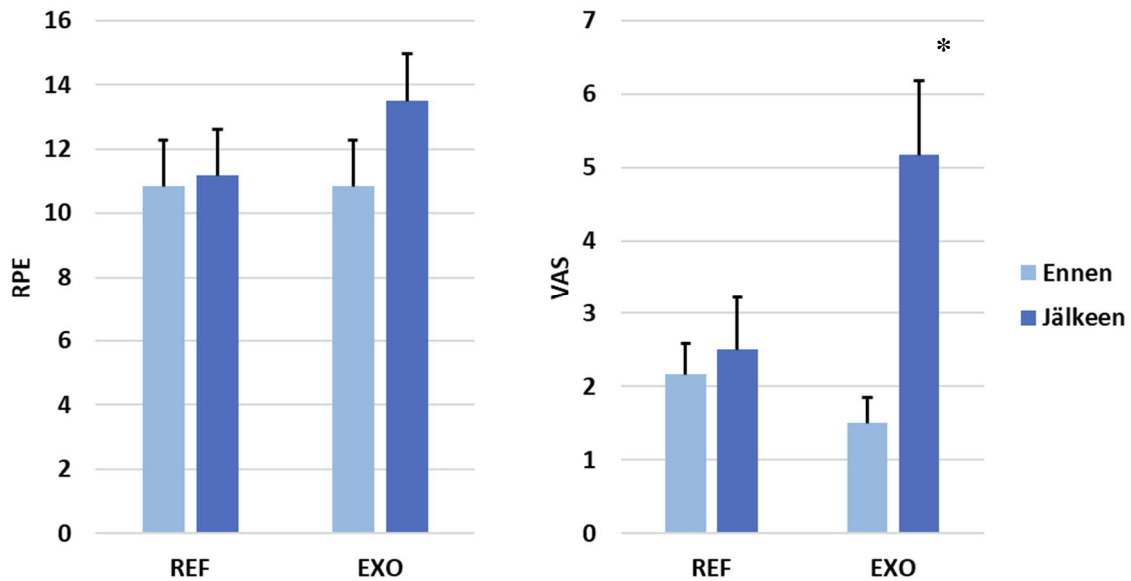
Kuvassa 10 on esitetty hoitotyön piikkikuormitus ja kuormittavimman 15 ja 60 minuutin keskiarvot. Eksoskeletonilla ei ollut vaikutusta hoitotyön piikkikuormitukseen.



Kuva 10 Piikkikuormitus ja kuormittavimman 15 ja 60 minuutin keskimääräinen MET-arvo (keskiarvo \pm keskivirhe) hoitotyössä ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO) (Työterveyslaitos 2023)

3.1.3 Subjektiiiset arviot

Kuvassa 11 on esitetty koettu kuormittuneisuus ja epämukavuus ilman eksoskeletonia ja eksoskeletonin kanssa ennen ja jälkeen työskentelyn. Sekä koettu kuormittuneisuus että epämukavuus pysyivät samalla tasolla työvuoron jälkeen verrattuna työvuoroa edeltävään arvioon ilman eksoskeletonia, mutta kuormittuneisuus ja epämukavuus lisääntyivät työvuoron jälkeen eksoskeletonin kanssa. Epämukavuuden lisääntyminen eksoskeletonin kanssa oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,022$).



Kuva 11 Koettu kuormittuneisuus (RPE) asteikolla 6–20 ja epämukavuus (VAS) asteikolla 0–10 (keskiarvo ± keskivirhe) hoitotyössä ilman eksoskeletonia (REF) ja eksoskeletonin kanssa (EXO).
*tilastollisesti merkitsevä ero REF ja EXO välillä, $p < 0,05$ (Työterveyslaitos 2023)

3.2 Kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset

Tässä alaluvussa kuvataan kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset jaoteltuina teknologian domestikaation eri ulottuvuuksien (käytännöllinen, symbolinen, kognitiivinen ja sosiaalinen) mukaisesti. On kuitenkin huomattava, että eri ulottuvuudet kietoutuvat usein yhteen. Esimerkiksi käytännöllisillä seikoilla voi hyvinkin olla symbolista merkitystä käyttäjille (kuten jos eksoskeletoni¹ ei sovi kaikenikäisille ihmisille tai kaikenlaisille kehotyypeille). Käytännölliset seikat voivat vaikuttaa myös käytön oppimiseen. Toisaalta sekä käytännölliset että symboliset seikat ovat osaltaan vaikuttamassa sosiaaliseen hyväksyttävyyteen.

3.2.1 Domestikaation käytännöllinen ulottuvuus: eksoskeletoni hoitotyön käytännöissä

Tutkittaessa domestikaation käytännöllistä ulottuvuutta tarkastellaan niitä toimintatapoja, joilla käyttäjät integroivat teknologiaa olemassa oleviin rutiineihinsa ja toisaalta luovat uusia rutiineja teknologian käytön kautta (Ingeborgrud & Ryghaug, 2019). Lisäksi tarkastellaan teknologiaan liittyvien erilaisten käytäntöjen rakentumista. Näillä tarkoitetaan paitsi teknologian käyttöön liittyviä rutiineja ja

¹ Eksoskeletonista on tässä alaluvussa käytetty myös nimitystä puku tai laite.

toimintatapoja, myös erilaisten käyttöä tukevien ja sääntelevien institutionaalisten käytäntöjen luomista ja kehittämistä.

Kenttätutkimuksemme tulosten mukaan domestikaation käytännöllinen ulottuvuus näkyi esimerkiksi työtehtäviin sekä eksoskeletonin säilytyspaikkoihin ja puhdistuskäytäntöihin liittyvissä käytännön toimintatavoissa. Laitteen koettiin olevan hyödyllisin vuoteeseen tehtävissä hoitotoimenpiteissä, kuten vuodepesuissa ja vaipanvaihdossa. Suihkutuspäivinä laite oli käytännöllinen autettaessa asukasta suihkulaverille ja suihkutuksissa saunatiloissa.

”Than iltapesut ja asentohoito, ja sitten pyörätuolissa olevien asukkaiden avustaminen vessaan ja sieltä vuoteeseen. Ja [...] iltatoimet, ja sitten tähän kuulu tietysti [...], että oli syöttämistä ja nää ruoka-ajat, [...] että silloin mä koitin pitää sitä aika paljon.”

”No mun mielest paras oli just nää vuodepesut, missä ei tarvi ollenkaan mennä mihinkään kyykkyn, eikä muihin outoihin asentoihin. Vaan pystyy siin vuoteen korkeudel, niin sitten varmaan se alaselkä [...] ja ehkä nää siirrot tämmöiseltä vuoteelta vaikka siihen suihkulaverille, niin ne [...] on varmaan kaikkein parhaat tässä sitten.”

Kokeilun lähtökohta oli, että laitetta voisi käyttää kaikissa työtehtävissä, eikä sen käyttö kenttätutkimuksen aikana näin ollen aiheuttaisi tarvetta erilliselle työvaiheiden suunnittelulle. Käytön ei koettukaan sitä lisäävän, koska pukua käytettiin osana normaalia työtä ja kaikissa työtehtävissä. Kun sopivimmat työtehtävät oli kokeilun kuluessa tunnistettu, todettiin, että laitteen säännöllinen käyttö edellyttää kunnollista käyttöönnoton suunnittelua. Osallistujat toivoivat esimerkiksi voivansa varata puvun käyttöönsä suihkutuspäiviä varten.

”[...] niin siitä suunnittelusta, [...] en mä oikeestaan sitä suunnitellut, [...] mä nyt pidän sitä ja katotaan, mitä tekee[...].”

Haasteellisiksi koettiin kyykyssä tehtävät työtehtävät (kuten avustaminen WC-käynneissä), koska niiden aikana puku tuntui kiristävältä tai ahtaalta etenkin reisosista ja hartioista. Suihkutuksissa puku koettiin hiostavaksi. Muutamia muitakin seikkoja mainittiin:

”[...] kun niitä kuitenkin piti säätää siinä, että ne liikku ne [...] remmit sillä lailla, että [...] aina säädöt piti säätää [...]. Sit joskus oli sillain, että ne jopa vähän niinku takertu noihin sängynlaitoihin [...]. Me työskennellään sisätiloissa, välillä on kuuma. Ja [...] kun aatellaan, et me käytettäis kesällä, sit on tosi kuuma, hiostavaa.”

Osallistujat totesivat myös, että puku ei sovellu kaikenlaisille kehotyypeille. Toisaalta tuotiin esille seuraavaa:

”Se piti ryhtiä ehkä vähän parempana. Koska [...] siinä [...] automaattisesti vähän [...] se selkä oikenee, ehkä siinä tuli semmonen fiilis mulle. Et se [...] oikas ryhtiä, et ku tahtoo mennä sillain vähän kasaan muutenkin, [...] se siinä [...] oli [...] semmonen [...] hyvä juttu.”

Osallistujat kokivat eksoskeletonin huomaamattoman ulkonäön käytännölliseksi. Asukkaat eivät juurikaan kiinnittäneet laitteeseen huomiota. Hoitajat käyttivät yleensä sinistä työasua, josta LiftSuit ei heidän mielestään erottunut.

Tärkeänä käytön edellytyksenä oli, että laite oli näkyvillä ja helposti saatavilla työpaikalla, millä varmistettiin, että hoitajat muistivat käyttää sitä. Hyväksi säilytyspaikaksi osoittautuivat ovistopparit, joihin puvut voitiin ripustaa (ks. kuva 12). Osallistujat korostivat, että jos pukuja säilytettäisiin kaapeissa, niiden käyttö olisi hankalampaa. He totesivat myös, että laitteen käyttötaitojen tulee olla etukäteen hyvin hallussa, jotta puvun säätäminen kunkin käyttäjän kehon mukaan on kätevää.



Kuva 12 Kätevä säilytyspaikka (Kuva: Satu Pekkarinen 2022)

Hygieenisyyden varmistaminen nähtiin yhtenä käytännöllisenä haasteena, joka vaikutti domestikaatioprosessiin. Hoitajat pohtivat useita kysymyksiä. Miten puvun desinfiointi tai peseminen toteutettaisiin? Eksoskeleton on konepestävä, mutta voisiko sen pestä samassa koneessa muun pyykin, kuten asukkaiden vaatteiden kanssa? Pitäisikö se pestä erikseen, jopa erillisessä pesukoneessa? Voisiko sitä käyttää useampi hoitaja ennen kuin se vaatisi pesun?

”Et se olis näkösällä, että yleensäkin niinku muistais, et toi on olemassa ja voi käyttää [...] ja tietysti sitten [...] se hygieenisuus, että kuinka sitä voi usempi käyttää ja mitenkä [...]”

3.2.2 Domestikaation symbolinen ulottuvuus: eksoskeletonille annetut merkitykset

Domestikaation symbolinen ulottuvuus viittaa niihin tapoihin, joilla käyttäjät liittävät merkityksiä uuteen teknologiaan (Ingeborgrud & Ryghaug, 2019). Seuraavassa tarkastellaan teknologialle annettuja merkityksiä ja näiden merkitysten rakentumista sekä sitä roolia, joka teknologialla voi olla käyttäjiensä ja muiden sen käytössä osallisena olevien identiteetin tuottamisessa.

Tulostemme mukaan osallistujat pitivät yleensä pukua tavanomaisena tai perinteisenä työn apuvälineenä, jolla ei ollut erityisiä sivumerkityksiä. Jotkut hoitajat kuitenkin antoivat laitteelle suomalaisen miehen nimen, ”Esko”, ”Eki” tai ”Esa”. Onkin suhteellisen tavallista, että käyttäjät esimerkiksi tällä tavoin teknologiaa personoimalla ja inhimillistämällä tekevät siitä itselleen tutumpaa ja hyväksyttävämpää, ja tämä inhimillistäminen voi jopa tuottaa empatian tunteita teknologiaa kohtaan (Schömbs ym., 2023).

Eräs osallistujista koki eksoskeletonin käytön ylimääräiseksi taakaksi, ja hänen mielestään oli helpottavaa, kun puvun sai riisua yltään. Toinen, yli 50-vuotias osallistuja pohti, että puku soveltuisi paremmin nuoremmille hoitajille, koska iho ja keho ovat heillä joustavammat, kun taas ikääntyneemmälle puku on epämukava.

”...niin sitten tuossa jo loppuvaiheessa [...] mä koin sen jotenkin vähän raskaaks[...] sen käytön, että jotenkin tuntu vähän ahdistavalta pitää sitä (naurahdus).”

Osa osallistujista totesi, että merkittävä symbolinen yhteiskunnallinen arvo on jo sillä, että tuodaan esille hoitajien tarve saada apua fyysisesti kuormittavaan työhönsä ja osoitetaan, että tällaista teknologiaa voidaan kehittää hoitajien hyödyksi, aivan kuten muidenkin palvelualojen ja palvelujen asiakkaiden hyödyksi on jo kehitetty. Osallistujat korostivat, että ikääntyvässä yhteiskunnassa on yleisesti ottaen suuri tarve kehittää ratkaisuja ja työtapoja, jotka mahdollistavat hoitajien paremman työssäjaksamisen.

”Ja kyllähän siinä sitten ehkä tulee sekin, [...] se hoitajien ääni [...] jotenkin [...] aatellaan hoitajien hyvinvointia [...] et siinä on [...] sekin aspekti mun mielestä. Että [...] tämmöinen yhteiskunnallinen huuto sieltä, että hoitajatkin tarvii jotain (naurahdus) [...] apuja.”

”No hyvähän se on, et kehitetään [...] tämmöisiä hoitajien työn auttamiseksi, et se periaatehan on hirveen hyvä siinä mielessä, että [...] yritetään [...] kehittää teknologian avulla, ja minkä vaan avulla, [...] koska tää on kuitenkin raskas työ fyysisestikin, [...] että sehän on hyvä juttu, että on kiinnostusta tämmöiseen kehitykseen, ja [...] jotakin tapahtuu yleensäkin. [...] En ihan oo sitä [...] enää onneks joutunut näkeen, että oli semmoiset sängyt, joissa ei ollut pyöriä ollenkaan, ja hoitajat on kantanut niitä. Sieltä on päästy [...] tähän asti, [...] siinä on jo aika huikaa [...] vuosikymmenten aikana se kehitys ergonomian kannalta.”

3.2.3 Domestikaation kognitiivinen ulottuvuus: eksoskeletonin käytön oppiminen

Domestikaation kognitiivinen ulottuvuus liittyy erilaisten käytäntöjen ja merkitysten oppimiseen liittyviin kognitiivisiin prosesseihin. Kognitiivinen ulottuvuus viittaa siis siihen, kuinka ihmiset oppivat käyttämään uusia teknologioita (Ingeborgrud & Ryghaug, 2019).

Tulostemme mukaan eksoskeletonin pukeminen ja riisuminen koettiin pääsääntöisesti helpoksi, kunhan se oli esisäädetty käyttäjälle sopivaksi. Joillakin osallistujilla oli haasteita reisosien pukemisessa oikean hihnan löytämiseen liittyvien hankaluuksien vuoksi. Myös muoviosat tuntuivat hieman haastavilta, koska ne olivat liukkaita. Kaksi osallistujaa toivoi karheampaa pintamateriaalia tai vaikkapa pallomaista tai T-kirjaimen muotoista vedintä aktivointihihnoihin. Puku itsessään koettiin helppokäyttöiseksi, mutta käyttömukavuuteen liittyi pulmia.

”Mä mietin, että voisko ne reisihommat [...] olla siis semmosta joustavaa? Ne tulis napakasti [reiteen], mutta joustais. Kauheen kovaa toi tommonen repun hihna.”

Haastavimpana koettiin puvun aktivoinnin ja deaktivoinnin muistamisen oppiminen. Kokeilussa ilmeni esimerkiksi tilanteita, joissa käyttäjä muisti vasta työtehtävän jälkeen, että puku oli jäänyt aktivoimatta. Muistutukset ja kunnollinen pukuun totuttelu auttavat välttämään tällaisia ongelmia.

”No se pukeminen oli helppoo. [...] ku vaan muisti sen, et [...] täytyy [...] muistaa aktivoida ennen ku tekee [...] siinä oli vähän semmosta, [...] ettei alkuun meinannut muistaa, että ai niin, laitas nyt noin, ja oli jo tehnyt sen (naurahdus) homman.”

Hoitajataustainen tutkija antoi laitteen käytön perehdytyksen diaesityksen avulla. Esitys kuvasi puvun tarkoitusta ja rakennetta sekä mahdollisia käytön esteitä. Pukemisohjeet annettiin videon avulla. Jokainen osallistuja sai tämän jälkeen yksilöllistä tukea puvun pukemisessa ja riisumisessa. Lisäksi perehdytykseen kuului nostoharjoitus, jossa osallistujat nostivat tuolia puku aktivoituna kolme kertaa ja ilman aktivointia kolme kertaa. Kyseinen harjoitus auttoi osallistujia hahmottamaan, kuinka suurta tukea puvulta voi odottaa. Lopuksi osallistujat saivat suomenkielisen käyttöohjeen ja tutkijan puhelinnumeron, johon he voivat soittaa saadakseen tukea käytön ongelmatilanteissa. Osallistujat pitivät näitä hyvinä käytäntöinä.

”No [...] se on semmoinen tietynlainen tuote, mikä pitää [...] saada sitten, et ihmiset ymmärtää, et mistä on kyse. Ja sitten, miten sitä käytetään ja miksi [...] Mun mielestä nää kaikki [...] ainakin täytyy [...]. Ja [...] oli riittävästi sitä kirjallista materiaalia, ja [...] videojutut, [...] en usko, että olis sen kummemmin voinut sitä esittääkään.”

”[...] omakin tämmöinen hoitotaustakin oli ihan kiva [...] lisä [...] mun mielestä se kertoo kans vähän sitä, että on sitä näkökulmaa [...]. Pitäis [...] ymmärtää, et mitä työtä me täällä tehdään, ja se olla se lähtökohta [...] sillä, kuka se [perehdyttävä] on.”

Käytännön näkökulmia arvostettiin eniten perehdyttämisen aikana. Osallistujat toivoivat, että perehdyttämiseen olisi kuulunut todellisissa työtilanteissa harjoittelu, jonka aikana perehdyttävä olisi kertonut heille, missä kohdissa puku tulee aktivoida ja deaktivoida. Lisäksi osallistujat olisivat halunneet kuulla esimerkkejä tilanteista, joissa he hyötyisivät eniten puvun käytöstä (kuten vuodepotilaan vaipanvaihto). Tutkimuksessa kuitenkin lähdettiin nimenomaan selvittämään sopivimpia työtehtäviä, joten tällaista tietoa ei vielä ollut.

”Ihan siis semmonen, että ois [...] ihan käytännössä kokeiltu sitä heti ensimmäisenä, et eihän me [...] tääl tuoleja nosteta [...]. Mun mielestä sitä ois pitänyt ihan [...] kokeilla, että [...] mennä suoraan jonkun asukkaan luo [...] mun mielestä se ois [...] tosi tärkeitä. [...] Mä oisin ehkä sisäistänyt sen paremmin, jos mä oisin tehnyt käytännössä sen [...].”

Kolmen viikon kokeilu-aika koettiin liian lyhyeksi puvun perusteelliseen juurruttamiseen hoitotyössä. Kolmivuorotyössä osalle hoitajista osui vain muutama vuoro, jolloin he saivat käyttää pukua. Jotkut osallistujista mainitsivat, että

eksoskeletonia tulisi käyttää vähintään kuusi viikkoa tai jopa kahdesta kolmeen kuukauteen, jotta siihen tottuisi paremmin ja siitä tulisi luontevampi osa työntekoa. Eräs osallistuja korosti, että ihmisten erilaisuus vaikuttaa siihen, miten he sisäistävät uusia asioita, kuten eksoskeletonin säätöjen tekemisen ja ylipäänsä sen käytön.

Esihenkilöille voi muotoutua uusia tehtäviä esimerkiksi ohjaukseen ja seurantaan liittyen. Heidän tulee ohjeistaa puvun käyttöä ja käyttäjiä sekä varmistaa ja seurata, että pukua hyödynnetään työssä.

”[...] no yleensä nää nyt tulee [...] esimiehen kautta kaikki tommoset. Ja sitten [...] että [...] ne [...] olis selkeitä, että minkälaisessa käytössä sitä on tarkoitus [...] käyttää, että minkälainen se on se käyttö. Ketä se koskee, ja [...] onks se [...] kaikille [...] vai onko se tietyille ihmisille vai [...]. Jotenkin mä vaan aattelen, että tääkin on nyt semmoinen, että [...] jos sanotaan, että hankitaan, niin [...] sitä [...] pitäis käyttää sitten, ettei se jää lojuu sinne jonnekin [...]. Sitä täytyis sitä käyttöäkin varmaan jollain tasolla seurata [...].”

3.2.4 Domestikaation sosiaalinen ulottuvuus: eksoskeleton osana ihmisten välistä vuorovaikutusta

Sosiaalinen domestikaatio, joka joidenkin tutkijoiden mukaan (Søraa ym., 2021) tulisi lisätä alkuperäiseen domestikaatioteoriaan, korostaa sosiaalisia prosesseja teknologian ”kesyttämässä” – sitä, kuinka teknologia voi tulla osaksi sosiaalista vuorovaikutustamme. Domestikaation sosiaalinen ulottuvuus tutkii esimerkiksi ihmisten suhteita toisiinsa ja ihmisten välistä vuorovaikutusta teknologiaa juurrutettaessa. Se tarkastelee teknologian juurruttamista sosiaalisena prosessina, jossa on mukana monia eri toimijoita – kyse ei siis ole pelkästään yksilöprosessista. (Søraa ym., 2021.) Sosiaalisessa domestikaatiossa teknologia nähdään toimijana, joka vaikuttaa sekä loppukäyttäjän ja hoitajan väliseen vuorovaikutukseen että muiden sidosryhmien väliseen vuorovaikutukseen (Goodall ym., 2019; Søraa ym., 2021).

Hoitajien tekemät havainnot osoittavat, että osa asukkaista ei kiinnittänyt pukuun mitään huomiota, kun taas toiset osoittivat kiinnostusta ja kyselivät puvusta. Sekä työvaatteet että laite olivat tummansinisiä, joten puku ei erottunut hoitajien vaatteista mitenkään silmiinpistäväällä tavalla. Osalla asukkaista oli muistisairauksia, ja osallistujat pohtivat tätä yhtenä mahdollisena syynä siihen, että nämä asukkaat eivät reagoineet pukuun lainkaan. Suurin osa asukkaiden luona vierailleista läheisistä ei myöskään kiinnittänyt erityistä huomiota puvun käyttöön, vaikkakin jotkut kyselivät, mikä se on. Puku esiteltiin asukkaille infotilaisuuden yhteydessä ja kerrottiin, mihin pukua käytetään, ja tässä yhteydessä asukkaat olivat kiinnostuneita puvusta.

”[...] en mä oikein tiedä, että silleen laajemmin mitään positiivista (nauradus) [...] asukkaatkin oli hyvin myönteisiä sen suhteen [...] joskus kauhistelivat kyllä, mutta [...] semmoista yleistä kauhistelua, mitä nyt ehkä halutaan osottaa, tietynlaista myötätuntoa.”

”(nauradus) Mä itse asiassa olin yhdellä [...] oli kolme vierasta ja jonkun päivällistarjottimen vein huoneeseen. Ja mulla oli tää sotisopa

päällä, niin siis kukaan ei puhunut yhtään mitään siitä. Siis yleensähan [he sanoisivat jotakin].”

”[...] Jollain tuli joku heitto, että lähetkö vuorikiipeilemään. Mä en muista, kuka se oli. Tämmösiä positiivisia, jos [...] on tullut.”

Työyhteisön kesken puvusta oli juteltu kiinnostuneeseen sävyyn. Hoitajat kyselivät hyödyistä ja käyttökokemuksista. Ryhmäkodin ulkopuolelta tulleet henkilökuntaan kuuluvat olivat myös olleet kiinnostuneita puvun nähtyään. Kaiken kaikkiaan keskustelun sävyn koettiin olleen neutraalin utelias.

”Mut kyl nyt työkaverit kyseli siitä just näitä kysymyksiä, että onko siitä apua, ja miltä se tuntuu ja [...] tämmöstä.”

”Neutraali, et niinku haetaan niitä hyviä puolia. [...] Mitään semmosta kauheen [...] radikaalia ei oo, että aika neutraalissävyyistä.”

Osallistujat kokivat, että johto ja organisaatio tukivat tutkimusta, koska nämä olivat sitoutuneet siihen alusta lähtien. Lisäksi tuotiin esille esihenkilöiden positiivinen suhtautuminen, joka näkyi tutkimuksesta kertomisena ja osallistumiseen kannustamisena. Hoitajat mainitsivat myös esihenkilöiden toivovan, että heidän alaisensa voivat hyvin, mistä tähän tutkimukseen osallistuminen oli yksi osoitus.

”Esihenkilöt on positiivisesti suhtautunu, tuoneet ja markkinoineet tätä asiaa silloin aikanaan.”

”No, kyllä mä uskon, että hekin tykkää, että me voidaan täällä hyvin ja jaksetaan tehdä tätä työtä, että vähemmän tulee sairaslomia tai muita [...], että uskosin, että et myönteisesti kyllä suhtautuvat tähän.”

3.2.5 Esihenkilöiden näkökulmia eksoskeletonien käyttöönottoon

Esihenkilöiden haastatteluissa ilmeni paljon samoja käyttöönotossa huomioon otettavia asioita kuin hoitohenkilöstönkin haastatteluissa. Esihenkilöt organisaation eri tasoilta korostivat, että käyttöönottilanteessa on tärkeää pystyä osoittamaan käytettävän laitteen hyödyt. Eksoskeletonin käytölle pitää olla selkeä tavoite, ja tämän tavoitteen pitää avata myös käytön hyödyt. Esihenkilöillä tulee näin ollen olla tietoa esimerkiksi eksoskeletonin käytön vaikutuksista, jolloin he voivat hyödyntää tätä tietoa käyttöönottovaiheessa – vaikkapa sanoen, että ”tämä otetaan nyt käyttöön, koska käytöstä on osoitettu olevan näitä-ja-näitä hyötyjä”. Tiedolla johtamisen ja riittävien perustelujen tärkeys nostettiin esille kertomalla myös muista teknologiakokemuksista.

”Että sitä pystytään riittävän hyvin perustelevaan niin [...] henkilökunta siihen sitten lähtee mukaan.”

”Mun mielestä se tiedolla johtaminen on [tärkeää], jos nyt mä otan sen kuvapuhelimen tähän, mikä meillä on ollut, että [...] kun me ollaan säännöllisesti kuukausittain seurattu niitä ja siellä on ollut ne prosentit esillä, että nää ja näin paljon.”

Esihenkilöt nostivat niin ikään esiin, että on keskeistä pystyä selkeästi kertomaan, missä työvaiheissa tai -tehtävissä eksoskeletonia erityisesti suositellaan käytettäväksi ja millaisia käyttökokemuksia hoitajilla on ollut.

”No en ollu aikasemmin kuullu, mutta [...] kun mä kuulin tästä ensimmäisen kerran, että ehdottomasti olis hyvä kokeilla, että jos olis jotain mitä voitais hyödyntää, hoitajien jotenkin keventää [työtä] [...] kun niitä ilmoituksia välillä tulee [...], että vähän on ehkä ollu huono työasento tai [...] on tullu [...] työtapaturmia [...], että on ollu vaikka pois töistä. No, ei tämä nyt välttämättä sitä estä, mutta [...] just se ergonomiahan on tosi tärkeä, että jaksat tätä työtä muutenkin tehdä [...]. Ehdottomasti olis hyvä sitten käyttökokemuksia [...] [saada] molempina puolina sitten, että osa on sanonu, että siitä on hyötyä, ja toiset sitten on kokenut, et ehkä ei sittenkään sovi [...] vartaloon [...]. Jotenkin eri kokosia varmaan ihmisiä ja sitten just naiset ja miehet [...] varsinaisesti naiset on ehkä kokenu [...], että se puristaa [...] rintakehästä tai siitä kohdasta [...].”

Läpi organisaation eri tasojen esihenkilöt nostivat esiin resurssien tarjoamisen tärkeyden. Pitää antaa aikaa, materiaaleja ja käytännön koulutusta, kun uutta työvälinettä tuodaan hoitotyöhön. Tästä hyvä kokeilunaikainen esimerkki oli, että lähiesihenkilö järjesti ryhmäkotiin kuormittuneisuusmittausten aikaisen lisätyöntekijän, kun hoitajat olivat näin toivoneet. Lisäksi esihenkilöt korostivat muun muassa koulutuksen oikea-aikaisuutta. Henkilöstön pitää saada jotakin tietoa jo ennen kuin uusi työväline saapuu yksikköön, ja käyttöönottokoulutus on järjestettävä heti, kun työväline on saapunut.

”Mut oli teknologia mikä tahansa ni siihen pitää olla se aika, on se sitte sovellus tai laite, koska jos ei oo aikaa siihen sen käyttöön tai siihen sen käytön perehtymiseen niin ei se [...] tuu toimiin [...]. Sitte ne jää sinne nurkkaan kai käyttämättä ja se pitää olla [...] osa sitä toimintaa, et se on ihan oikeesti kaikkien tiedossa, et hei, [...] nyt meil on tämmönen ja nyt tätä käytetään ja mis tilanteis tätä asiaa käytetään ja miten sitä käytetään. [...] Meillä muutenkin on ollu autonominen työvuorosunnittelu, et siin pystyy [...] joustavasti henkilöstö ite muokkaa niit työvuorojansa. Ja meil on tosi erilaisia työvuoroja [...]. Aamuvuoro saattaa alkaa seittemältä, puol kaheksalta, kaheksalta esimerkiks. Ja samal lailla voi olla välivuoroja joissain yksikössä, et on vaikka kahestatoista kuuteen [...] siinä kiireisimpänä aikana. Sitte on iltavuoroo ja yövuoroo [...].”

Haastatteluissa korostui nimenomaisesti lähiesihenkilön tai muun käyttöönotosta yksikössä vastaavan henkilön merkittävä rooli erilaisissa teknologian käyttöönotoissa. Tämä liittyi huoleen, ettei uusi työväline jäisi vain yhden tai muutaman henkilön vastuulle, jolloin sen kaikkea hyötyä ei saataisi käyttöön.

”[...] se lähiesihenkilö [on] tosi tärkeässä roolissa, että se motivoi sitä omaa tiimiä [...] siihen käyttöön, ja just ne hyödyt ja nämä mitä tekin toitte siihen juurruttamiseen esille [...] on tärkeitä. [...] Jos ei se ole lähiesihenkilö, niin voihan se olla joku muukin tiimi, ja siellä olisi [...] se innokas tyyppi, se joka pitää siitä huolta, ja mielellään monta

innokasta tyyppiä, että kun välillä ollaan lomalla ja välillä sairastutaan, ettei se sitten jää just [yhden] henkilön harteille.”

Esihenkilöillä oli erilaisia näkemyksiä siitä, miten pitkässä työsuhteessa olevalle työntekijälle eksoskeletonia tulisi tarjota. Korkeammalla organisaatiossa toimivat esihenkilöt olivat valmiita tarjoamaan jo kuukauden mittaisessa työsuhteessa olevalle eksoskeletonin käyttömahdollisuutta pitovoimaa tukevana tekijänä. Alemmalla esihenkilötasolla taas ajateltiin, että työsopimuksen pitäisi olla vähintään puolen vuoden pituinen. Myös pitkäaikaisten keikkalaisten eli ajoittain tuntityötä tekevien (kuten opiskelijoiden) perehdyttäminen eksoskeletonin käyttöön nähtiin mahdollisena.

”Kyllä mä ajattelisin, että kun meillä puhutaan aina listoista, että 3 viikkoa on yksi työvuorolista [...], että jos nyt tulee yksi listaksi eli 3 viikkoa, niin se on kyllä aika lyhyt aika, kun mietitään ne vapaapäivätkin siihen, että ajattelisin että olisi ehkä semmoinen vähintään kuukauden mittainen työsopimus sitten kuitenkin tai siitä yli.”

”Vähän pidempi, vähän pidempi pitää olla. Voi olla tuntityöläinen keikkalainen, joka sitten [...] kuitenkin [...] pitkällä aikajänteellä tulee toistuvasti.”

4 Eksoskeletonien käyttöönottomalli työpaikoille

Tässä luvussa kuvataan hankkeessa tuotetun [Eksoskeletonit hoito- ja hoivatyöhön – Opas käyttöönottoon](#) -käyttöönottomallin (kuva 13) tausta ja rakenne. Tutkimuksen tulosten soveltaminen käytäntöön ja levittäminen työelämää hyödyntävänä mallina oli keskeinen osa hanketta.



Kuva 13 Eksoskeletonit hoito- ja hoivatyöhön - Opas käyttöönottoon -mallin kansi (Saurio ym., 2023²)

4.1 Käyttöönottomallin tausta

Tutkimuksen myötä syntyneen käyttöönottomallin avulla pyritään helpottamaan eksoskeletonien käyttöönottoa ja hyödyntämistä hoitotyössä. Mallin avulla eksoskeletonien käyttöönotosta voidaan tehdä työntekijöiden näkökulmasta mielekkäämpää ja näin tukea työssäjaksamista. Malli on sovellettavissa erilaisiin hoitotyön ympäristöihin. Malli lähtee liikkeelle tilanteesta, jossa eksoskeletonin hankintapäätös on jo tehty.

Käyttöönottomalli luotiin tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tulosten pohjalta ja sitä pilotoitiin esihenkilöillä tutkimuksen toisessa vaiheessa. Tästä saatujen kehitystarpeiden perusteella mallia kehitettiin vielä ennen sen julkaisemista. Sen laadinnassa painotettiin käyttäjälähtöisesti etenkin hoitotyöntekijöiden kokemuksia, mutta myös esihenkilöiden näkökulma otettiin huomioon. Malliin sisällytettiin asiat,

² Mallin graafinen muotoilu ja kuvitus: Petri Hurme, Vinkeä Design Oy.

jotka erityisesti tulee ottaa huomioon, kun eksoskeletoita otetaan käyttöön hoitotyössä – liittyen esimerkiksi siihen, mitä käyttöönotto vaatii organisaatiolta, johtamiselta ja hoitohenkilöstöltä. Malli on suunnattu pääasiassa esihenkilötehtävissä toimiville sekä hoito- ja hoivahenkilöstölle ja opetustehtävissä toimiville. Sen on tarkoitus toimia työvälineenä erityisesti lähiesihenkilöille, joiden rooli on käyttöönotossa keskeinen. Vietäessä uusia teknologioita hoitotyön osaksi on otettava huomioon hoitotyön erityispiirteet, kuten organisatoriset, sosiaaliset ja eettiset tekijät sekä kiire ja resurssit (esim. Vehko ym., 2018). Edellä mainitut tekijät vaikuttavat sekä teknologioiden käyttöönottoon että käyttöön jäämiseen. Yksi työhön liittyvä yleinen kuormitustekijä on tilanne, jossa työn vaatimukset ja käytössä olevat mahdollisuudet eivät kohtaa toisiaan (Vehko ym., 2018). Malli auttaa kohtaamaan tällaisia teknologian käyttöönottoon liittyviä haasteita.

4.2 Käyttöönottomallin rakenne

Malli sisältää tutkimusperustaisia tietoja muun muassa siitä, mitä hoitaja tarvitsee (aika, erityyppinen tieto, jne.), jotta käyttöönotto sujuu luontevasti ja eksoskeletoon jää osaksi työtä. Mallin selkeyteen ja hyödynnettävyyteen kiinnitettiin erityistä huomiota esimerkiksi sisällyttämällä siihen tiivis ”tarkistuslista”, joka helpottaa mallin viestintää työyhteisöille ja organisaatioiden tehtävää huolehtia eksoskeletojen käyttöönoton eri vaiheista.

Malli on jaoteltu alla olevassa kuvassa 14 näkyvällä tavalla. Alkusanoissa kerrotaan mallin tavoite ja kohderyhmä. Tämän jälkeen kerrotaan lyhyesti, mitä eksoskeletojen käyttöön ovat ja miksi niitä on kehitetty. Seuraavaksi edetään eksoskeletojen käyttöönoton eri vaiheisiin, joita ovat suunnittelu, käytön aloitus ja juurruttaminen. Lopuksi mallista löytyvät tarkistuslista nopean tiedon tarpeessa oleville sekä viimeisenä lähteet ja lisätiedot.

Sisällys	
Alkusanat	3
Mikä ja miksi eksoskeleto?	4
Suunnittelu	6
Käytön aloitus	10
Juuruttaminen	11
Tarkistuslista	12
Lähteet	13
Lisätiedot	13

Kuva 14 Mallin sisällysluettelo (Saurio ym., 2023)

Kuvassa 15 näkyy käyttöönoton tarkempi jaottelu. Ensimmäinen vaihe, suunnittelu, opastaa vaihetta ennen kuin eksoskeleton on tullut yksikköön. Tässä vaiheessa tärkeimmät tehtävät ovat vastuuhenkilöiden löytäminen, tavoitteen kirkastaminen sekä viestinnän ja perehdytyksen suunnittelu. Tämä on selkeästi työllistävä vaihe, ja mallissa onkin annettu tälle osiolla eniten tilaa. Toisessa vaiheessa viedään suunnitelma käytäntöön eli tapahtuu käytön aloittaminen. Tällöin ensimmäisessä vaiheessa tehdyn suunnitelman mukaan viestitään, perehdytetään ja tuetaan käyttöönotettavaa yksikköä. Kolmas vaihe on myös hyvin merkityksellinen, koska siitä riippuu, tuleeko eksoskeletonista osa hoitajan työarkea vaiko ei. Tässä vaiheessa viestitään, arvioidaan ja seurataan käyttöä sekä pidetään osaamista yllä.



Kuva 15 Mallin jakautuminen kolmeen osioon (Saurio ym., 2023)

Kuvassa 16 näkyy käyttöönottomallin tarkistuslista. Tämä on suunniteltu ”kiireisille lukijoille” ja nimensä mukaisesti tarkistuslistaksi tukemaan käyttöönoton eri vaiheita. Tarkistuslistaan on koottu eri vaiheiden (suunnittelu, käytön aloitus ja juurruttaminen) pääkohdat.

Suunnittelu

- **Huolehdi** vastuuhenkilöiden valinnasta
- **Määrittele** käytön tavoite
- **Muista** viestinnän tärkeys
 - › Riittävästi, oikeaan aikaan, oikealle kohderyhmälle, oikean väylän kautta
- **Huolehdi** perehdytyksestä
 - › Aikataulu, sisältö, työarjen muutos, resurssit

Käytön aloitus

- **Viesti ja tiedota** – selkeät suunnitelmat jokaiselle taholle
- **Huolehdi** perehdytyksen onnistumisesta
- **Tarjota tukea** – ole kiinnostunut ja tarjoa apua tarvittaessa

Juurruttaminen

- **Viesti** – jaa tietoa onnistumisista
- **Seuraa** käyttöä ja sen vaikutuksia – tue tarvittaessa
- **Huolehdi** käytön osaamisen ylläpidosta

Kuva 16 Käyttöönottomallin tarkistuslista (Saurio ym., 2023)

5 Yhteenveto ja pohdinta

Sekä fysiologisten mittausten että kvalitatiivisen tutkimuksen tulosten perusteella eksoskeletonin käytölle on potentiaalia hoitotyön ympäristöissä. Fysiologisissa kuormittuneisuusmittauksissa kävi ilmi, että eksoskeletonin käyttö pienensi lihasten kokonaiskuormitusta työtehtävien aikana. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa osallistujat toivat esiin eksoskeletonin käytön monia hyötyjä ja suhteellisen harvoja haittapuolia. Hyödyiksi koettiin muun muassa eksoskeletonin antama tuki vuoteeseen tehtävissä hoitotoimenpiteissä sekä työergonomian koheneminen. Yhtenä haittapuolena sekä kvantitatiivisissa että kvalitatiivisissa tuloksissa tuli kuitenkin esiin jonkinasteinen käytönaikainen epämukavuus.

Fysiologisten kuormittuneisuusmittausten avulla selvitettiin, miten eksoskeletonin käyttö vaikuttaa hoitotyöntekijöiden fyysiseen kuormittuneisuuteen normaalin työpäivän aikana sekä kuinka paljon työtä voidaan keventää eksoskeletonin avulla. Tulokset arvioitiin sekä koko mittausjaksolta että jaoteltuna työntekijöiden ilmoittamien työtehtävien mukaan. Eksoskeleton vähensi alaselän lihasaktiivisuutta 14 %:lla oikealla puolella, 20 %:lla vasemmalla puolella ja vasemmassa etureidessä vähennys oli 18 %. Muissa lihaksissa aktiivisuus oli samansuuruista eksoskeletonin kanssa ja ilman sitä. Lihasten kokonaiskuormituksen pieneneminen oli keskimäärin 7 %. Eksoskeletonin käyttö ei merkittävästi lisännyt lihaskuormitusta missään mitatuista lihaksista. Eksoskeletonin käytön vaikutus oli yhtäläinen työvaiheesta riippumatta. Työtehtävistä hoitotoimet vuoteessa oli yleisin ja kuormittavin. Tässä eksoskeletonin käyttö vähensi lihasaktiivisuutta keskimäärin 25 %:lla, lukuun ottamatta etureittä.

Keskimääräisesti suoritettu työ luokiteltiin kevyeksi, mutta kuormitushuippujen aikana kuormitus kasvoi jopa lähelle raskasta. Eksoskeletonin käytöllä ei ollut vaikutusta hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitukseen. Hoitotyön keskimääräinen aineenvaihdunnallinen kuormitus oli $1,8 \pm 0,5$ MET ja keskimäärin $23 \pm 5,5$ % maksimaalisesta hapenottokyvystä.

Koettu kuormittuneisuus ja epämukavuus pysyivät samalla tasolla työvuoron jälkeen verrattuna työvuoroa edeltävään arvioon ilman eksoskeletonia, mutta kuormittuneisuus ja epämukavuus lisääntyivät työvuoron jälkeen eksoskeletonin kanssa työskennellessä. Epämukavuuden lisääntyminen eksoskeletonin kanssa oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,022$). Näin ollen subjektiivisesti eksoskeletonin käyttö arvioitiin epämukavaksi.

Fysiologisten mittausten tulokset

- Eksoskeleton pienensi lihasten kokonaiskuormitusta keskimäärin 7 %
- Lihaskuormitus pieneni suurimmillaan alaselässä 20 % ja etureidessä 18 %
- Eksoskeletonin käyttö ei lisännyt merkittävästi kuormitusta missään lihaksessa
- Eksoskeletonin käytön vaikutus oli yhtäläinen työvaiheesta riippumatta
- Keskimäärin suoritettu työ luokiteltiin kevyeksi (1.8 MET), mutta kuormitushuippujen aikana kuormitus kasvoi jopa lähelle raskasta
- Eksoskeletonilla ei ollut vaikutusta hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormitukseen
- Subjektiiivisesti eksoskeletonin käyttö arvioitiin epämukavaksi

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkittiin hoitajien ja hoitotyön edellytyksiä ja valmiuksia eksoskeletonin käyttöön. Tuloksena todettiin, että kaikki osallistujat olisivat valmiita käyttämään jonkinlaista eksoskeletonia työssään, jos käytön hyödyt ovat selvillä.

Eksoskeletonin käyttöönottoa ja hoitotyöhön juurruttamisen potentiaalia tutkittiin teknologian domestikaatioteorian neljän ulottuvuuden (käytännöllinen, symbolinen, kognitiivinen ja sosiaalinen) avulla. Eksoskeleton sopi parhaiten vuoteessa tehtäviin hoitotoimenpiteisiin, mutta kyykkyasennossa tehtäviin työtehtäviin ei niinkään, koska niissä se koettiin epämukavaksi. Eksoskeletonien suunnittelussa tulisikin jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota niiden käyttömukavuuteen. Tulokset osoittivat, että tarvitaan työtehtävien järjestyksen suunnittelua ja lisää tietoa siitä, missä työtehtävissä eksoskeleton toimii parhaiten. Käytännön asioiden, kuten eksoskeletonin säilytyspaikkojen ja hygieenisyydestä huolehtimisen käytäntöjen on oltava selkeitä.

Eksoskeleton koettiin normaaliksi työvälineeksi ilman siihen liitettyjä erityisiä merkityksiä. Esiin nostettiin kuitenkin tämänkaltaisen hoitajien hyvinvointia tukevan apuvälineen tarjoamisen yhteiskunnallinen arvo: hoitajien äänen esiin tuominen ja mahdollinen hoitotyön arvostuksen kasvaminen. Alkusäätöjen jälkeen eksoskeletonin pukeminen ja riisuminen sekä käyttö ylipäänsä koettiin pääsääntöisesti helpoksi. Aktivoinnin ja deaktivoinnin muistaminen työpäivän aikana vaatii kuitenkin sisäistämistä. Eksoskeletonin voidaan sanoa olleen myös sosiaalisesti hyväksytty: hoitajan päällä olevaan eksoskeletoniin ei juuri kiinnitetty huomiota, tai muiden ihmisten suhtautuminen oli neutraalin uteliasta.

Eksoskeleton on uusi työväline hoitotyössä, ja on hyvin tyypillistä, että ihmiset suhtautuvat uutuuksiin eri tavoin. Esiteltäessä eksoskeletonia hoitotyöntekijöille sen käytöstä saavat hyödyt tulee tuoda selkeästi esiin. On tärkeää antaa selkeät ohjeet työtehtävistä, joihin eksoskeleton parhaiten sopii. Tähän liittyen – teknisen käyttöopastuksen lisäksi – myös käytännön harjoitteet erilaisissa työtehtävissä

työpäivän aikana tulisi sisällyttää osaksi perehdyttämistä. Eksoskeletonin oikea-aikaisen aktivoinnin oppiminen vaatii usein muistuttamista ja aikaa. Aikaa vaatii myös käyttöön tottuminen kokonaisuudessaan. Osallistujat totesivat kolmen viikon olleen liian lyhyt kokeiluaika, mikä kannattaa ottaa huomioon vastaavissa tulevilla kokeiluilla.

Kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset

- Tulokset osoittavat, että eksoskeletoneiden käyttöönotolle on potentiaalia hoitotyön ympäristöissä
- Erityisesti hyötyä koettiin olevan vuoteeseen tehtävissä hoitotoimenpiteissä
- Jokainen tutkimukseen osallistunut hoitaja (N=12) kertoi olevansa valmis käyttämään jonkintyyppistä eksoskeletonia työssään, kunhan tiedostaa sen käytöstä saatavat hyödyt
- Eksoskeletonin käyttöönotossa ja juurruttamisessa on tunnistettavissa käytännöllisiä, symbolisia, kognitiivisia ja sosiaalisia tekijöitä (domestikaation eri ulottuvuuksien mukaisesti)
- Käyttöönottoon voi liittyä sekä käyttöönottoa edistäviä että hidastavia tekijöitä
- Eksoskeletonien käyttöönotossa huomioitavat seikat saattavat riippua useista asioista, kuten käytettävän eksoskeletonin tyyppistä, kyseisen hoitotyön luonteesta, ympäristöstä, hoitajien kiinnostuksesta ja osaamisesta, työn suunnittelusta ja organisoinnista sekä jopa asiakkaiden terveydentilasta
- Erityisesti lähiesihenkilöiden rooli on käyttöönotossa keskeinen

Tutkimus tuotti uutta käyttäjälähtöistä tietoa eksoskeletonien mahdollisuuksista ja rajoitteista hoitotyössä: tietoa laitteiden mitattavista vaikutuksista työn fyysiseen kuormittavuuteen sekä kvalitatiivista tietoa siitä, miten laitteiden käyttö koetaan ja millaisia mahdollisia sosiaalisia vaikutuksia käytöllä on. Eksoskeletonien käytöstä juontuvien erityyppisten vaikutusten lisäksi tutkimuksessa tunnistettiin käyttöönottoa edistäviä ja hidastavia tekijöitä. Näihin rakentuen tutkimuksessa kehitettiin käyttöönottomalli tukemaan ja helpottamaan eksoskeletonien sujuvaa käyttöönottoa hoitotyössä.

Kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimuksen tulokset tarjoavat yhdessä ja toisiaan täydentäen moniulotteisen kuvan eksoskeletonin käytön vaikutuksista. Kvalitatiiviset tulokset tarjoavat tietoa ihmisten ajattelusta ja toimintatavoista, joihin esimerkiksi perehdyttämällä ja johtamisen keinoin pystytään työpaikoilla reagoimaan. Esihenkilöillä onkin keskeinen rooli eksoskeletonin käytön tukemisessa hoitotyössä, jotta eksoskeletonin käytön tunnistettuja hyötyjä pystytään hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla ja toisaalta voidaan puuttua käytössä havaittuihin ongelmakohtiin. Laaja-alainen perehdyttäminen ja henkilöstöä osallistava viestintä jo alusta lähtien ovat tärkeitä. Johtamisessa olennaista on muun muassa, että laitetta käytetään juuri sellaisissa työtehtävissä, joissa siitä on todettu olevan eniten hyötyä ja työprosessit suunnitellaan ja niihin tehdään tarvittavia muutoksia tämän tiedon

mukaisesti. Erityisesti lähiesihenkilöiden rooli eksoskeletonin käyttöön motivoinnissa ja tukemisessa on keskeinen, jotta käytöstä tulee yhteinen asia, eikä se jää vain yhden henkilön vastuulle. Tämän roolin ja työn tueksi hankkeessa kehitettiin luvussa 4 esitelty käyttöönottomalli.

Hoitotyötä helpottaville apuvälineille ja tutkimustuloksille niiden käytön mahdollisista hyödyistä ja esteistä on selkeä yhteiskunnallinen tilaus, ja tähän hanke toi oman panoksensa. Tutkimustieto voi lisätä hoiva-alan kehittäjien ja toimijoiden mahdollisuuksia puuttua työn fyysiseen kuormittavuuteen ja varautua alalla uuden laiteryhmän tuomiin haasteisiin. Hankkeen uutuusarvona oli monitieteisen ja -menetelmällisen tiedon kertyminen eksoskeletonien käyttöönotosta hoitotyössä sekä kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen tutkimustiedon yhdistäminen yhteiseksi kokonaisuudeksi. Näin saatiin tuotettua laaja-alaista tietoa eksoskeletonien käytöstä ja sen vaikutuksista hoitotyössä. Työntekijöiltä saatava käyttäjälähtöinen tieto on olennaisessa asemassa, kun halutaan edistää eksoskeletonien kaltaisen uuden teknologian potentiaalisten hyötyjen toteutumista. Hanke toi tietoa tukemaan työhyvinvoinnin lisäämiseen tähtäävää työelämämuutosta, jossa tuodaan uusi väline hoitotyön osaksi.

Tämän hankkeen tulosten perusteella voidaan sanoa, että eksoskeletoneilla on potentiaalia parantaa hoitotyöntekijöiden työhyvinvointia ja työmotivaatiota ja sitä kautta lisätä hoitotyön houkuttelevuutta. Yhä vaikuttavampi teknologian hyödyntäminen on myös sosiaali- ja terveystieteellinen haaste. Tämä vahvistaa entisestään monimenetelmällisen tutkimuksen tarvetta aihepiirissä.

Tässä hankkeessa tutkittu eksoskeleton on laitteena suhteellisen yksinkertainen verrattuna esimerkiksi kuntoutuksessa käytettäviin aktiivisiin eksoskeletoneihin. Eksoskeletonien käyttöönoton keskeiset edellytykset hoitotyössä saattavat riippua useista asioista, kuten käytettävän eksoskeletonin tyypistä, kyseisen hoitotyön luonteesta, ympäristöstä, hoitajien kiinnostuksesta ja osaamisesta, työn suunnittelusta ja organisoinnista sekä jopa asiakkaiden terveydentilasta. On kuitenkin tiedostettava, että omasta fyysisestä kunnosta huolehtiminen ja hyvä työergonomia ovat hoitajalle kaiken perusta, eivätkä eksoskeletonit tai muutkaan apuvälineet voi korvata puutteita näissä.

Hankkeen tulokset voivat hyödyttää hoitotyön organisaatioita ruohonjuuritason työntekijöistä suunnittelu- ja johtoportaan asti sekä eksoskeletonien kehittäjiä ja valmistajia. Tulokset voivat auttaa eksoskeletonien potentiaalinen hyödyntämisessä – parhaiden käytäntöjen tunnistamisessa ja karikoiden välttämässä – ja siten edesauttaa yhä vaikuttavampaa teknologian käyttöä tulevaisuuden hoitotyössä.

Lähteet

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, Jr. D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C. & Leon, A.S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(8), 1575–1581.
- ASTM International. (2021). Standard terminology for exoskeletons and exosuits (ASTM F3323–21). <https://www.astm.org/f3323-21.html>
- Auxivo AG. (2023a). Auxivo LiftSuit. <https://www.auxivo.com/liftsuit>
- Auxivo AG. (2023b). How Exoskeletons Provide Support White Paper. <https://www.auxivo.com/post/how-exoskeletons-provide-support>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377–381.
- De Looze, M., Bosch, T., Krause, F., Stadler, K. S. & O’Sullivan, L. W. (2015). Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics*, 59(5), 671–681. <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1081988>
- Eläketurvakeskus. (2023). Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet nousseet uusien työkyvyttömyyseläkkeiden yleisimmäksi syyksi. <https://www.etk.fi/ajankohtaista/tuki-ja-liikuntaelinten-sairaudet-nousseet-uusien-tyokyvyttomyyselakkeiden-yleisimmaksi-syyksi/>
- Firstbeat Technologies Oy. (2014). Stress and Recovery Analysis Method Based on 24-hour Heart Rate Variability – Firstbeat White Paper. <https://www.firstbeat.com/fi/stress-recovery-analysis-method-based-24-hour-heart-rate-variability-firstbeat-white-paper/>
- Giustetto, A., Dos Anjos, V., Gallo, F., Monferino, R., Cerone, G, Di Pardo, M., Gazzoni, M. & Cremasco, M. (2021). Investigating the effect of a passive trunk exoskeleton on local discomfort, perceived effort and spatial distribution of back muscles activity. *Ergonomics*. 10, 1-23. doi: 10.1080/00140139.2021.1928297.
- Goodall, G., Ciobanu, I., Broekx, R., Sørgaard, J., Anghelache, I., Anghelache-Tutulan, C., Diaconu, M., Mæland, S., Borge, T., Dagestad, A., Bormans, P., Custers, M., Losleben, K., Valadas, R., de Almeida, C. V., Matias, A., Marin, A., Taraldsen, K., Maetzler, W., Berceanu, M. & Serrano, J. A. (2019). The role of adaptive immersive technology in creating personalised environments for emotional connection and preservation of identity in dementia care. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 11(1-2), 13–22.
- Gopura, R.A.R.C. & Kiguchi, K. (2009). Mechanical designs of active upper-limb exoskeleton robots. IEEE 11th International Conference on Rehabilitation Robotics. Kyoto: Kyoto International Conference Center.
- Haddon, L. (2006). The contribution of domestication research in in-home computing and media consumption. *The Information Society*. 22, 1-9.

- Haddon, L. (2011). Domestication analysis, objects of study, and the centrality of technologies in everyday life. *Canadian Journal of Communication*, 36(2), 311–323.
- Hwang, J., Kumar Yerriboina, V. N., Ari, H. & Kim, J. H. (2021). Effects of passive back-support exoskeletons on physical demands and usability during patient transfer tasks. *Applied Ergonomics*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103373>
- Ingeborgrud, L., & Ryghaug, M. (2019). The role of practical, cognitive and symbolic factors in the successful implementation of battery electric vehicles in Norway. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 130(December), 507–516.
- Johansson-Pajala, R-M., Thommes, K., Hoppe, J.A., Tuisku, O., Hennala, L., Pekkarinen, S., Melkas, H. & Gustafsson, C. (2020). Care Robot Orientation: What, Who and How? Potential Users' Perceptions. *International Journal of Social Robotics*, 12, 1103-1117. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-0061>
- Kehusmaa, S. & Alastalo, H. (2021). Laki muuttui – Lähi- ja sairaanhoitajien määrä ei vielä ole noussut vanhustalveluissa. *Tutkimuksesta tiiviisti 47/2021*. Terveysten ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki.
- Lee, H., Kim, W., Han, J. & Han, C. (2012). The technical trend of the exoskeleton robot system for human power assistance. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 13, 1491–1497.
- Lie, M., & Sørensen, K. H. (1996). *Making technology our own? Domesticating technology into everyday life*. Scandinavian University Press.
- Niemelä, M., Heikkinen, S., Koistinen, P., Laakso, K., Melkas, H. & Kyrki, V. (eds.) (2021). *Robots and the Future of Welfare Services – A Finnish Roadmap*. Aalto University publication series CROSSOVER, 4/2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-64-0323-6>
- Pekkarinen, S. & Melkas, H. (2019). Welfare state transition in the making: Focus on the niche-regime interaction in Finnish elderly care services. *Technological Forecasting & Social Change*, 145, 240-253.
- Pekkarinen, S., Hennala, L., Tuisku, O., Gustafsson, C., Johansson-Pajala, R-M., Thommes, K., Hoppe, J.A. & Melkas H. (2020). Embedding care robots into society and practice: Socio-technical considerations. *Futures*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102593>
- Rutenfranz, J. (1981). *Arbeitsmedizinische Aspekte des Stressproblems (Work physiology aspects of occupational stress problems)*. Teoksessa Nitsch, J.R. (toim.), *Stress: Theorien, Untersuchungen, Massnahmen*. Verlag Hans Huber, Bonn.
- Salonen, L., Blomgren, J. & Laaksonen, M. (2020). From long-term sickness absence to disability retirement: diagnostic and occupational class differences within the working-age Finnish population. *BMC Public Health* 20, 1078. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09158-7>
- Saurio, R., Pekkarinen, S., Laakso, H. & Melkas, H. (2023). *Eksoskeletoinit hoito- ja hoivatyöhön – Opas käyttöönottoon*. LUT Scientific and Expertise Publications Oppimateriaalit – Lecture Notes No. 27. LUT-yliopisto, Lahti. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-948-2>

Schömbs, S., Klein, J. & Roesler, E. (2023). Feeling with a robot—the role of anthropomorphism by design and the tendency to anthropomorphize in human-robot interaction. *Frontiers in Robots and AI* 10:1149601. doi: 10.3389/frobt.2023.1149601

Settembre, N., Maurice, P., Paysant, J., Theurel, J., Claudon, L., Kimmoun, A., Levy, B., Hani, H., Chenuel, B. & Ivaldi, S. (2020). The use of exoskeletons to help with prone positioning in the intensive care unit during COVID-19. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 63(4), 379–382. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.05.004>

Silverstone, R., & Haddon, L. (1996). Design and the domestication of information and communication technologies: Technical change and everyday life. Teoksessa Mansell, R., & Silverstone, R. (toim.), *Communication by design: The politics of information and communication technologies* (pp. 44–74). Oxford University Press.

Søraa, R. A., Nyvoll, P., Tøndel, G., Fosch-Villaronga, E. & Serrano, J. A. (2021). The social dimension of domesticating technology: Interactions between older adults, caregivers, and robots in the home. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120678. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120678>.

Sørensen, K. H. (2005). Domestication: the enactment of technology. Teoksessa T. Berker, M. Hartmann, Y. Punie & K. J. Ward (toim.), *Domestication of media and technologies* (pp. 40–61). Open University Press.

Tornqvist, E. W. (2012). Work Demanding High Energy Metabolism. Teoksessa Toomingas, A., Mathiassen, S. E. & Tornqvist, E. W. (toim.) *Occupational physiology* (pp. 19-58). CRC Press, Boca Raton (FL).

Tuki- ja liikuntaelinliitto Tule ry. (2023). Tule-kustannukset. <https://suomentule.fi/paattajille/tule-kustannukset/>

Turja, T., Saurio, R., Katila, J., Hennala, L., Pekkarinen, S. & Melkas, H. (2020). Intention to Use Exoskeletons in Geriatric Care Work: Need for Ergonomic and Social Design. *Ergonomics in Design*. <https://doi.org/10.1177/1064804620961577>

Työ- ja elinkeinoministeriö, Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus & TE-palvelut. (2021). *Suomen Ammattibarometri I/2021*.

Työterveyslaitos. (2018). Kunnan ylläpito: Miksi? Mitä? Miten? Milloin? 4M ensihoitajien hyvän työkyvyn ylläpitämiseksi. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/01/Ensihoitaja_huolehdi_kunnostasi_opettajalle.pdf

Työterveyslaitos. (2020). Työelämätieto: Sairauspoissaolot ja työn raskaus. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet – Palvelu-, myynti- ja hoitotyöntekijät – Perushoitajat, lähihoitajat ym. Tietokanta. <https://www.tyoelamatieto.fi/#/fi/dashboards/physical-exposure-and-sick-leaves>

Työterveyslaitos. (2023). Eksoskeleton hoitotyössä. Kirjoittajat: Rauttola, A.-P., Mänttari, S., Karkulehto, J., Säynäjäkangas, P. & Oksa, J. Julkaisematon tutkimusraportti.

Vehko, T., Josefsson, K., Lehtoaro, S. & Sinervo, T. (2018). Vanhuspalveluiden henkilöstö ja työn tuloksellisuus rakennemuutoksessa. Julkari: THL Raportti 16/2018. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-343-241-3>

Weston, E. B., Alizadeh, M., Knapik, G. G., Wang, X. & Marras, W. S. (2018). Biomechanical evaluation of exoskeleton use on loading of the lumbar spine. *Applied Ergonomics*, 68, 101–108.

Yang, C. J., Zhang, J.F., Chen, Y., Dong, Y.M. & Zhang, Y. (2008). A review of exoskeleton-type systems and their key technologies. *Teoksessa Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 222(8), 1599-1612. doi:[10.1243/09544062JMES936](https://doi.org/10.1243/09544062JMES936)

Hankkeen julkaisut

Saurio, R., Melkas, H., Rauttola, A-P., Mänttari, S., Oksa, J. & Pekkarinen, S. (2023). Eksoskeletonit ja hoitajan muuttuva työarki. LUT Scientific and Expertise Publications, Tutkimusraportit – Research Reports No. 158. LUT-yliopisto, Lahti.

Saurio, R., Pekkarinen, S., Hennala, L. & Melkas, H. (2023). Exoskeletons – human-centred solutions to support care workers? Teoksessa Pfannstiel, M.A. (toim.), Human-Centered Service Design for Healthcare Transformation – Development, Innovation, Change. Springer.

Saurio, R., Pekkarinen, S., Laakso, H. & Melkas, H. (2023). Eksoskeletonit hoito- ja hoivatyöhön – Opas käyttöönottoon. LUT Scientific and Expertise Publications, Oppimateriaalit – Lecture Notes No. 27. LUT-yliopisto, Lahti.
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-948-2>

Saurio, R., Pekkarinen, S. & Melkas, H. (2023). User Experiences on the Implementation of Exoskeletons in Care Work. Teoksessa Mantas, J., Gallos, P., Zoulias, E., Hasman, A., Househ, M.S., Charalampidou, M. & Magdalino, A. (toim.), Healthcare Transformation with Informatics and Artificial Intelligence, Studies in health technology and informatics 305, s. 533–536, Ios Press.
<http://dx.doi.org/10.3233/SHTI230551>

Saurio, R., Pekkarinen, S., Säynäjäkangas, P., Mänttari, S., Rauttola, A-P., Oksa, J. & Melkas, H. (Tulossa). Social and health impacts of exoskeleton use on care workers (artikkelikäsikirjoitus).

