



Eksoskeletonien hyödyntäminen hoitotyössä

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Jenni Kokkarinen

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2022

Hoitotyön koulutusohjelma
Sairaanhoitajan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sairaanhoitajan tutkinto-ohjelma

KOKKARINEN, JENNI:
Eksoskeletonien hyödyntäminen hoitotyössä
Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Tammikuu 2022

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää hoitotyöntekijöiden kokemuksia eksoskeletonien käytöstä hoitotyössä. Aihe rajattiin koskemaan hoitotyöntekijöillä käytettäviä eksoskeletoneita. Tiedonhaussa käytettiin elektronisia Medic-, Finna-, CINAHL-, ja Medline- tietokantoja. Katsaukseen valikoitui neljä englanninkielistä ja vertaisarvioitua alkuperäistutkimusta sekä yksi vertaisarvioitu feature-artikkeli. Tutkimusmenetelmä oli kuvaileva kirjallisuuskatsaus ja artikkelit analysoitiin induktiivisen sisällönanalyysin avulla.

Eksoskeletoneilla tarkoitetaan puettavia, mekaanista tukea antavia ulkoisia rakenteita, joiden avulla voidaan lisätä käyttäjän voimaa, vähentää fyysisen työn aiheuttamaa kuormitusta kehossa ja vähentää tätä kautta tuki- ja liikuntaelinvaikeiden ilmaantuvuutta sekä tuki- ja liikuntaelinsairauksien riskiä. Kokemukset eksoskeletonien käytöstä hoitotyöntekijöillä tai hoitotyön mukaisissa tehtävissä tiivistettiin tässä opinnäytetyössä kuuteen yläluokkaan: vaikutukset fyysiseen toimintakykyyn, muotoilun vaikutus käytettävyyteen, eksoskeletonin luotettavuus, turvallisuus ja ylläpito, sosiaalisen ympäristön vaikutukset, odotetut ja koetut hyödyt, tiedon ja käytännön kokemuksen puute.

Eksoskeletonit vähensivät kehon fyysistä kuormitusta osassa lihaksia ja saattoivat parantaa kehon suorituskykyä. Toisaalta eksoskeletonien käyttö saattoi lisätä kuormitusta muissa kehonosissa. Vaikutukset vaihtelivat myös eri eksoskeletonien ja suoritettavan tehtävän välillä. Laitteiden muotoilulla ja käytön miellyttävyydellä, kuten laitteen istuvuudella, oli vaikutuksia käytettävyyteen ja edelleen käyttäjien halukkuuteen käyttää eksoskeletonia. Muita eksoskeletonien hyväksyttävyyteen ja käytettävyyteen vaikuttavia tekijöitä olivat muun muassa laitteiden turvallisuus, luotettavuus ja ylläpidon helppous, sosiaalisen toimintaympäristön eri tekijät kuten eksoskeletonien vaikutukset potilas-hoitaja-vuorovaikutukseen tai kollegoiden asenne, laitteelta odotetut ja koetut lyhyt- ja pitkäaikaishyödyt sekä tiedon ja käytännön kokemuksen olemassaolo tai vastaavasti sen puute.

Eksoskeletoneiden onnistunut käyttöönotto terveysalalla vaatii lisätutkimuksia ja testausta käytännön työtehtävissä ja ennen kaikkea itse hoitotyöntekijöillä. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Tampereen ammattikorkeakoululle Sote Virtual Lab:n ja sosiaali- ja terveysyksikön kanssa yhteistyössä. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota aikaisempaa tutkittua tietoa eksoskeletoneista, jota voidaan hyödyntää tutkimus-, kehitys-, ja innovaatiotoiminnassa kuten esimerkiksi hankevalmisteluissa.

Asiasanat: eksoskeleton, työperäiset tuki- ja liikuntaelinsairaudet, hoitotyö

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Nursing and Health Care

KOKKARINEN, JENNI:
The use of exoskeletons in nursing
Literature review

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 7 pages
January 2022

Musculoskeletal disorders (MSDs) are a significant work-related problem in the healthcare sector. Exoskeleton technology can have potential in reducing musculoskeletal symptoms. The objective of this study was to examine and gather up experiences of the use of exoskeletons among healthcare workers especially with nurses and .

This thesis was conducted by using literature review. The data was collected in May 2021 by using Medic-, Finna-, CINAHL-, and Medline online databases and it consisted of four research article and one feature-article. All articles were peer-reviewed and they were analyzed with inductive content analysis method.

In this thesis the experiences of the use of exoskeletons in health care workers were summarized in six upper categoriers: 1. impacts on physical performance, 2. impacts of design in usability, 3, reliability, safety and maintenance, 4, impacts of social environment, 5. perceived or expected benefits, 6. lack of information and experience.

Successful implementation of exoskeletons in health care sector requires more research and especially practical testing in real work environments with real health care workers. Gathered information in this thesis could be used in further studies and for professional purposes. This thesis was conducted in collaboration with Tampere University of applied Sciences' Virtual Lab for Social and Health Care (Sote Virtual Lab).

Key words: exoskeleton, work-related musculoskeletal disorders, nursing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT	6
	2.1 Hoitotyö ja hoitotyöntekijä	6
	2.2 Tuki- ja liikuntaelinsairaudet hoitotyössä	7
	2.2.1 Tuki- ja liikuntaelinsairaudet ja niiden esiintyvyys	7
	2.2.2 Tule-sairauksien riskitekijät	8
	2.2.3 Fyysisten riskitekijöiden ehkäisy	10
	2.3 Eksoskeleton	10
	2.4 Eksoskeletonien käyttö terveydenhuollossa	13
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET ..	16
4	KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN	17
	4.1 Laadullinen tutkimus ja kuvaileva kirjallisuuskatsaus	17
	4.2 Kirjallisuushaku	19
	4.3 Aineiston kuvaus ja sisällönanalyysi	24
5	TULOKSET	26
	5.1 Vaikutukset fyysiseen toimintakykyyn	27
	5.2 Muotoilun vaikutus käytettävyyteen	28
	5.3 Eksoskeletonin luotettavuus, turvallisuus ja ylläpito	29
	5.4 Sosiaalisen ympäristön vaikutukset	30
	5.5 Odotetut ja koetut hyödyt	31
	5.6 Lisätutkimustarpeita	32
6	POHDINTA	34
7	LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS	36
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	43
	Liite. 1. Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset.	43

1 JOHDANTO

Yli 65-vuotiaiden osuus Suomen väestöstä oli vuonna 2010 17,5 %. Väestöennusteen mukaan yli 65-vuotiaiden osuus kattaa vuonna 2040 noin 27,2 % ja vuonna 2070 jopa 33,1 % eli lähes kolmasosan Suomen väestöstä. Vastaavasti työikäisten, 15–64-vuotiaiden, osuus laskee arvioiden mukaan 66 prosentista (vuonna 2010) 55,3 prosenttiin vuoteen 2070 mennessä. (Suomen virallinen tilasto 2018.) Väestön ikääntyminen ja työikäisten määrän väheneminen yhdessä eliniän odotteen kasvun kanssa tuovat haasteita sosiaali- ja terveydenhoitoalalle: hoidettavien määrä lisääntyy, työvoiman saanti vaikeutuu ja työssäkäyvien hoitotyöntekijöiden keski-ikä nousee (EU OSHA 2020,1). Samanaikaisesti tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat merkittävä sairauspoissaolojen syy sosiaali- ja terveysalalla, jota osaltaan selittää työssä tehtävät fyysisesti raskaat tehtävät kuten potilassiirrot.

Eksoskeletonien eli ulkoisten tukirankojen avulla on mahdollista tukea käyttäjän kehoa fyysisesti raskaiden työtehtävien aikana, vähentää kehoon kohdistuvaa fyysistä kuormitusta ja tätä kautta myös tuki- ja liikuntaelinoireiden ilmaantuvuutta. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa ja kuvata laaja-alaisesti aikaisempia kokemuksia hoitotyössä käytettävistä eksoskeletoneista ensisijaisesti hoitotyöntekijöiden näkökulmasta ja hoitajilla käytettävistä eksoskeletoneista.

Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) Sote Virtual Lab:n (SVL) ja sosiaali- ja terveystieteiden yksikön kanssa yhteistyössä. Sote Virtual Lab toimii innovaatioalustana Tampereen ammattikorkeakoulun tutkimus-, kehitys-, ja innovaatiopalveluille sekä korkeakouluyhteisön ja sosiaali- ja terveysalan toimijoille (TAMK n.d.). SVL:n tavoitteena on tutkia ja kehittää käyttäjä- ja ihmislähtöisiä teknologiaratkaisuja sekä hyvinvointipalveluja, ja vahvistaa näihin ratkaisuihin ja palveluihin liittyvää uutta osaamista (TAMK n.d.). Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Sote Virtual Labille aikaisempaa tutkittua tietoa, jota voidaan hyödyntää tutkimus-, kehitys-, ja innovaatiotoiminnassa kuten esimerkiksi hankevalmisteluissa.

2 TEOREETTISET LÄHTÖKOHDAT

2.1 Hoitotyö ja hoitotyöntekijä

Hoitotyön englanninkielisen käsitteen ”nursing” juuret ovat Florence Nightingalen teoksessa ”Notes on nursing” vuodelta 1860. Nightingalen mukaan hoidosta puhuttaessa tulisi sillä tarkoitaa pelkän lääkkeiden annon ja hauteiden asettamisen sijaan ”raittiin ilman, valon, puhtauden ja hiljaisuuden oikeata hyväksikäyttämistä sekä ruoan sopivaa valintaa ja säännöstelyä”. Työ tulisi suorittaa siten, että potilas kuluttaa voimavarojaan mahdollisimman vähän. (Nightingale 1964, 11.)

Henderson (1964) on sittemmin määritellyt hoitotyötä sairaanhoitajan työnkuvan kautta. Sairaanhoitajan tehtävä on avustaa yksilöä terveyteen, toipumiseen ja rauhalliseen kuolemaan liittyvissä toiminnoissa silloin kun hänen omat voimansa, tahto tai tieto eivät siihen riitä. Tavoitteena on tukea yksilöä siten, että hän saavuttaa itsenäisen toimintakyvyn mahdollisimman nopeasti. Muita sairaanhoitajalle kuuluvia tehtäviä ovat muun muassa lääkärin laatiman hoitosuunnitelman toteuttaminen yhdessä potilaan kanssa sekä lääkintätiimin jäsenenä toimiminen ja muiden jäsenten auttaminen. Potilaan tulee olla hoitotyön keskiössä ja hoitotyön toimintojen tulisi keskittyä potilaan auttamiseen. Onnistunut hoito edellyttää myös potilaan osallistumista omaan hoitoonsa. (Henderson 1964, 63.)

Leino-Kilpi ja Välimäki (2014) lähestyvät hoitotyötä hoitamisen käsitteen kautta. Hoitamisella tarkoitetaan toimintaa, jolla pyritään edistämään terveyttä. Hoitaminen jaetaan luonnolliseen ja ammatilliseen hoitamiseen. Luonnollinen hoitaminen käsittää itsehoidon sekä perheen, lähipiirin, ystävien tai muiden ihmisryhmien tarjoaman terveyttä edistävän toiminnan. Ammatillisella hoitamisella puolestaan tarkoitetaan terveydenhuoltoalan koulutuksen saaneiden ammattihenkilöiden antamaa hoitoa, joka pyrkii edistämään terveyspalvelujen käyttäjien terveyttä hyödyntämällä ammatillisia, hoitotieteeseen perustuvia, auttamismenetelmiä. (Leino-Kilpi & Välimäki 2014, 23.) Hoitotoiminnot ja interventiot voivat myös perustua ammattilaisten kokemuksiin tai koettuihin käytänteisiin (Eriksson ym. 2016, 32).

Hoitotyöllä tarkoitetaan hoitotyöntekijöiden, kuten sairaan- ja terveydenhoitajien, kätilöiden ja lähihoitajien, harjoittamaa ammatillista hoitamista. Hoitotyötä tehdään terveyspalvelujen käyttäjien sekä muiden terveydenhuollon ammattiryhmien kanssa. Hoitotyön perustehtävä on ihmisten tukeminen oman terveyden ylläpitämisessä ja saavuttamisessa. (Leino-Kilpi & Välimäki 2014, 23–24.)

Tässä opinnäytetyössä hoitotyöllä tarkoitetaan sairaan- ja terveydenhoitajien, kätilöiden sekä lähi- ja perushoitajien tai näitä aloja opiskelevien henkilöiden terveydenhuollon eri toimintaympäristöissä harjoittamaa ammatillista hoitamista. Ammatillinen hoitaminen rajataan koskemaan avustamista fyysisissä toiminnoissa, kuten liikkumisessa, sillä eksoskeletonien eli ulkoisten tukirankojen pääasiallinen käyttötarkoitus on tukea ja avustaa käyttäjän kehoa tarvittavien fyysisten liikkeiden suorittamisessa. Fyysisen tuen avulla on mahdollista vähentää kehoon aiheutuvaa fyysistä kuormitusta ja täten ehkäistä tuki- ja liikuntaelinsairauksien riskiä hoitotyössä. Opinnäytetyön tutkimuskysymykseen vastaavia tutkimuksia löytyi niukasti, joten opinnäytetyöhön on otettu mukaan myös sellaisia tutkimuksia, joissa eksoskeletonien käyttöä tutkitaan hoitotyötä vastaavassa työympäristössä tai hoitotyön ympäristöä simuloivissa laboratorio-olosuhteissa, mutta muiden kuin hoitotyöntekijöiden suorittamana.

2.2 Tuki- ja liikuntaelinsairaudet hoitotyössä

2.2.1 Tuki- ja liikuntaelinsairaudet ja niiden esiintyvyys

Tuki- ja liikuntaelinsairaudella (tule-sairaus) tarkoitetaan pehmytkudosten, luiden tai nivelten sairautta, joihin luetaan kuuluvaksi muun muassa ylikuormituksen, aineenvaihdunnan häiriöiden sekä rappeumamuutosten seurauksena syntyvät kiputilat (Työsuojelusanasto 2006). Suurin osa tule-vaivoista ei ole diagnosoitavissa selkeiksi sairauksiksi, vaan ne ilmenevät esimerkiksi epämääräisinä kipuinä ja oireina alaselän, kaulan, olkapäiden, käsien tai jalkojen alueella (EU-OSHA 2020, 1). Työperäisistä tule-sairauksista puhutaan, kun sairauden pääasiallinen aiheuttaja tai oireilua pahentava tekijä on työ ja siihen liittyvä välitön työympäristö (de Kok ym. 2019,11).

Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet ovat yleisin työperäinen terveysongelma Euroopan Unionissa (EU), jossa arviolta noin 60 % työntekijöistä kärsii tule-vaivoista (de Kok ym. 2019,11-12). Suomessa tuki- ja liikuntaelinten sekä sidekudosten sairauksista maksettiin vuonna 2019 sairauspäivärahaa yhteensä lähes 239 miljoonaa euroa eli noin 29,1 prosenttia kaikista vuonna 2019 maksetuista sairauspäivärahoista. Tule-sairaudet ovatkin toiseksi yleisin sairauspäivärahojen maksuperuste Suomessa heti mielenterveyden ja käyttäytymisen häiriöiden jälkeen (248 miljoonaa euroa, 30,3 %). (Suomen virallinen tilasto: Kelan sairausvakuustilasto 2019.)

Yleisimpiä raportoituja tule-vaivoja ovat selän alueen kivut sekä yläraajojen lihaskivut (de Kok ym. 2019,11-12). Sairaanhoidajien, lähi- ja perushoitajien yleisimmät liikunta- ja tukielinvaivat kohdistuvat selän alaosan, olkapäiden ja niskan alueelle (Davis & Kotowski 2015, 754). Aikaisempien tutkimusten mukaan selän alueen vaivoista kärsii arviolta jopa yli 60 % hoitotyöntekijöistä. Suomalaisessa Sairaanhoidajaliiton ja Suomen lähi- ja perushoitajaliiton (SuPer) jäsenille kohdistetussa kyselytutkimuksessa kartoitettiin edeltävien 12 kuukauden ja seitsemän vuorokauden aikana koettuja tuki- ja liikuntaelinvaivoja. Tutkimukseen vastanneista 86 % oli kokenut edeltävän 12 kuukauden aikana hartioiden ja olkapäiden vaivoja, 75 % niskan ja takaraivon vaivoja ja 72 % selän alaosan vaivoja. Vähiten vaivoja koettiin nilkkojen ja kyynärpäiden alueella. Samoja oireita oli ilmennyt eniten ja vähiten myös viimeisimmän seitsemän päivän aikana. Vaivojen yleisyydestä huolimatta vain muutama vastaaja koki tule-vaivojen haittaavan päivittäisistä työtehtävistä suoriutumista. (Stolt ym. 2018.)

2.2.2 Tule-sairauksien riskitekijät

Tule-sairauksille altistavat riskitekijät voivat olla fyysisiä, psykososiaalisia tai organisatorisia. Lisäksi eri riskitekijöiden ilmaantuvuuteen ja edelleen tule-terveyteen vaikuttavat muun muassa sosiaalinen, taloudellinen ja poliittinen ympäristö, työpaikan organisaatio sekä yksilölliset ja sosiodemografiset tekijät. (de Kok ym. 2019,11-12.) Sairaanhoidajan työssä yksilöllisiä ja sosiodemografisia tule-vaivoihin liitettyjä riskitekijöitä ovat muun muassa korkea ikä (Freimann ym. 2013), naissukupuoli (Choobineh ym. 2010, 81), ylipaino (Reed ym. 2014), ja heikko fyysinen kunto (Reed ym. 2014; Sezgin & Esin 2015, 97-99).

Tule-sairauksien psykososiaalisiin riskitekijöihin hoitotyössä on liitetty muassa työn korkea vaatimustaso, vähäiset vaikuttamismahdollisuudet omaan työhön, vähäinen sosiaalinen tuki (Bernal ym. 2015, 644; Freimann, Pääsuke & Merisalu 2016, 6), sekä työpanoksen ja siitä saatavan korvauksen epätasapaino (Bernal ym. 2015, 644). Lisäksi ylipitkät työpäivät, yli- ja viikonlopputyöt, taukojen pitämättä jättäminen sekä työskentely sairaana tai vapaapäivinä lisäävät tule-vaivojen riskiä epäsuorasti suuremman fyysisen rasituksen kautta (Trinkoff ym. 2006, 964). Mielenterveyden ongelmat ja erityisesti somaattiset stressioireet ovat myös yhteydessä tuki- ja liikuntaelinten kipujen ilmaantuvuuteen (Freimann ym. 2016, 6). Esimerkiksi Smedleyn ym. (2003, 864) tutkimuksessa stressiä tai alhaista mielialaa raportoineilla sairaanhoitajilla oli suurentunut todennäköisyys saada myöhemmin kipuja niskan ja hartioiden alueelle.

Fyysisistä riskitekijöistä voimakas yllirasitus työn aikana on merkittävin heikkoon terveyteen liitetty tekijä (EU-OSHA 2020, 7). Potilassiirroissa tapahtuvat toistuvat eteenpäin kumartumiset samanaikaisesti tehtävän nosto- tai kantoliikkeen kanssa lisäävät huomattavasti kroonisten alaselkäkipujen riskiä ennestään terveillä hoitotyöntekijöillä. Vastaavaa riskiä ei havaittu, kun nosto tehtiin suoralla selällä. (Holtermann ym. 2013, 294.) Kurottelua, työntämistä ja vetämistä sisältävä potilastyö puolestaan lisää riskiä saada kipuoireita niska- ja hartiasseudun alueelle (Smedley ym. 2003, 864). Tuki- ja liikuntaelimistöön kohdistuvaa rasitusta lisäävät entisestään ylipainoisten sekä fyysiseltä toimintakyvyltään eriasteisesti rajoittuneiden potilaiden hoito. Lisäksi kuormitus ja siihen liittyvät riskit kasvavat hoidettavan potilasmäärän lisääntyessä. (EU-OSHA 2020, 8.)

Elinajanodotteen pidentyessä myös eläkeiät Euroopan Unionin maissa ovat nousussa ollen keskimäärin 63–67-vuotta. Työntekijät työskentelevät siis myöhempään ikään saakka, vaikka iän myötä fyysinen toimintakyky laskee ja vastaavasti kroonisten sairauksien riski kasvaa. (EU-OSHA 2020, 10.) Lisäksi vaikka iäkkäät ihmiset ovat nykyisin aiempaa paremmassa kunnossa, vastaavaa toimintakyvyn paranemista ei ole tapahtunut yli 90-vuotiaiden keskuudessa. Juuri tämän ikäluokan koko tulee kasvamaan tulevaisuudessa merkittävästi lisäten hoivan tarvetta eri toimintaympäristöissä (Van Aerschot, Hämäläinen & Pirhonen 2020, 118–119). Pidempien työurien mahdollistamiseksi tule-sairauksien ehkäisyn ja tuki- ja

liikuntaelinterveyden edistämisen tulisivat olla keskiössä työuran alusta alkaen (de Kok ym. 2019, 11-12).

2.2.3 Fyysisten riskitekijöiden ehkäisy

Tuki- ja liikuntaelinsairauksien esiintyvyyteen voidaan osaltaan vaikuttaa huomioiden ja pyrkimällä vähentämään niihin liittyviä riskitekijöitä. Tule-sairauksia voidaan potilastyössä ehkäistä fyysisten riskitekijöiden osalta oikeilla käsittelytekniikoilla sekä käyttämällä johdonmukaisesti erilaisia apuvälineitä kuten esimerkiksi liukulakanoita ja -lautoja, seisomanostimia ja siirtolaitteita. Potilaan osallistaminen toimintaan omien voimavarojen puitteissa on myös keskeistä hoitajan fyysisen kuormituksen vähentämisessä, ja sillä on positiivisia vaikutuksia myös potilaan terveyteen. (EU-OSHA 2020, 8–12.)

Aiemmat tutkimukset tuki- ja liikuntaelinvaikeuksien yleisyydestä hoitotyössä antavat kuitenkin viitteitä siitä, että tuki- ja liikuntaelinterveyden edistämässä ja tule-sairauksien ehkäisyssä on yhä paljon kehitettävää jo olemassa olevista välineistä ja käytännöistä huolimatta. Roboteista ja muusta älyteknologiasta etsitäänkin nyt ratkaisuja lisääntyvään hoivan tarpeeseen (Van Aerschot ym. 2020, 119). Eksoskeleto- eli fyysistä tukea antavat ulkoiset tukirangat ovat yksi vaihtoehto fyysisten riskitekijöiden vähentämiseen ja tätä kautta tule-sairauksien ehkäisyyn hoitotyössä.

2.3 Eksoskeleto- eli fyysistä tukea antavat ulkoiset tukirangat

Eksoskeleto- eli ulkoisilla tukirangoilla tarkoitetaan puettavia, ulkoista tukea antavia mekaanisia rakenteita, joiden avulla voidaan lisätä käyttäjän voimaa (de Looze ym. 2016, 671) sekä vähentää fyysisen työn kuormitusta, ja tätä kautta pienentää tuki- ja liikuntaelinsairauksien riskiä (EU-OSHA 2019, 1). Eksoskeleto- neita voidaan luokitella eri tavoin, ja yksi tapa on jakaa ne aktiivisiin ja passiivisiin laitteisiin (de Looze ym. 2016, 671; EU-OSHA 2019, 2). Passiiviset eksoskeleto- nit hyödyntävät jousien, iskunvaimentimien tai muiden materiaalien palauttavaa voimaa käyttäjän asennon tai liikkeen tukemisessa. Käyttäjän liikkeet varastoi- vat passiiviseen eksoskeleto- niin energiaa (de Looze ym. 2016, 671–672), joka voidaan jakaa tai kohdistaa muille alueille ja tätä kautta suojella haluttuja kehon

osia liialliselta kuormitukselta. Passiivisen eksoskeletonin antaman tuen avulla käyttäjä kykenee olemaan raskaissa asennoissa pidempää aikojä, kuten esimerkiksi pitämään käsiään pään yläpuolella. (EU-OSHA 2019, 2.)

Aktiiviset eksoskeletonit koostuvat yhdestä tai useammasta toimilaitteesta, aktuaattorista, jotka lisäävät käyttäjän voimaa ja helpottavat kehon nivelten liikuttamista (de Looze ym. 2016, 671). Liikkeiden tukemisessa hyödynnetään ulkoisia voimanlähteitä kuten sähkömoottoreita, ja käyttäjältä tulevaan sensoriseen informaatioon perustuva ohjausyksikkö ohjaa laitteen toimintaa. Aktiiviset eksoskeletonit voidaan luokitella kuuluvaksi päälle puettavan palvelurobotiikan laitteiksi. (EU-OSHA 2019, 2.)

Eksoskeletonit voidaan jaotella myös tuettavan ruumiinosaan mukaan alavartaloa tukeviin eksoskeletoneihin, ylävartaloa tukeviin eksoskeletoneihin, ja koko vartalon eksoskeletoneihin. Lisäksi on olemassa myös yksinivelisiä eksoskeletoneita. (de Looze ym. 2016, 672.) Viteckova, Kutilek ja Jirina (2013, 97) jakavat alavartaloa tukevat eksoskeletonit yhä kokonaisesti tai osittaisesti riippuen siitä kuinka montaa käyttäjän alaraajojen niveltä eksoskeleton tukee tai ohjaa. Koko alavartalon eksoskeletoneissa on niveliä sekä lantion, polven että nilkan nivelten kohdalla, osittaisessa esimerkiksi vain polven tai nilkan alueella (Viteckova ym. 2013, 97). Kuvassa 1 esitetty passiivinen käsivarsia tukeva Skelex 360-XFR®-eksoskeleton edestä ja takaa. Kuvassa 2 puolestaan käyttäjän yllä on alaselkää tukeva passiivinen Laevo V2.56-eksoskeleton.



KUVA 1. Käsivarsia tukeva Skelex 360-XFR® -eksoskeletonon käyttäjän yllä.



KUVA 2. Alaselkää tukeva passiivinen Laevo V2.56 -eksoskeletonon edestä ja takaa kuvattuna.

Kolmas tapa luokitella eksoskeletoneita on jakaa ne antropomorfisiin tai ei-antropomorfisiin sen perusteella, miten hyvin ne istuvat tai muistuttavat ihmisen luonnollista rakennetta, mittasuhteita tai koostumusta eli antropometriaa. Antropometriset eksoskeletonit sisältävät pyörimisakseleita, jotka ovat linjassa ihmisen nivelten pyörimisliikkeen kanssa, jolloin eksoskeleton-robotti kykenee samanlaisiin liikkeisiin käyttäjän kanssa. Tämä mahdollistaa vapaamman liikkumisen. Haasteena on riittävän istuvuuden suunnittelu erikokoisille käyttäjille huomioiden samalla käyttäjän luonnolliset liikeradat. (de Looze 2016, 672.) Muita tunnistettuja eksoskeletonien kehittämiseen liittyviä haasteita ovat muun muassa laitteiden suuri paino suhteessa potilaan kokoon, energiankulutus sekä käytettävyys (Viteckova 2013, 102). Liikkumista tukevan laitteen tulisi kyetä tunnistamaan käyttäjän motoriset kyvyt, aikomukset liikkumiseen sekä osata antaa palautetta (Viteckova 2013, 99).

2.4 Eksoskeletonien käyttö terveydenhuollossa

Terveydenhuollossa eksoskeletoneita on aiemmin käytetty pääasiassa potilaiden hoidossa ja kuntoutuksessa liikkumisen tukena esimerkiksi kävellessä, istuessa, ylösnousemisessa sekä kurottelun ja tarttumisen tukena. Ensimmäisiä potilaiden alavartalon liikkeiden tukemiseen tarkoitettuja hydraulisia eksoskeletoneita on kehitetty jo 1970-luvulla. (Viteckova 2013, 97.) Toimintakykyä ja kuntoutumista tukevan robotiikan, kuten eksoskeletonien, tavoitteena on potilaiden toimintakyvyn edistämisen ja päivittäisistä toiminnoista selviämisen tukemisen lisäksi vähentää kuntouttamista tekevän hoitohenkilöstön kuormitusta ja väsymistä (Viteckova 2013, 99).

Viimeisen vuosikymmenen aikana on kiinnostuttu selvittämään eksoskeletonien potentiaalia fyysisen kuormituksen vähentämisessä myös työntekijöillä. Tällaisista laitteista käytetään englanninkielistä nimitystä ”occupational exoskeletons” (EU-OSHA 2019, 2.), eli vapaasti suomennettuna ”ammattieksoskeletonit” tai ”työeksoskeletonit”. Esimerkiksi Työterveyslaitoksen (TTL) ”Kädet koholla työskentelyn keventäminen eksoskeletonin avulla (2020–2021)” -hankkeessa tutkittiin eksoskeletonien hyödyntämistä ylävartalon lihaksistoon ja liikuntaelimistöön kohdistuvan kuormituksen pienentämisessä sellaisissa työtehtävissä, jotka vaa-

tivat käsien pitkäaikaista pitoa kohoasennossa. Tällaisia työtehtäviä ovat esimerkiksi asennustyöt ja maalaaminen sekä hammaslääkärin ja parturi-kampaajan työ (Työterveyslaitos n.d.). Laboratorio-olosuhteissa sekä kentällä tehtyjen kokeiden tulosten mukaan ylävartaloa tukeva eksoskeleton kevensi merkittävästi sekä lihaksistoon että hengitys- ja verenkiertoon kohdistuvaa kuormitusta yläkätisissä töissä (Mänttari ym. 2021, 35).

Robottiikan lisäämistä hoitotyössä tukee osaltaan muun muassa Sosiaali- ja terveysministeriön vuonna 2018 julkaisema Hyvinvoinnin tekoäly- ja robotiikka -ohjelma Hyteairo. Hyteairo pyrkii edistämään tekoälyn ja robotiikan hyödyntämistä palveluissa ja toiminnoissa, jotka liittyvät vapaa-aikaan, viihtymiseen, oppimiseen sekä sosiaali- ja terveysalaan, ja yhtenä tavoitteena on robotiikan hyödyntämisen lisääminen kotihoidossa asiakkaiden toimintakyvyn ja hyvinvoinnin tukemisessa. Liikkumisessa avustamisen apuvälineistä mainitaan tulevaisuuden keinoina tukirankarobotit sekä erilainen puettava teknologia. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, 4, 9–10.) Sairaalaympäristössä robotiikan mahdollisuuksia halutaan selvittää esimerkiksi potilaslogistiikan kehittämisessä, potilaiden turvallisessa nostamisessa sekä kuntoutuksessa, jolloin myös työntekijän fyysinen ja psyykinen työtaakka vähenevät (Sosiaali- ja terveysministeriö 2018, 11, 13–14).

Eksoskeletoneita kevyempirakenteisten, keskivartaloa tukevien tukirakenteiden vaikutuksia hoitotyöntekijöiden fyysiseen toimintakykyyn ovat aiemmin tutkineet muun muassa Hagiwara ym. (2017) ja Imamura ym. (2017). Alaselkää tukevan tukiliivin, Alcaren Spinal Underwearin, käyttö vähensi alaselkä- ja hartiakipujen ilmaantuvuutta sekä lannerangan liikkuvuutta alaselkäkivuista kärsivillä sairaalatyöntekijöillä (81 % sairaanhoitajia) verrokkiryhmään verrattuna. Liivin käyttö vähensi sekä VAS-asteikolla määriteltyä kipua että somatosensorisen vahvistuksen asteikon (SSAS, Somatosensory Amplification Scale) tuloksia. (Hagiwara ym. 2017.) Japanilaisen hoivakodin 30 hoitotyöntekijällä tehdyssä kenttätutkimuksessa Smart Suit Lite (SSL) -tukiliiviä käyttävien väsymyksen tunne väheni lannerangan alueella ja muualla kehossa keskimäärin 16 % avustavan vaatteen käytön seurauksena (Imamura ym. 2017).

Robottiikan onnistunut käyttöönotto terveysalalla vaatii työntekijöiden hyväksynnän osaksi päivittäisiä työtehtäviä. Valmius robotiikan käyttöönottoon oli 3800

suomalaista hoitotyöntekijää käsittävässä tutkimuksessa positiivisessa yhteydessä käyttäjän luottamukseen omiin kykyihin, koettuihin sosiaalisiin normeihin kuten esimerkiksi kollegoiden hyväksyntään, kiinnostukseen teknologiaa kohtaan ja koettuihin vaikutuksiin työllistymisessä. Niillä vastaajilla, joilla oli ennestään kokemusta roboteista, oli valmius robotiikan käyttöön vähemmän yhteydessä ikään, sukupuoleen ja ammattiin ja työtyytyväisyyteen. Vastaavasti heillä, joilla ei ollut aiempaa kokemusta roboteista, ennusti korkeampi ikä sekä alhaisempi työtyytyväisyys suurempaa valmiutta robotiikan käyttöönottoon hoitotyössä. (Turja ym. 2020a, 79).

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa ja kuvata laaja-alaisesti aikaisempia kokemuksia hoitotyössä käytettävistä eksoskeletoneista ensisijaisesti hoitotyöntekijöiden näkökulmasta ja hoitajilla käytettävistä eksoskeletoneista.

Opinnäytetyön tutkimuskysymys on:

1. Millaisia kokemuksia hoitotyössä on hoitotyöntekijöillä käytettävistä eksoskeletoneista?

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Tampereen ammattikorkeakoulun Sote Virtual Labille aikaisempaa tutkittua tietoa, jota voidaan hyödyntää tutkimus-, kehitys-, ja innovaatio toiminnassa kuten esimerkiksi hankevalmisteluissa.

4 KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

4.1 Laadullinen tutkimus ja kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyö toteutettiin laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena. Laadullinen tutkimus on hoitotieteissä vakiintunut tutkimusmenetelmä, joka sisältää useita erilaisia ja osittain päällekkäisiäkin menetelmiä ja lähestymistapoja. Kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on tutkia muun muassa ihmisten kokemuksia, käsityksiä, tulkintoja ja motivaatiota, ja tätä kautta kuvata ihmisten näkemyksiä halutusta aiheesta. (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 65–66.). Laadullisella tutkimuksella pyritään siis lisäämään ymmärtämystä tutkittavasta ilmiöstä esimerkiksi silloin, kun ilmiötä ei ole mahdollista kuvata määrällisesti eli kvantitatiivisesti (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 74). Laadullinen tutkimus sopii käytettäväksi muun muassa silloin, kun halutaan kuvata ennalta vain vähän tiedettyä aluetta (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 65–66). Eksoskeletonien käyttö hoitotyöntekijöillä on melko uusi tutkimusalue, joten laadullinen tutkimus on tältä osin perusteltu tutkimusmenetelmä aihealueen kartoittamiseen.

Kirjallisuuskatsaus on kiinteä osa niin määrällisiä kuin laadullisia tutkimuksia, mutta se on myös itsenäinen laadullisen tutkimuksen menetelmä (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 97). Kirjallisuuskatsausta voidaan kuvata tutkimuksena tutkimuksista, eli sen avulla pyritään kokoamaan kokonaiskuva halutusta aiheesta aiempien tutkimusten pohjalta (Whittemore 2005). Lisäksi sen avulla voidaan esimerkiksi tunnistaa ongelmia tai ristiriitaisuuksia tutkittavassa ilmiössä. Kirjallisuuskatsaukset luokitellaan pääsääntöisesti kolmeen päätyyppiin, joita ovat kuvaileva eli narratiivinen kirjallisuuskatsaus, systemaattinen kirjallisuuskatsaus sekä meta-analyysi ja laadullinen metasynteesi. (Suhonen, Axelin & Stolt 2016, 7–8.)

Tämä opinnäytetyö on tehty kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen pyrkimyksenä on kuvata ja ymmärtää haluttua ilmiötä aikaisemman tutkimusaineiston pohjalta. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus voidaan jakaa neljään vaiheeseen: 1) tutkimuskysymyksen muodostaminen, 2) aineiston valit-

seminen, 3) kuvailun rakentaminen, 4) tuotetun tuloksen tarkasteleminen. Eri vaiheet (1–4) etenevät osin päällekkäin koko prosessin ajan, mikä poikkeaa muista kirjallisuuskatsauksen menetelmistä. (Kangasniemi ym. 2013, 291–292.)

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa tutkimuskysymys ohjaa tutkimusprosessia. Tavoitteena on riittävän väljä, mutta myös rajattu tutkimuskysymys. Rajaus on välttämätöntä riittävän syvällisen tarkastelun mahdollistamiseksi. Toisaalta väljyys tutkimuskysymyksessä mahdollistaa ilmiön tarkastelun useista näkökulmista. Tutkimuskysymyksen muotoilua edeltääkin usein alustava kirjallisuuskatsaus, joka auttaa kysymyksen määrittämisessä. (Kangasniemi ym. 2013, 294–295.)

Aineiston valinta ja analyysi tapahtuvat osin yhtäaikaisesti, sillä aineiston valinta tehdään vertaamalla alkuperäistutkimusten sisältöä asetettuun tutkimuskysymykseen. Aineiston haussa käytetään yleisimmin elektronisia tieteellisiä tietokantoja. Lisäksi aineistoa voidaan hakea manuaalisesti tieteellisistä julkaisuista. (Kangasniemi 2013, 295–296.) Sopivien hakusanojen, hakulausekkeiden ja sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittely edesauttavat sopivan kirjallisuuden löytämistä ja auttavat rajaamaan aineiston laajuutta. Tarvittaessa apuna voi käyttää esimerkiksi kirjaston informaattikkojen apua. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 25–26.)

Kuvailun rakentamisen vaiheessa pyrkimyksenä on löytää valitusta aineistosta tarkasteltavan ilmiön kannalta oleellisia asioita, jotka ryhmitellään sisällöllisesti mielekkäiksi kokonaisuuksiksi. Tulosten tarkasteluun sisältyy katsauksen sisällöllinen ja menetelmällinen pohdinta sekä arviointi luotettavuudesta ja tutkimusetiikasta. (Kangasniemi ym. 2013, 297–298.) Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta on käytetty paljon hoito- ja terveystieteellisessä tutkimuksessa ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi kliinisen tiedon kokoamiseen (Kangasniemi ym. 2013, 295).

Tässä opinnäytetyössä tutkimuskysymyksen asettelua edelsi alustavien koehakujen teko elektronisista tietokannoista sekä manuaalisella haulla tutkimusartikkelien lähdeluetteloista. Hakujen tulokset yhdessä toimeksiantajan kanssa pidetyn työelämäpalaverin kanssa ohjasivat tutkimuskysymyksen lopullista muotoilua. Tavoitteena oli luoda tutkimuskysymys, joka ei ole liian rajattu ja vaikeuta

täten aineiston löytämistä. Tutkimuskysymyksen haluttiin kuitenkin mahdollistavan riittävän laaja-alainen tarkastelu aiheeseen ilman, että aineisto muodostuisi liian laajaksi.

4.2 Kirjallisuushaku

Aineiston kirjallisuushaku tehtiin toukokuussa 2021 käyttämällä elektronisia Medic-, Finna-, CINAHL-, ja Medline- tietokantoja. Elektronisen haun lisäksi artikkeleita haettiin manuaalisesti elektronisen tietokantahaun artikkeleista. Haussa käytettyjen asiasanojen määrittämisessä hyödynnettiin Hoidokki-, MeSH-, ja YSO-sanoja, ja hakusanojen muodostamisessa PICO-rakennetta (p = potilaat/asiakkaat, i = interventio eli tutkittava toimenpide, c = verrokkitoimenpide, o = mitattava tulos). Hakusanojen, hakulausekkeiden sekä tietokantojen määrittämisessä hyödynnettiin myös kirjaston informaatikon asiantuntemusta erillisen tiedonhakupajan yhteydessä.

Hakusanat määritettiin suomeksi ja englanniksi. Haussa käytetyt tietokannat sekä hakusanat on esitelty taulukossa 1. Hakutulosten laajentamiseksi asiasanojen lisäksi hauissa hyödynnettiin myös vapaasanahakua.

TAULUKKO 1. Kirjallisuushaussa käytetyt tietokannat sekä asia- ja vapaasanat.

Tietokanta	Hakusanat
Medic	eksokeleto* OR "ulkoine tukiranka" OR "puettava robo- tiikka"
Finna	"eksokeleto*" OR "ulkoine tukiranka" OR "puettava robot- iikka" OR "exoskeleto device*" OR "exoskeleto*" OR "ex- osuit*" OR "exoskeleto device*" OR "wearable robotic*" OR "occupational exoskeleto*" OR "lumbar support device*" OR "hybrid assistive limb*" OR "body lifting aid*" OR "robo-pow- ered suit"
CINAHL	(MH "Exoskeleto Devices") OR ("exoskeleto*" OR "exosuit*" OR "exoskeleto device*" OR "wearable robotic*" OR "occupational exoskeleto*" OR "lum- bar support device*" OR "hybrid assistive limb*" OR "body lift- ing aid*" OR "robo-powered suit*")
Medline (Ebsco)	("Exoskeleto Devices") OR ("exoskeleto*" OR "exosuit*" OR "exoskeleto device*" OR "wearable robotic*" OR "occu- pational exoskeleto*" OR "lumbar support device*" OR "hy- brid assistive limb*" OR "body lifting aid*" OR "robo-powered suit*") AND ("nurse*" OR "caregiver*" OR "licensed practical nurse*" OR "homecare worker*" OR midwife OR "healthcare worker*" OR "health personnel" OR nursing OR hospital* OR "hospital de- partment*" OR "health service*" OR "intensive care unit*" OR "operating room nursing" OR "nursing home*")

Löydettyjen artikkelien sisäänotto- ja poissulkukriteerit on esitetty taulukossa 2. Tutkimukseen valittavan artikkelin tuli olla julkaistu suomeksi tai englanniksi ja

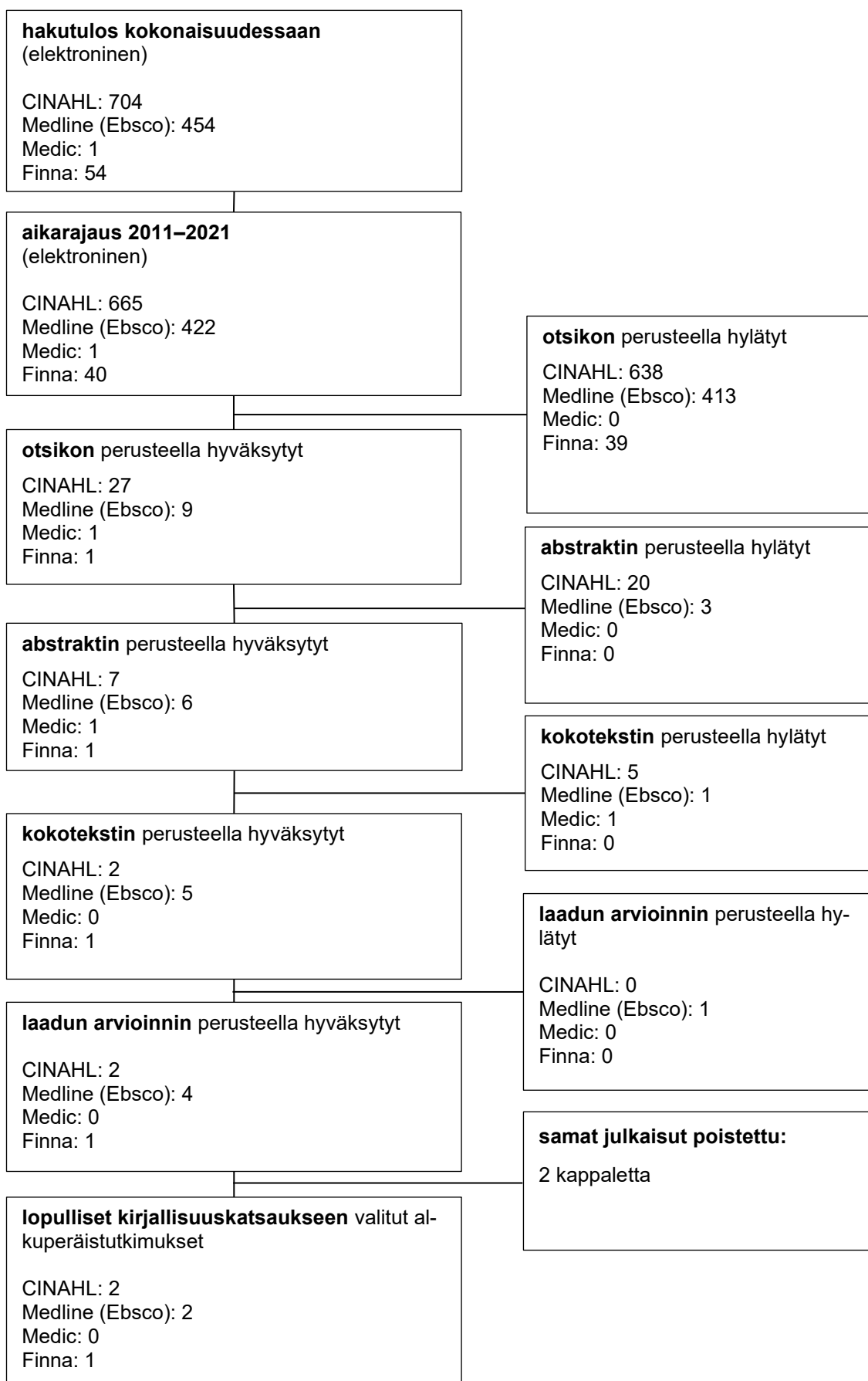
julkaistu vuosina 2011–2021 ja tekstin oli oltava kokonaisuudessaan saatavilla. Kirjallisuuskatsaukseen hyväksyttiin artikkelit ja tekstit, jotka olivat vertaisarvioituja alkuperäistutkimuksia tai muita vertaisarvioituja, tutkimukseen perustuvia tekstejä. Lisäksi katsaukseen hyväksyttiin edellä mainitut ehdot täyttävät artikkelit tai julkaisut, joissa vähintään puolet osallistujista oli luokiteltavissa hoitotyöntekijöiksi tai mikäli tutkimuksessa tutkittiin eksoskeletonien käyttöä hoitotyöntekijän työnkuvan mukaisessa kontekstissa. Riittävän aineiston saamiseksi artikkelien sisältöjä arvioitiin suhteessa asetettuun tutkimuskysymykseen.

TAULUKKO 2. Tiedonhaussa käytetyt sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

SISÄÄNOTTOKRITEERIT	POISSULKUKRITEERIT
Tutkimusartikkelin kieli on suomi tai englanti.	Tutkimusartikkelin kieli on jokin muu kuin suomi tai englanti
Tutkimusartikkeli on julkaistu vuosina 2011–2021.	Tutkimusartikkeli on julkaistu vuonna 2010 tai aiemmin.
Tutkimusartikkeli on vertaisarvioitu alkuperäistutkimus tai muu vertaisarvioitu julkaisu.	Artikkeli tai julkaisu ei ole vertaisarvioitu alkuperäistutkimus tai muu vertaisarvioitu julkaisu.
Tutkimusartikkelin teksti on kokonaisuudessaan saatavilla.	Tutkimusartikkelin teksti ei ole kokonaisuudessaan saatavilla.
Tutkimuksen osallistujista vähintään puolet on luokiteltavissa hoitotyöntekijäksi tai tutkimuksessa tutkitaan eksoskeletonin käyttöä hoitotyöntekijän työnkuvan mukaisessa kontekstissa.	Tutkimukseen osallistuneista alle puolet oli luokiteltavissa hoitotyöntekijäksi tai tutkimuksessa tutkittiin eksoskeletonien käyttöä muussa kuin hoitotyöntekijän työnkuvan mukaisessa kontekstissa.

Aineiston hakuprosessi on kuvattu kuviossa 1. Koko tekstin perusteella hylättiin yhteensä seitsemän tutkimusta. Näistä yksi tutkimus hylättiin, sillä tutkimukseen osallistuneista vain yksi oli luokiteltavissa hoitotyöntekijäksi, ja hänet oli luokiteltu

tutkimuksessa potilaan rooliin. Laadunarvioinnin pohjalta hylättiin yksi tämän katsauksen aihetta koskeva vertaisarvioitu teksti, sillä kyseessä oli tieteelliseen lehteen laadittu yleisönosastokirjoitus, ”letter to the editor”, ja aiheesta ei löytynyt manuaalisella haulla varsinaista tutkimusartikkelia. Toisaalta katsaukseen hyväksyttiin yksi vertaisarvioitu feature-artikkeli (Turja ym. 2020b), vaikka se ei kokonaisuudessaan täyttänyt tutkimusartikkelilta odotettua IMRD-rakennetta (I=introduction eli johdanto, M=methods eli menetelmät, R=results eli tulokset ja D=discussion eli keskustelu). Poistamalla tietokantojen hakutuloksista päällekkäiset tutkimukset, valikoitui lopulliseen katsaukseen viisi sisäänotto- ja poissulkukriteerit täyttävää tutkimusta. Manuaalisella haulla ei löytynyt täydentäviä tutkimuksia.



KUVIO 1. Aineiston valintaprosessi eri tietokannoista.

4.3 Aineiston kuvaus ja sisällönanalyysi

Katsaukseen valituista tutkimusartikkeleista yksi oli laadullinen ja kolme määrällisiä tutkimuksia. Lisäksi yksi tutkimus sisälsi molempia menetelmiä sisältävät osuudet. Kaikki artikkelit oli julkaistu vuosien 2020–2021 aikana laajasta aikarajauksesta huolimatta. Lista mukaan otetuista artikkeleista, niiden tekijöistä, tutkimuksen tarkoituksesta ja tavoitteesta, aineiston keruumenetelmästä sekä tiivistelmä tuloksista on esitetty liitteessä 1. Artikkelit analysoitiin sisällönanalyysin avulla.

Sisällönanalyysia voidaan pitää laadullisen tutkimuksen perusanalyysimenetelmänä ja sitä voidaan hyödyntää erilaisissa tutkimuksissa (Tuomi & Sarajärvi 2018, 103; Kankkunen & Vehviläinen 2018, 165). Sisällönanalyysi on tekstin analysointimenetelmä, joka mahdollistaa halutun aineiston systemaattisen ja objektiivisen tarkastelun, ja jonka avulla pyritään luomaan tiivistetty ja yleinen kuvaus tutkittavasta aiheesta sanallisesti (Tuomi & Sarajärvi 2018, 117–121). Sisällönanalyysissa luodaan myös ilmiöön liittyviä ”käsiteluokeituksia, käsitejärjestelmiä, malleja tai käsitekarttoja” (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 166).

Sisällönanalyysi voidaan jaotella eri tavoin, ja usein se luokitellaan päättelylogiikan perusteella induktiiviseen (yksittäisestä yleiseen) ja deduktiiviseen (yleisestä yksittäiseen) sisällönanalyysiin (Tuomi & Sarajärvi 2018, 117–121). Lisäksi voidaan puhua aineisto- ja teorialähtöisestä analyysistä (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 167). Tässä opinnäytetyössä on käytetty aineiston jäsentelyn apuvälineenä induktiivista sisällönanalyysia. Induktiivisessa sisällönanalyysissa tutkimuksen ongelmanasettelu ohjaa päättelyä ja sanojen kategorisointia. Menetelmä soveltuu käytettäväksi silloin, kun aikaisempaa tietoa tutkittavasta ilmiöstä on vähän tai ei ollenkaan. (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 167.)

Tuomen & Sarajärven (2018, 122) mukaan Miles & Hubermann (1994) ovat jakaneet induktiivisen sisällönanalyysin karkeasti kolmeen aineiston käsittelyn vaiheeseen vaiheeseen: 1) pelkistäminen, 2) ryhmittely, ja 3) abstrahointi eli käsitteellistäminen. Pelkistämässä eli redusoinnissa alkuperäisaineistosta karsitaan kaikki irrelevantti eli tarpeeton pois, ja aineisto tiivistetään pelkistetyiksi ilmai-

suiksi, jotka listataan. Aineiston ryhmittelyssä eli klusteroinnissa pelkistetyistä ilmaisuista etsitään yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, ja samaa ilmiötä kuvaavat asiat ryhmitellään ja luokitellaan niin kutsutuiksi alaluokiksi. Alaluokkia yhdistämällä voidaan muodostaa pääluokkia, jotka nimetään. (Tuomi & Sarajarvi 2018, 122–125.)

Viimeisessä, käsitteellistämisen eli abstrahoinnin, vaiheessa luokitellusta materiaalista pyritään erottelemaan oleellisin tieto ja muodostamaan teoreettisia käsitteitä ja johtopäätöksiä. Käytännössä aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä yhdistellään siis eri käsitteitä, ja pyritään tätä kautta muodostamaan vastaus asetettuun tutkimuskysymykseen. Huomioitavaa on, että analysoinnissa muodostuvien luokkien määrä vaihtelee aineiston mukaan, ja selviää vasta analyysiä tehdessä. (Tuomi & Sarajarvi 2018, 125–127.) Tässä opinnäytetyössä lopulliseen katsaukseen valitut artikkelit luettiin huolellisesti läpi ja niistä etsittiin tutkimuskysymyksen kannalta merkityksellisiä ilmaisuja. Ilmaisut listattiin excel-taulukkoon, jonka jälkeen ilmaisut pelkistettiin ja ryhmiteltiin sisältöjensä mukaan ala-, ja yläluokkaan.

5 TULOKSET

Tutkimuksissa testattiin yhteensä seitsemää erilaista passiivista eksoskeletonia. Selkää tukevia passiivisia eksoskeletoneja olivat Laevo V2.56 (Turja ym. 2020b), Laevo V2.5 (Hwang ym. 2021), FLx ErgoSkeleton ja V22 ErgoSkeleton (Hwang ym. 2021) ja HAL for Care Support (Miura ym. 2021). Yhdessä tutkimuksessa (Tröster ym. 2020) kehitettiin uutta selkää tukevaa passiivista eksoskeletonia. Lisäksi yhdessä tutkimuksessa tutkittiin kättä tukevaa Levitate AIRFRAME® -eksoskeletonia (Cha ym. 2020).

Kokemukset eksoskeletonien käytöstä hoitotyöntekijöillä tai hoitotyöntekijöiden työn mukaisissa tehtävissä tiivistettiin kuuteen yläluokkaan: vaikutukset fyysiseen toimintakykyyn, muotoilun vaikutus käytettävyyteen, eksoskeletonin luotettavuus, turvallisuus ja ylläpito, sosiaalisen ympäristön vaikutukset, odotetut ja koetut hyödyt, tiedon ja käytännön kokemuksen puute. Yläluokat sekä niiden alaluokat on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Eksoskeletonien käyttöön liittyvät kokemukset jaoteltuna ylä- ja alaluokkiin.

YLÄLUOKKA	ALALUOKKA
Vaikutukset fyysiseen toimintakykyyn	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Lihaskuormituksen väheneminen ♥ Lihaskuormituksen lisääntyminen ♥ Siirron suorituskyvyn paraneminen ♥ Eksoskeletonien väliset erot ♥ Vartalon taipumiskulmien muuttuminen ♥ Eri siirtomenetelmien vaikutukset ♥ Kehoon kohdistuva paine
Muotoilun vaikutus käytettävyyteen	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Käytön helppous ♥ Käytön miellyttävyys
Eksoskeletonin luotettavuus, turvallisuus ja ylläpito	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Luotettavuus ja turvallisuus haastavissa ja muuttuvissa olosuhteissa ♥ Steriiliys, aseptiikka ja logistiset ratkaisut ♥ Huolto- ja ylläpito
	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Potilas-hoitotyöntekijä-vuorovaikutus ♥ Kollegoiden asenne

Sosiaalisen ympäristön vaikutukset	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Puolestapuhujat ja johdon tuki ♥ Tiedon puute ♥ Hyötyvä ryhmä
Odotetut ja koetut hyödyt	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Koettu hyödyllisyys ja nautinnollisuus ♥ Terveystyödyt ja parempi ergonomia ♥ Tietoisuus ergonomisesta ongelmasta
Tiedon ja käytännön kokemuksen puute	<ul style="list-style-type: none"> ♥ Tietoisuus ergonomisesta ratkaisusta ♥ Kokemukset muilta aloilta

5.1 Vaikutukset fyysiseen toimintakykyyn

Eksoskeletoineja käytettäessä havaittiin sekä negatiivisia, että positiivisia vaikutuksia käyttäjän fyysiseen kuormitukseen. Eksoskeletonien käyttö vähensi lihaskuormitusta alaselän alueella verrattuna ilman eksoskeletoonia tehtäviin liikkeisiin (Turja ym. 2020b; Cha ym. 2020; Miura ym. 2020; Hwang ym. 2021). Käsivarsia tukevaa eksoskeletoonia käytettäessä olkapäiden kuormitus väheni merkittävästi, jolloin myös käsivarsien väsymys ja kipu sekä yleinen rasitus vähenivät (Cha ym. 2020).

Eksoskeletoonia käytettäessä kehonpaino jakaantuu eri tavalla (Cha ym. 2020). Mahdollinen lihaskuormituksen väheneminen joissakin lihaksissa voi kuitenkin näkyä lisääntyneenä kuormituksena ja mahdollisina tuki- ja liikuntaelimestön oireina muissa kehonosissa (Cha ym. 2020), kuten epäkäs- ja rintalihaksissa (Tröster ym. 2020) ja hartialihaksissa (Hwang ym. 2021) verrattuna ilman eksoskeletoonia tehtäviin liikkeisiin. HAL for Care -eksoskeletoonia käytettäessä havaittiin lihasaktiivisuuden lisääntymistä vasemmassa pakaralihaksessa ilman eksoskeletoonia tehtyyn siirtoon verrattuna. Tämä saattoi kuitenkin johtua eksoskeletonin tavasta avustaa lonkkanivelen ojentamisessa, jolloin osallistujat myös kykenivät suorittamaan simuloituja siirtoliikkeitä paremmin. HAL for Care -eksoskeletonin avulla neljä viidestä osallistujasta kykeni suorittamaan simuloitun potilassiirron, joka ei onnistunut ilman eksoskeletoonia. Eksoskeletonilla havaittiin siis olevan myös käyttäjän suorituskykyä parantava vaikutus. (Miura ym. 2021.)

Eksoskeletonien välillä on myös eroja. Kolmen erilaisen passiivisen eksoskeletonin välillä havaittiin merkittäviä eroja vaikutuksissa käyttäjän vartalon ja hartioiden

asentoihin, käsien vetovoimiin ja alaselän ja hartioiden lihaksiin simuloidun potilassiirron aikana vuoteesta pyörätuoliin ja takaisin. Lisäksi eri eksoskeletonien vaikutukset kehoon vaihtelivat testattujen eri siirtomenetelmien välillä ja onkin mahdollista, että erilaisten eksoskeletonien teho voi olla riippuvainen suoritettavasta tehtävästä. (Hwang 2021.)

Vartalon ja olkapäiden taivutuskulmat olivat passiivisia, selkää tukevia eksoskeletoneja käytettäessä huomattavasti, jopa 77,3 % suurempia kuin ilman eksoskeletonia. Kaikki kolme passiivista eksoskeletonia lisäsivät merkittävästi vartalon taipumiskulmaa sekä oikeanpuoleista sivuttaista taipumiskulmaa. Myös eksoskeletonin ja siirtomenetelmän välillä havaittiin merkittävä kaksisuuntainen vaikutus vartalon taipumiskulmaan ja sivuttaisen taipumisen kulmaan. (Hwang 2021.) Eksoskeletonista kehoon kohdistuva paine lantion, rintakehän ja olkavarren alueella oli maksimimukavuustasolla viitaten hyväksyttävään tasoon painehaavan ehkäisyssä näkökulmasta (Tröster ym. 2020).

5.2 Muotoilun vaikutus käytettävyyteen

Eksoskeletonien suunnitteluun ja muotoiluun liittyviä yläkäsitteitä tunnistettiin kaksi kappaletta: käytön miellyttävyys ja käytön helppous. Laevo-eksoskeletonin istuvuus koettiin pääosin huonona (Turja ym. 2020b), ja naiskäyttäjillä kuorman jakautuminen rintakehässä saattoi lisätä naisosallistujilla epämukavuutta (Hwang ym. 2021). Ylävartaloa tukeva eksoskeleton puolestaan saattoi liikkua paikaltaan toimenpiteen aikana. Ylävartaloa tukevan eksoskeletonin toivottiin myös tukevan selän ja kaulan aluetta käsivarsien sijaan. (Cha ym. 2020.) Käytettävyyden näkökulmasta eksoskeletoneilta toivottiinkin parempaa yksilötason istuvuutta (Turja ym. 2020b).

Laevo-eksoskeletonin koettiin tekevän käyttäjistään jäykkiä, jolloin oli vaikeaa reagoida äkillisiin tilanteisiin. Laevoa käytettäessä olemus tuntui myös kömpelöltä, ja eksoskeletonien toivottiinkin olevan pienempiä tai pehmeämpiä, jolloin ne olisivat myös miellyttävämpiä käyttää. (Turja ym. 2020b.) Eksoskeleton ei myöskään saisi olla raskas tai jakaa painoa huonosti ja sen tulisi olla steriloita-

vissa. Leikkaussalissa eksoskeletonin ei toivottu estävän liikkumista salissa, estävän muita työntekijöitä tai hidastavan koko preoperatiivista prosessia. (Cha ym. 2020.)

Eksoskeletonin haluttiin myös olevan puettavissa ylle helposti ja nopeasti hoitotyön kiireisen luonteen ja ajankäytön vuoksi (Cha ym. 2020; Turja ym. 2020b). Eksoskeletonin sai riisuttua itsenäisesti pois, ja kiertävä sairaanhoitaja eli niin sanottu ”passari” voisi toimia potentiaalisena avustajana eksoskeletonin pukemisessa ylle leikkaussaliympäristössä. Vaikutuksen tekeminen leikkaussaliympäristöön nähtiin kriittisenä suunnitteluvaatimuksena tuleville eksoskeletoneille. (Cha ym. 2020.)

Eksoskeletonien käytettävyyksissä oli eroja kun käytettiin arvioinnissa SUS-käytettävyysselvitystä (System Usability Scale). Testatut eksoskeletonit asettuivat käytettävyysselvityksensä hyväksyttävän ja käyttökelpoisen tasoille. (Hwang ym. 2021; Cha ym. 2020). Passiivinen alaselkää tukeva FLx Ergo Skeleton saavutti korkeimmat käytettävyysselvityspisteet muihin eksoskeletoneihin verrattuna juuri yksinkertaisen suunnittelun, helpon oppimisen ja helppokäyttöisyyden vuoksi (Hwang ym. 2021). Myös ylävartaloa tukeva Levitate AIRFRAME® sai hyvät käytettävyysselvitykset, ja enemmistö vastaajista ilmoitti saattavansa käyttää kyseistä eksoskeletonia usein (Cha ym. 2020). Vastaavasti Laevo V2.5- ja V22 ErgoSkeleton asettuivat käytettävyydessä käyttökelpoisten tasoille, ja ne koettiin monimutkaisina ja vaikeina käyttää (Hwang ym. 2021). Eksoskeletonien käytettävyydellä voikin olla merkittävä vaikutus eksoskeletonien käyttöönoton halukkuuteen (Cha ym. 2020; Turja ym. 2020; Hwang 2021).

5.3 Eksoskeletonin luotettavuus, turvallisuus ja ylläpito

Eksoskeletonien käyttö potilastyössä aiheutti joissain käyttäjissä huolta heidän omasta turvallisuudestaan tarttumisriskin vuoksi. Eksoskeletonin käytön aiheuttama ahdistus vähensi myös tunnetta laitteen luotettavuudesta ja turvallisuudesta. Ahdistuksen vähentämiseksi eksoskeletonien tulisi olla luotettavia ja turvallisia käyttää myös haastavissa ja muuttuvissa olosuhteissa, ja laitteen luotettavuus oli yksi osatekijä käyttäjien aikomuksessa käyttää eksoskeletonia. (Turja ym. 2020b.) Viat ja vianetsintä eivät saisi aiheuttaa ei toivottuja viivästyksiä

(Cha ym. 2020). Eksoskeletonia käytettäessä ei kuitenkaan raportoitu haitallisia tapahtumia (Miura ym. 2021).

Turvallisuuden lisäksi myös steriiliys mainittiin keskeisenä vaadittavana ominaisuutena leikkaussaliympäristöön. Mikäli samaa eksoskeletonia käytettäisiin usean työntekijän kesken, myös laitteen säilytysratkaisut ja ylläpitoon liittyvät seikat tulisi ratkaista, esimerkiksi leikkaussalissa olevan erillisen kärrin avulla. (Cha ym. 2020.) Laitteen kestävyys ja nopea korjaus koettiin tärkeinä ominaisuuksina. Käyttöönottoa edistäisi, mikäli eksoskeleton olisi korjattavissa oman työpaikan väen avulla yrityksen edustajan sijaan. Toisaalta eksoskeletonin valmistajayritys turvallisuus- tai korjausongelmien ratkaisijana mainittiin käyttöönottoa edistävänä tekijänä. Tällä olisi kuitenkin kustannuksia ja investointeja lisäävä vaikutus, ja eksoskeletoneiden hankinta- ja ylläpitokustannukset vaikuttavat todennäköisesti laitteiden laajaan käyttöönottoon. (Cha ym. 2020.)

5.4 Sosiaalisen ympäristön vaikutukset

Eksoskeletonin käyttö herätti muun muassa sairaanhoitajaopiskelijoissa huolta siitä, että sairaanhoitajien ulkonäkö saattaisi muistuttaa robottia potilaiden silmissä. Tämä saattaisi vaarantaa hoitajan ja potilaan välistä luottamusta ja vuorovaikutusta, ja potilaat osoittivat esimerkiksi myötätuntoa niitä hoitajia kohtaan, joiden ”piti” käyttää eksoskeletonia. (Turja ym. 2020b.) Eksoskeletonin ei siis haluttu herättävän huomiota potilaassa (Cha ym. 2020; Turja ym. 2020), vaan eksoskeletonien tulisi olla pienempikokoisia, jolloin ne olisi mahdollista sovittaa näkymättömiin työvaatteiden alle. Toisaalta epäiltiin, ettei eksoskeleton välttämättä edes kiinnittäisi potilaiden huomioita ja etenkin muistisairailta potilailla. Eksoskeleton-tekniikan tulisi kuitenkin olla yhteensopivaa hoitotyön eettisten ja sosiaalisten normien kanssa. (Turja ym. 2020b.)

Kollegoiden asenteilla ja oletuksilla voi olla vaikutusta käyttäjän omaan halukkuuteen käyttää eksoskeletonia (Cha ym. 2020; Turja ym. 2020b) esimerkiksi kyseenalaistamalla laitteen miellyttävyyttä, painoa (Turja ym. 2020b) tai ulkonäköä (Cha ym. 2020). Sairanhoitajat kuitenkin uskoivat, ettei kollegoiden ja potilaiden keskuudessa olisi suurta vastustusta eksoskeletoneiden käyttöön, sillä kritiikki kohdistui laitteeseen itsessään, ei sen käyttäjään (Turja ym. 2020b). Muiden

työntekijöiden eksoskeletoneja kohtaan koettujen kielteisten asenteiden taustalla oletettiin olevan osin tiedon puute (Cha ym. 2020; Turja ym. 2020b). Ergonomisen koulutuksen, tiedon tuki- ja liikuntaelinsairauksista ja niiden ehkäisyyn eri mahdollisuuksista arveltiin voivan aloittaa vuoropuhelun, ja eksoskeletonit voisivat toimia esimerkkinä parhaiden käytäntöjen ja interventioiden tietoisuuden lisäämisessä (Cha ym. 2020). Toisaalta kokeilujaksojen ennakoitiin voivan aiheuttaa joko kiinnostuneisuutta tai vastahakoisuutta käyttäjissä (Turja ym. 2020b).

Eksoskeletoneiden käyttöönotossa keskeisenä nähtiin tarve eräänlaisille puolesta puhujille tai johtohahmoille, jotka toimisivat tietoisuuden lisääjinä ja käyttöönoton edistäjinä työpaikalla (Cha ym. 2020). Leikkaussaleissa tällaisina puolesta puhujina nähtiin esimerkiksi ergonomiasta kiinnostuneiden johtavien kirurgien lisäksi myös kirurgiset sairaanhoitajat. Laitevalmistajan edustajan läsnäolo toimenpiteissä avustamassa laitteen käytössä nähtiin myös käyttöönottoa edistävänä asiana. (Cha ym. 2020.) Eksoskeletoneiden käytölle uskottiin olevan työyhteisössä esimiesten tuki (Turja ym. 2020b).

Työntekijän rooli ja toimenpiteiden kesto nähtiin myös avaintekijöinä toimivassa käyttöönotossa, sillä biomekaanisen kuormituksen vähenemisestä saatavaa hyötyä olisi verrattava suhteessa eksoskeletonin pukemiseen ja riisumiseen käytettävään aikaan. (Cha ym. 2020.) Potilaan nukutuksen aikainen manuaalinen käsittely nähtiin ergonomian kannalta kriittisimpänä hoitotilanteena leikkaussaliympäristössä. Kirurgiset sairaanhoitajat nähtiin yhtenä potentiaalisena eksoskeletoneista hyötyvänä ryhmänä, sillä avustaessa toimenpidettä suorittavaa kirurgia he joutuvat usein olemaan pitkiä aikoja staattisissa asennoissa esimerkiksi pitäessään instrumentteja paikoillaan (Cha ym. 2020).

5.5 Odotetut ja koetut hyödyt

Eksoskeletoneiden käytön koettu hyödyllisyys ja käytön nautinnollisuus tunnistettiin laitteiden hyväksyttävyyttä lisäävinä tekijöinä, ahdistuneisuus puolestaan vähentävänä tekijänä. Positiiviset terveyshyödyt ja parempi ergonomia olivat käyttöä motivoivia tekijöitä ja ne koettiin tärkeämpinä kuin mahdolliset haitat. Kuitenkin vain puolet sairaanhoitajista arveli käyttävänsä eksoskeletoneja työssään.

(Turja ym. 2020b.) Eksoskeletoneilta odotetut pitkän aikavälin terveyshyödyt olivat välttämättömiä vaatimuksia eksoskeletonien käyttöönotolle leikkaussaleissa. Vastaavasti välittömien tulosten saamattomuus voi olla esteenä käyttöönotolle ja voi olla vaikeaa todistaa jonkin laitteen tuovan tuki- ja liikuntaelimistöön kohdistuvia terveyshyötyjä 20 vuoden aikana. Eksoskeletoneista odotettiin kuitenkin apua työvoiman säilyttämiseen ja varhaiseläkkeiden ennaltaehkäisyyn liittyvissä kysymyksissä. (Cha ym. 2020.)

Kokemukset tuki- ja liikuntaelimistön vaivoista joko omakohtaisten kokemusten tai tuttujen kautta oli yhteydessä parempaan tietoisuuteen ergonomisten interventioiden tarpeesta ja halukkuuteen kokeilla erilaisia ratkaisuja. Välinpitämättömyys omaa terveyttä kohtaan ja pitkäaikaisten terveysongelmien puute näyttäytyivät puolestaan eksoskeletoneiden käyttöönottoa estävinä tekijöinä. Eksoskeletoneiden toimivuudesta kaivattiin myös todisteita ja käytännön kokemusta. Tietoisuuden lisääminen eksoskeletonin kaltaisesta ergonomisesta ratkaisusta koettiin yhtenä tärkeimmistä vaikuttajista vastaanottavaisuuteen teknologian käytössä. Eksoskeletonien tekniikan esittely showcase-tyyppisessä tapahtuma voisi toimia mahdollisena yhtenä strategiana käyttöönoton esteiden poistamiseksi leikkaussaleissa. Lisäksi käyttöönottoon liittyvien toimivien strategioiden hyödyntäminen muilta aloilta voisi muokata käsityksiä eksoskeletoni-tekniikasta ja edistää laitteiden käyttöönottoa myös terveysalalla. (Cha ym. 2020.)

5.6 Lisätutkimustarpeita

Tarve aihetta koskeville lisätutkimuksille tunnistettiin laajalti (Cha ym. 2020; Tröster ym. 2020; Hwang ym. 2021; Miura ym. 2021). Lisätutkimuksia kaivattiin todellisissa työympäristöissä eksoskeletonin kanssa ja ilman, jolloin olisi mahdollista sekä eksoskeletoneiden tehokkuutta yksittäisillä käyttäjillä että tunnistaa potentiaalisia käyttöönoton esteitä (Cha ym. 2020; Hwang ym. 2021). Tuki- ja liikuntaelimistön oireiden ja koetun väsymyksen vaikutuksia tulisi kartoittaa pidempikeskitoisina tutkimuksina, sillä tutkimuksessa käytetty 10 minuutin kokeiluaika oli keskeiseltään lyhyt jäljittelemään eksoskeletoneiden vaikutuksia oikeissa toimenpiteissä (Cha ym. 2020).

Lisätutkimuksia tarvitaan myös vähentämään eksoskeletonien käänteisiä vaikutuksia vartalon asentoihin kuten lisääntyneisiin taivutuskulmiin. Potilaan käsitte-lyyn liittyviä tutkimuksia tulisi tehdä myös isokokoisilla potilailla, jolloin voitaisiin tarkastella paremmin selkää tukevien eksoskeletoneiden käytettävyyttä ja toiminnallisia rajoja. (Hwang ym. 2021.)

6 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tunnistettiin useita hoitotyöntekijöiden eksoskeletonien käyttöön ja hyväksyttävyyteen liittyviä tekijöitä sekä niiden vaikutuksia hoitotyöhön. Kirjallisuuskatsauksen tulokset tukevat aiempia tutkimuksia muun muassa siitä, että eksoskeletonien vähentämä kuormitus joissakin kehonosissa voi tuoda esiin potentiaalisia terveysriskejä muualla kehossa eri tavalla jakautuvan kuormituksen vuoksi (EU_OSHA 2019, 4). Fyysisten riskitekijöiden vähentäminen eksoskeletoneiden avulla on jo olemassa olevan tutkimustiedon pohjalta siis mahdollista, mutta on olemassa myös riski, että liian yksipuolinen suunnittelu ja käyttöönotto johtavat esimerkiksi psykososiaalisten riskitekijöiden lisääntymiseen. Tällöin eksoskeletoneista saatava hyöty voi olla lopulta nolla tai jopa miinusmerkkinen.

Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseen vastaavaa aineistoa löytyi niukasti, ja kaikki katsaukseen valitut artikkelit oli julkaistu kahden viimeisen vuoden aikana. Tämä kertoo aiheen olevan vähän tutkittu, mutta lisääntyvästi tutkijoiden kiinnostuksen kohteena ja täten tämän opinnäytetyön voi sanoa olevan ajankohdainen ja tarpeellinen. Eksoskeletoneiden laajempi ja onnistunut käyttöönotto terveysalalla vaatii kuitenkin vielä laajalti lisätutkimuksia ja testausta käytännön työtehtävissä ja ennen kaikkea itse hoitotyöntekijöillä. Tämän opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi Tampereen ammattikorkeakoulun Sote Virtual Labin tutkimus- kehitys- ja innovaatiotoiminnassa kuten esimerkiksi eksoskeletoneita ja robotiikkaa koskevissa hankevalmisteluissa.

Laitteen tehokkuutta, kestävyyttä, ja käyttäjien hyvinvointia, käyttäjätyytyväisyyttä sekä yleistä hyväksyttävyyttä on mahdollista lisätä osallistavan käyttäjäkeskeisen suunnittelun avulla. Lisäksi käyttäjäkokemusten pohjalta on mahdollista vaikuttaa myös terveyteen, turvallisuuteen ja työsuoritukseen mahdollisesti negatiivisesti vaikuttaviin tekijöihin (EU_OSHA 2019, 5.), kuten esimerkiksi eksoskeletonien huonoon istuvuuteen naiskäyttäjillä. Hoitotyössä käyttäjäkeskeiseen suunnitteluun olisi kannattavaa ottaa mukaan hoitotyöntekijöiden lisäksi myös itse hoidon kohteena oleva potilas sekä hänen läheisensä, ja mahdollisuuk-

sien mukaan myös koko työyhteisö. Tällä tavoin voitaisiin huomioida eksoskeletonien vaikutukset niin hoidon kohteena olevaan potilaaseen ja potilas-hoitaja-vuorovaikutukseen kuin muihin sidosryhmiin.

Eksoskeletonien hinta suhteessa saataviin hyötyihin, kuten sairaspöissaoloren vähenemiseen tulisi myös huomioida tulevissa tutkimuksissa, jotta välttyttäisiin kalliilta investoinneilta, jotka voivat päätyä käyttämättöminä vuodeosastoren varastoren ylähylyille. Työympäristössä, jossa työntekijöiden tietoisuus työpaikan olemassa olevista työergonomisista ratkaisuisista oli vähäistä ja käytännön työergonomia huono, on raportoitu myös runsaasti tuki- ja liikuntaelinvaivoja (Mohammad, Abbas & Narges 2019, 121). Muun ergonomisen koulutuksen ja jo käytössä olevien apuvälineiden tehokkaamman hyödyntämisen hyödyt suhteessa eksoskeletonien laajamittaisempaan käyttöönottoon olisikin järkevä ottaa tarkempaan tarkasteluun. Ergonomista opetusta ja tule-sairauksien ennaltaehkäisyä tulisi myös lisätä jo korkeakouluopinnoissa. Mahdollisesti olisi hyvä tutkia myös eksoskeletonien potentiaalia tule-oireiden ehkäisyyn lisäksi myös jo tule-oireista kärsivien kuntoutuksessa. Lisäksi olisi hyvä tarkastella sitä, miten eksoskeletonit kykenisivät antamaan käyttäjälleen palautetta liikesuorituksista ja ohjaamaan tätä kautta käyttäjää ergonomisempiin työasentoihin.

7 LUOTETTAVUUS JA EETTISYYS

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jossa käytettiin aineistona aiemmin julkaistuja tieteellisiä tutkimuksia. Opinnäytetyötä tehdessä ei siis ole esimerkiksi maksettu rahallisia korvauksia tutkimukseen osallistumisesta ja täten voitu vaikuttaa aineistona käytettyjen tutkimusten tuloksiin.

Tutkimusmenetelmien luotettavuutta voidaan tarkastella muun muassa menetelmän validiteetin ja reliabiliteetin kautta. Validiteetti kuvaa sitä, onko tutkimuksessa tutkittu sitä mitä oli aikomuksin. Reliabiliteetti puolestaan kuvaa tutkimustulosten toistettavuutta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 160.). Tämä opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa hoitotyöntekijöiden kokemuksia hoitotyöntekijöillä käytävistä eksoskeletoneista kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla. Aihetta on tutkittu melko vähän, ja tutkimuskysymykseen vastaavia tutkimusartikkeleita löytyi niukasti. Työhön oli täten sisällytettävä myös sellaisia tutkimuksia, joissa osallistujina oli myös muita hoitoalan työntekijöitä, kuten kirurgeja. Aineiston analysointivaiheessa on mahdollista, että jotkin hoitotyöntekijöiden kokemuksina esitetyt seikat ovat todellisuudessa olleet esimerkiksi lääkäreiden tekemiä havaintoja.

Reliabiliteetin osalta opinnäytetyössä on pyritty kuvaamaan hakuprosessi tarkasti ja siten, että haku on mahdollista toistaa. Aineistohaku on tehty toukokuussa 2021 ja hakusanojen muodostamisessa sekä tietokantojen valinnassa on hyödynnetty kirjaston informaatikon asiantuntemusta. Eksoskeletonien käyttö sosi-aali- ja terveysalalla on melko tuore aihe, mitä kuvaa se, että kaikki katsauksen artikkelit olivat julkaisu vuosien 2020 ja 2021 aikana. Mikäli haut olisi tehty uudestaan syksyllä 2021, olisi tutkimusaineistoon saattanut saada lisää sopivia artikkeleita. Työkuorma ja opinnäytetyö-konteksti huomioiden hakua ei kuitenkaan toistettu. Luotettavuuden näkökulmasta viisi artikkelia on melko niukka määrä tutkimuksia, jotta tulokset olisivat yleistettävissä laajemmin.

Tutkimukseen valitut artikkelit olivat kaikki julkaistu englannin kielellä. Vieraskielisten lähteiden käännökseen liittyy aina oikein kääntämisen ja ymmärtämisen riski. Lisäksi opinnäytetyö on tehty yksin ilman aktiivista ohjaussuhdetta aiemmin

hankitun osaamisen hyväksilukumenettelyn (AHOT) myötä, joten virhepäätelmien mahdollisuus on olemassa. Virhepäätelmällä tai holistisella harhaluulolla tarkoitetaan tilannetta, jossa tutkimusprosessin edetessä tutkija voi sokaistua omille johtopäätöksilleen uskoen niiden olevan oikeita, vaikka ne eivät sitä välttämättä ole (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 197). Aktiivinen ohjaussuhde tai opinnäytetyön tekeminen toisen opiskelijan kanssa olisi saattanut antaa erilaisia näkökulmia esimerkiksi aineiston luokitteluihin.

Tutkimustulosten luotettavuutta olisi mahdollista tukea esimerkiksi autenttisilla, suorilla lainauksilla tutkimusartikkeleista. Näin lukijalla olisi itse mahdollisuus tehdä arviota tutkimusaineistosta. (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 198.). Tässä opinnäytetyössä ei käytetty suoria lainauksia osin työn tekijästä ja osin tutkimusmateriaalista johtuen: käytettävissä ei ollut esimerkiksi haastatteluaineistoa, jota olisi voinut hyödyntää työssä mielekkäällä tavalla.

Tutkimuksen eettisyyttä voidaan pitää kaiken tieteellisen toiminnan ytimenä. (Kankkunen & Vehviläinen 2018, 211). Kankkunen & Vehviläisen (2018, 211) mukaan Pietarinen (2002) on esittänyt tutkijoille kahdeksan erilaista eettistä vaatimusta: älyllisen kiinnostuksen vaatimus, tunnollisuuden vaatimus, rehellisyyden vaatimus, vaaran eliminoiminen, ihmisarvon kunnioittaminen, sosiaalisen vastuun vaatimus, ammatinharjoituksen edistäminen, kollegiaalinen arvostus. Edellä kuvattuihin kriteereihin peilaten tässä opinnäytetyössä kirjallisuuskatsauksen aiheen valinnan taustalla oli aito kiinnostus aihetta kohtaan, mikä heijastui työtä tehdessä muun muassa runsaan vieraskielisen materiaalin läpikäymiseen. Alkuperäistutkimusten osallistajat eivät ole tunnistettavissa vastauksista. Viittaukset teorialähteisiin on merkitty Tampereen ammattikorkeakoulun kirjallisten ohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyötä tehdessä on muutoinkin pyritty noudattamaan ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä suosituksia (Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto 2020), jotka ovat myös Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) linjausten mukaisia.

LÄHTEET

Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto. 2020. Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Pdf-dokumentti. Viitattu 21.11.2021. <https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf? t=1578480382>

Bernal, D., Campos-Serna, J., Tobias, A., Vargas-Prada, S., Benavides, F. & Serra, C. 2015. Work-related psychosocial risk factors and musculoskeletal disorders in hospital nurses and nursing aides: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies* 52(2), 635–648. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1155/2016/9361016.

Cha, J., Monfared, S., Stefanidis, D., Nussbaum, M., Yu, D. & Treaster, D. 2020 Supporting surgical teams: identifying needs and barriers for exoskeleton implementation in the operating room. *Human Factors* 62(2), 377-390. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1177/0018720819879271.

Choobineh, A., Movahed, M., Tabatabaie, SH. & Kumashiro, M. 2010. Perceived demands and musculoskeletal disorders in operating room nurses of shiraz city hospitals. *Industrial Health* 48(1), 74–84. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.2486/indhealth.48.74.

Davis, K. & Kotowski, S. 2015. Prevalence of musculoskeletal disorders for nurses in hospitals, long-term care facilities, and home health care: a comprehensive review. *Human factors* 57(5), 754–792. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1177/0018720815581933.

De Looze, M., Bosch, T., Krause, F., Stadler, K. & O'Sullivan, L. 2016. Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. *Ergonomics* 59(5), 671–681. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1080/00140139.2015.1081988.

De Kok J., Vroonhof, P., Snijders, J., Roullis, G., Clarke, M., Peereboom, K. & van Dorst, P. 2019. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. European risk observatory report. European Agency for Safety and Health at Work. Pdf-dokumentti. Viitattu 22.11.2021. <https://osha.europa.eu/sites/default/files/Work-related MSDs prevalence costs and demographics in the EU report.pdf>

Eriksson, K., Isola, A., Kyngäs, H., Leino-Kilpi, H., Lindström, U., Paavilainen, E., Pietilä, A-M., Salanterä, S., Vehviläinen-Julkunen, K. & Åstedt-Kurki, P. 2016. *Hoitotiede*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

EU-OSHA. 2019. Occupational exoskeletons: wearable robotic devices to prevent work-related musculoskeletal disorders in the workplace of the future. Pdf-dokumentti. Viitattu 31.3.2021. <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/Work-related MSDs prevalence costs and demographics in the EU report.pdf>

EU-OSHA. 2020. Musculoskeletal disorders in the healthcare sector. Discussion paper. Pdf-dokumentti. Viitattu 25.4.2021. <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents/Discussion paper MSDs in health care sector.pdf>

Freimann, T., Coggon, D., Merisalu, E., Animägi, L. & Pääsuke, M. 2013. Risk factors for musculoskeletal pain amongst nurses in Estonia: A cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders* 14(1), 334–334. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1186/1471-2474-14-334.

Freimann, T., Pääsuke, M. & Merisalu, E. 2016. Work-related psychosocial factors and mental health problems associated with musculoskeletal pain in nurses: a cross-sectional study. *Pain & Research Management* 2016, 1–7. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1155/2016/9361016.

Hagiwara, Y., Yabe, Y., Yamada, H., Watanabe, T., Kanazawa, K., Koide, M., Sekiguchi, T., Hatano, H. & Itoi, E. 2017. Effects of a wearable type lumbosacral support for low back pain among hospital workers: A randomized controlled trial. *Journal of Occupational Health* 59(2), 201–209. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1539/joh.16-0203-OA.

Henderson, V. 1964. The nature of nursing. *The American Journal of Nursing* 64(8), 62–68. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1097/00000446-196408000-00029.

Holtermann, A., Clausen, T., Aust, B., Mortensen, O.S. & Andersen, L.L. 2013. Does occupational lifting and carrying among female health care workers contribute to an escalation of pain-day frequency? *European Journal of Pain* 17(2), 290–296. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1002/j.1532-2149.2012.00175.x.

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) 2021: 103373, 1–9. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1016/j.apergo.2021.103373.

Imamura, Y., Tanaka, T. & Takizawa K. 2017. Field testing of the influence of assistive wear on the physical fitness of nursing-care workers. *Social Robotics*, 137-146. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1007/978-3-319-70022-9_14.

Kangasniemi M., Pietilä A-M., Utriainen K., Jääskeläinen P., Ahonen S-M. & Liikanen E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25(4), 291–301.

Kankkunen, P., & Vehviläinen-Julkunen, K. 2018. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Leino-Kilpi, H. & Välimäki, M. 2014. Etiikka hoitotyössä. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Miura, K., Kadone, H., Tetsuya, A., Koda, M., Funayama, T., Noguchi, H., Hiroshi, K., Nagashima, K., Mataka, K., Shibao, Y., Sato, K., Kawamoto, H., Sankai, Y. & Yamazaki, M. 2021. Successful use of the Hybrid Assistive Limb for Care Support

to reduce lumbar load in a simulated patient transfer. *Asian Spine Journal* 15(1), 40–45. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.31616/asj.2019.0111.

Mohammad, A., Abbas B. & Narges H. 2019. Relationship between knowledge of ergonomics and workplace condition with musculoskeletal disorders among nurses. *International Archives of Health Sciences* 6(3): 121–126. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.4103/iahs.iahs_10_19.

Mänttari, S., Halonen J., Karkulehto J., Rauttola A-P., Säynäjäkangas, P. & Oksa J. 2021. Kädet koholla työskentelyn keventäminen ulkoisen tukirangan avulla. Helsinki: Työterveyslaitos. Viitattu 28.11.2021. PDF-dokumentti. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/143272/TTL_978-952-261-985-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Niela-Vilén, H. & Hamari L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, M., Axelin A. & Suhonen, R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Sarja A73. Turun yliopisto. 23-34.

Nightingale, F. 1964. *Sairaanhoidosta*. Helsinki: WSOY.

Reed, L., Battistutta, D., Young, J. & Newman, B. 2014. Prevalence and risk factors for foot and ankle musculoskeletal disorders experienced by nurses. *BMC musculoskeletal disorders* 15(1). 196–196. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1186/1471-2474-15-196.

Sezgin, D. & Esin, M.N. 2015. Predisposing factors for musculoskeletal symptoms in intensive care unit nurses. *International nursing review* 62(1), 92–101. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1111/inr.12157.

Smedley, J., Inskip, H., Trevelyan, F., Buckle, P., Cooper, C. & Coggon, D. 2003. Risk Factors for incident neck and shoulder pain in hospital nurses. *Occupational and environmental medicine* 60(11), 864–869. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1136/oem.60.11.864.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2018. Hyvinvoinnin AiRo-ohjelma #hyteairo. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. Pdf-dokumentti. Viitattu 12.4.2021. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160988/STM_hyteairo_julkaisu_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Stolt M., Kielo, E., Katajisto, J., Suhonen, R. & Leino-Kilpi, H. 2018. Hoitotyöntekijöiden itsearvioimat tuki- ja liikuntaelinvaivat. *Tutkiva Hoitotyö* 16(3), 3–9.

Suhonen, R., Axelin A. & Stolt, M. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, M., Axelin A. & Suhonen, R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. Sarja A73. Turun yliopisto. 7-22.

Suomen virallinen tilasto. 2018. Väestöennuste, Liitetaulukko 1. Väestö ikäryhmittäin koko maa 1900–2070 (vuodet 2020-2070: ennuste). Korjattu 18.12.2018. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 12.4.2021. http://www.stat.fi/til/vaenn/2018/vaenn_2018-11-16_tau_001.fi.html

Suomen virallinen tilasto: Kelan sairausvakuustilasto 2019. 2019. Helsinki: Kela. Pdf-dokumentti. Viitattu 25.4.2021. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/317245/Kelan%20sairausvakuustilasto%202019.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

TAMK. n.d.. Virtual Lab for Social and Health Care. Viitattu 26.11.2021. <https://sites.tuni.fi/vlabforhealth-fi/esittely/>

Trinkoff, A., Le, R., Geiger-Brown, J., Lipscomb, J. & Lang, G. 2006. Longitudinal relationships of work hours, mandatory overtime, and on-call to musculoskeletal problems in nurses. *American Journal of Industrial Medicine* 49(11), 964-971. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1002/ajim.20330.

Tröster M., Wagner D., Müller-Graf F., Maufroy C., Schneider U. & Bauernhansl T. 2020. Biomechanical mode-based development of an active occupational upper-limb exoskeleton to support healthcare workers in the surgery waiting room. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17(14), 1–16. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.3390/ijerph17145140.

Tuomi, J. & Sarajärvi A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.

Turja, T., Taipale, S., Kaakinen, M. & Oksanen, A. 2020a. Care Workers' Readiness for Robotization: Identifying psychological and socio-demographic determinants. *International Journal of Social Robotics* 12(1), 79-90. Viitattu 26.11.2021. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1007/s12369-019-00544-9.

Turja, T., Saurio R., Katila J., Hennala L., Pekkarinen S. & Melkas, H. 2020b. Intention to use exoskeletons in geriatric care work: need for ergonomic and social design. *Ergonomics in Design*. Viitattu 26.11.2021. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1177/1064804620961577.

Työsuojelusanasto. 2006. Sanastokeskus ry. Viitattu 31.3.2020. Saatavilla: http://www.tsk.fi/tsk/fi/ty%C3%B6suojelusanasto_tsk_35-190.html

Työterveyslaitos. n.d. Kädet koholla työskentelyn keventäminen eksoskeletonin avulla (2020–2021). Viitattu 27.9.2021. <https://www.ttl.fi/tutkimushanke/kadet-koholla-tyoskentelyn-keventaminen-eksoskeletonin-avulla-2020-2021/>

Van Aerschot, L., Hämäläinen, A. & Pirhonen, J. 2020. Robotiikasta apua hoivaankin? Teoksessa Särkikoski, T., Turja, T. & Parviainen, J. (toim.). 2020. Robotin hoiviin? Yhteiskuntatieteen ja filosofian näkökulmia palvelurobotiikkaan. Tampere: Vastapaino, 115–147.

Viteckova, S., Kutilek P. & Jirina M. 2013. Wearable lower limb robotics: A review. *Biocybernetics and Biomedical Engineering* 33(2), 96–105. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1016/j.bbe.2013.03.005.

Whittemore, R. 2005. Combining Evidence in Nursing Research. *Nursing Research* 54(1), 56–62. Vaatii käyttöoikeuden. DOI: 10.1097/00006199-200501000-00008.

LIITTEET

Liite. 1. Kirjallisuuskatsaukseen valitut alkuperäistutkimukset.

TEKI- JÄT, VUOSI, MAA	TUTKIMUK- SEN TAR- KOITUS	AINEISTO JA TUTKIMUSMENETEL- MÄT	KESKEISET TULOKSET
<p>Turja, T., Saurio, R., Kaitila, J., Hennala, L., Pekkarinen, S. & Melkas, H. 2020. Suomi.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitettiin Laevo-eksoskeletonin hyväksytävyyttä sairaanhoitajien keskuudessa vanhustyössä viiden tekijän näkökulmasta: koettu hyödyllisyys, koettu helpokäyttöisyys, luottamus laitteeseen, käytön nautittavuus ja käyttöä koskeva ahdistuneisuus.</p> <p>Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin sosiaalisen</p>	<p>Tutkimus sisälsi kaksi koeasetelmaa (S1 ja S2). Ensimmäisessä koeasetelmassa (S1) 16 hoitotyön työkokemusta omaavaa sairaanhoitajaopiskelijaa (kaikki naisia) avustivat pareittain ikääntyneen potilaan siirrossa sairaalasangystä pyörätuoliin kontrolloidussa ympäristössä ja kolmella eri tavalla: a) molemmat hoitajat ilman Laevo-eksoskeletonia, b) toisella hoitajista oli Laevo-eksoskeleton ja c) molemmat hoitajat käyttivät Laevo-eksoskeletonia. Video-, haastattelu-, ja kyselydata kerättiin, ja kyselyaineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p> <p>Toinen koeasetelma (S2) oli kenttätutkimus, jossa seitsemän (kaikki naisia)</p>	<p>Suurin osa sairaanhoitajista koki eksoskeletonin vähentävän alaselkään kohdistuvaa kuormitusta potilaan avustamisen aikana.</p> <p>Kuitenkin vain puolet ilmoitti aikovansa käyttää eksoskeletonia työssään. Aikomus käyttää eksoskeletonia työssä oli pääasiallisesti yhteydessä eksoskeletonien koettuun hyödyllisyyteen, kuten suorituskyvyn ja ergonomian paranemiseen, ja käytön miellyttävyyteen.</p>

	<p>ympäristön vaikutuksia hoitajien aikomuksiin käyttää eksoskeletonia.</p>	<p>sairaanhoidajaa käytti Laevo-eksoskeletonia ai-doissa työolosuhteissa hoitokodissa yhden viikon ajan. Tutkittavat haastateltiin ennen ja jälkeen testausajan, ja haastattelut analysoitiin sisälönanalyysin avulla.</p>	
<p>Cha, J., Monfred, S., Stefani-dis, D., Nussbaum, M. & Yu, D. 2020. Yhdysvallat.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitettiin tarpeita ja esteitä, jotka liittyvät eksoskeletoinen käyttöön tuki- ja liikuntaelinoireiden vähentämiseksi leikkaussalissa työskentelevillä työntekijöillä.</p>	<p>Tutkimukseen osallistui yhteensä 14 leikkaussali-henkilökunnan jäsentä: neljä sairaanhoitajaa, seitsemän kirurgiaan erikoistuvaa lääkäriä ja kolme kirurgia. Kukin osallistui yksilö- tai moni-henkilöhaastatteluun.</p> <p>Kymmenen osallistujaa suoritti myös 10 minuuttia kestävän simuloitun laparoskooppisen taitotehtävän, joka suoritettiin käyttämällä passiivista, kättä tukevaa eksoskeletonia (Levitate AIRFRAME™). Taitotehtävään osallistuneet täyttivät myös käytettävyysskyselyn (SUS, System Usability Scale). Neljä osallistujaa ei suorittanut simulaatiotehtävää lop-</p>	<p>Tutkimuksessa tunnistettiin neljä pääteemaa, jotka sisälsivät eksoskeletoin käyttöä leikkaussalissa puoltavia ja estäviä tekijöitä:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. yksilölliset ominaisuudet 2. koetut edut 3. ympäristö- ja yhteiskunnalliset tekijät 4. interventio-ominaisuudet. <p>Testatun eksoskeletoin keskimääräiset SUS-pisteet olivat 81,3/100. Eksoskeletonia pidettiin täten käytökelpoisena pisteiden asettuessa ”hyvän” ja ”erinomaisen” väliin.</p> <p>Työntekijöiden tietoisuus intervention tar-</p>

		<p>puun, mutta kaikille annettiin mahdollisuus kokeilla eksoskeletonia.</p> <p>Myös jatkokysymyksiä esitettiin laitteen herättämien mielikuvien ja käsitysten paljastamiseksi.</p> <p>Haastatteluaineisto analysoitiin sisällönanalyysin avulla.</p>	<p>peesta ja eksoskeletonien käytettävyydestä tulee ottaa huomioon onnistuneen implementoinnin mahdollistamiseksi.</p>
<p>Miura, K., Kadone, H., Tetsuya, A., Koda, M., Funayama, T., Noguchi, H., Hiroshi, K., Nagashima, K., Mataki, K., Shiba, Y., Sato, K., Kawamoto, H., Sankai, Y. & Yamazaki, M.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitettiin aktiivisen eksoskeletonin, Cybedyne HAL for care supportin, vaikutuksia lantion alueen kuorituksen vähentämisessä simuloidun potilassiirron aikana.</p>	<p>Tutkimus suoritettiin prospektiivisena kokeellisena tutkimuksena, jossa 19 tervettä vapaaehtoista (miehiä 16, naisia 3) nosti 60 kg painavan nuken istuma-asennosta seisomaan. Ensimmäinen siirto suoritettiin ilman HAL for Care Support -eksoskeletonia, ja toinen eksoskeletonin kanssa.</p>	<p>Viisi osallistujaa epäonnistui potilassiirrossa ilman HAL-eksoskeletonia. Heistä neljä onnistui suorittamaan siirron eksoskeletonin avulla. Tämä osoittaa, että HAL for care support-eksoskeleton voisi parantaa potilassiirron suorituskykyä.</p> <p>Lannerangan koettu subjektiivinen väsymys vähentyi merkittävästi siirron aikana käytettäessä HAL for care support-eksoskeletonia verrattuna ilman eksoskeletonia tehtyyn siirtoon.</p>

<p>2021. Japani.</p>		<p>Lannerangan subjektiivista väsymystä siirron aikana mitattiin visuaalisen analogisen asteikon (VAS) avulla. Lihasten kuormitusta arvioitiin myös lihassähkökäyrän (EMG) avulla. Lisäksi osallistujia pyydettiin ilmoittamaan, mikäli siirron aikana ilmenee haittapähtumia HAL for care supportin turvallisuusarviointia varten.</p> <p>Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p>	<p>Lannerangan keskimääräinen VAS-pistemäärä kaikille osallistujille, joilla ei ollut HAL for Care -tukea, oli 62 ± 26 mm (haarukka, 7–91 mm), ja HAL for Care -tukea käytettäessä 43 ± 22 mm (haarukka, 0–79 mm). Tehoanalyysi osoitti riittävän tilastollisen tehon erojen määrittämiseksi VAS-pisteissä (0,99). Vasemman ison pakaralihaksen aktiivisuus lisääntyi merkittävästi siirtojen aikana käytettäessä eksoskeletonia. Muiden lihasten aktiivisuus ei lisääntynyt merkittävästi. Haittapähtumia ei raportoitu eksoskeletonien käytön aikana.</p>
<p>Hwang J., Kumar Yerriboina V.N., Ari H. & Kim J.H. 2021. Japani.</p>	<p>Tutkimuksessa arvioitiin ja vertailtiin kolmen passiivisen selkää tukevan eksoskeletonin (FLx</p>	<p>Laboratoriotutkimuksessa 20 ammatillista hoitajaa (miehiä 3, naisia 17) suoritti sarjan simuloituja potilassiirtoja pyörätuolin ja sängyn välillä kolmella eri siirtomenetelmällä.</p>	<p>Kaikki kolme testattua eksoskeletonia vaikuttivat merkittävästi vartalon ja olkapään asentoihin, käden vetovoimiin sekä selän ojentajalihasten ja keskimmäisen hartialihaksen lihasaktivaatioon.</p>

	<p>ErgoSkeleton, V22 ErgoSkeleton ja Laevo V2.5) ja kolmen eri potilaan siirtomenetelmän vaikutuksia alaselän ja hartioiden fyysiseen kuormitukseen potilaan siirron aikana.</p>	<p>Osallistujien liikkumista mitattiin markkerillisella liikkeentallennusjärjestelmällä ja käsien moleminpuolisia vetovoimia momentinmuuntimien avulla.</p> <p>Alaselän ja hartioiden lihasaktiivisuutta mitattiin lihassähkökäyrän (EMG) avulla. Osallistujat arvioivat eksoskeletonien käytettävyyttä System Usability Scale (SUS)-käytettävyyssasteikon avulla.</p> <p>Aineisto analysoitiin tilastollisin menetelmin.</p>	<p>Selän ojentajalihasten lihasaktiivisuus oli huomattavasti pienempi (jopa 11,2 %) FLx- ja V22 Ergo -eksoskeletoineilla verrattuna ilman eksoskeletonia. Vartalon ja olkapäiden taipumiskulmat olivat passiivisia eksoskeletoineita käytettäessä kuitenkin suurempia (jopa 77,3 %) kuin ilman eksoskeletonia. Biomekaaniset hyödyt ja käytettävyys vaihtelivat eri eksoskeletonien välillä. Alhaisempi lihasaktiivisuus selän ojentajalihaksissa viittaa siihen, että selkää tukevat eksoskeletonit voivat olla toimiva interventio vähentämään alaselän rasitusta potilassiirtojen aikana.</p>
<p>Tröster M., Wagner D., Müller-Graf F., Maufroy C., Schneider U.</p>	<p>Tutkimuksessa mallinnettiin ja esitetään tuki- ja liikuntaelimitömalliin perustuvan eksoskeletonin</p>	<p>Laboratoriotutkimuksessa kolme leikkaussaliavustajaa (2 miestä, 1 nainen) suoritti nukutettua potilasta esittävän 93-kiloa painavan potilaan siirtoja simuloidussa leikkaussalin odotushuoneessa.</p>	<p>Kyselylomakkeen pohjalta suurinta rasitusta siirtojen aikana koettiin alaselän ja olkapäiden ja käsivarsien alueella. Alaraajojen rasitusta pidettiin vähemmän kuormittavana. Suurin</p>

<p>& Bau- ernhansl T. 2020. Saksa.</p>	<p>kehitys siirret- täessä poti- lasta manu- aalisesti leik- kaussalin odotushuo- neessa.</p>	<p>Tutkitut siirtotapahtumat olivat potilaan vetäminen, työntäminen ja jalkojen nostaminen ilman potilaan apua sängyn laidalle ja takaisin. Nämä tehtävät oli määritetty tutkimuksessa pidetyissä työpajoissa työn ergonomian kannalta kriittisimmiksi.</p> <p>Osallistujien liikkumista mitattiin markkerillisella liikkeentallennusjärjestelmällä. Maan reaktiivoimia kehon liikevoimia mitattiin voimalevyjen ja antureiden avulla. Osallistujilta kerättiin myös subjektiivista palautetta. Borgasteikkoon perustuvalla kyselylomakkeella kartoitettiin kokemuksia subjektiivisesta havaitusta kuormittumisesta siirtojen aikana.</p> <p>Malliin perustuva biomekaaninen analyysi suoritettiin AnyBody Modelin System -työkalun avulla. Analyysin pohjalta kehitettiin ylävartalon eksoskeleton, jonka vaikutuksia</p>	<p>rasitus havaittiin käsi- varren yläosassa yksin tai tiimin kanssa suori- tetun työntöliikkeen ai- kana.</p> <p>Tutkimuksessa kehitetyllä eksoskeletonilla osoitettiin olevan potentiaalia niveliin kohdistuvan paineen ja lihasaktiivisuuden vähentämisessä ylävartalon alueen eksoskeletonin avulla simuloitujen potilassiirtojen aikana. Tutkittavilta kerätty subjektiivinen palaute tuki mittauksia.</p> <p>Kaikkien lihasten aineenvaihduntateho väheni yli puoleen, kun käytettiin kehitettyä eksoskeletonia. Eksoskeleton vähensi myös akromioklavikulaaristen ja sternoklavikulaaristen nivelten voimia, sekä liikkeen luomiseen ja nivelten vaikkauttamiseen liittyvien lihasten aktivointia.</p>
---	---	--	---

		tuki- ja liikuntaelimestön kuormitukseen testattiin.	Toisaalta epäkäslihaksten ja rintalihaksen aktivaatio lisääntyi hie-man kun käytettiin ek-soskeletonia.
--	--	--	---