

This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.

Author(s): Ilves, Outi; Köyhäjoki, Anna; Margaritis, Mirjami; Yli-Ikkelä, Riku; Honkanen, Sari; Rintala, Aki; Sjögren, Tuulikki; Häkkinen, Arja; Aartolahti, Eeva

Title: Robottien vaikuttavuus kuntoutuksessa

Year: 2022

Version: Published version

Copyright: © Kirjoittajat ja Kela

Rights: In Copyright

Rights url: <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

Please cite the original version:

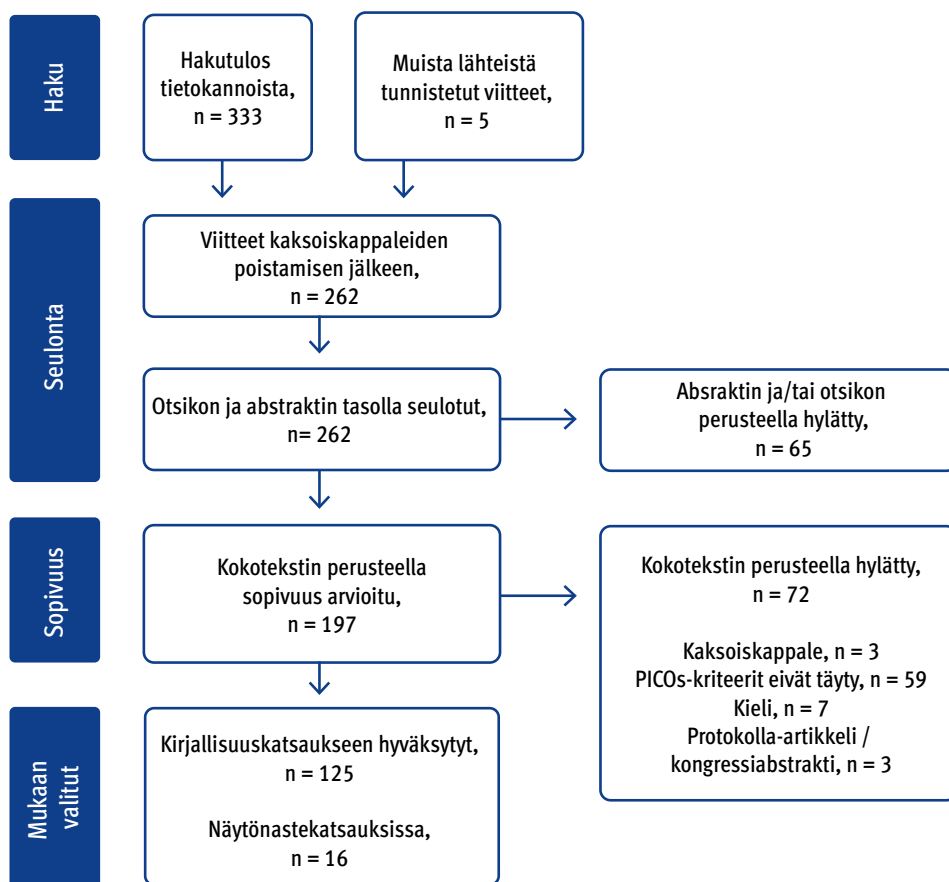
Ilves, O., Köyhäjoki, A., Margaritis, M., Yli-Ikkelä, R., Honkanen, S., Rintala, A., Sjögren, T., Häkkinen, A., & Aartolahti, E. (2022). Robottien vaikuttavuus kuntoutuksessa. In O. Ilves, H. Korpi, S. Honkanen, & E. Aartolahti (Eds.), *Robottien, virtuaalitodellisuuden ja lisätyn todellisuuden vaikuttavuus ja merkityksellisyys lääkinällisessä kuntoutuksessa : järjestelmälliset kirjallisuuskatsaukset* (pp. 38-62). Kansaneläkelaitos. Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia, 159. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022052037517>

3 Robottien vaikuttavuus kuntoutuksessa

Outi Ilves, Anna Köyhäjoki, Mirjami Margaritis, Riku Yli-Ikkela, Sari Honkanen, Aki Rintala, Tuulikki Sjögren, Arja Häkkinen ja Eeva Aartolahti

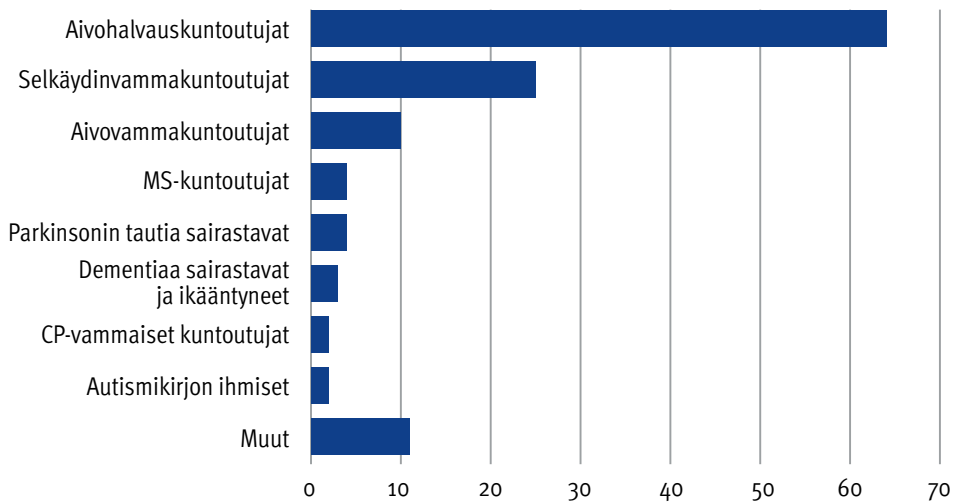
Kuntoutusrobotteja koskeva järjestelmällisten katsausten kirjallisuushaku Ovid MEDLINE-, Cinahl-, PsycINFO- ja ERIC-tietokannoista tuotti 333 viitettä ja muista lähteistä löytyi viisi katsausta lisää. Kaksoiskappaleiden poiston jälkeen otsikon ja tiivistelmän perusteella seulottiin 262 katsausta, joista 197 aiheeseen sopivaa siirtyi koko julkaisun perusteella seulottavaksi. Kokonaisten tekstien perusteella tehdyn seulonnan jälkeen mukaan valikoitui 125 järjestelmällistä katsausta, jotka on julkaistu vuosina 2003–2019 (kuvio 3). Lisäksi hakuajankohdan jälkeen julkaistu Cochrane-katsauksen päivitys (Mehrholtz ym. 2020) huomioitiin aivohalvauskuntoutujia koskevassa näytönastekatsauksessa. Viiteluettelo mukaan otetuista katsauksista löytyy liitteestä 3. Mukaan otetuista katsauksista 35:lle tehtiin AMSTAR2-laadunarvio (liite 4) ja näistä edelleen 16:ta katsausta käytettiin näytönastekatsauksissa.

Kuvio 3. Vuokaavio kuntoutusrobottien vaikuttavuutta koskevien järjestelmällisten katsausten valintaprosessista.



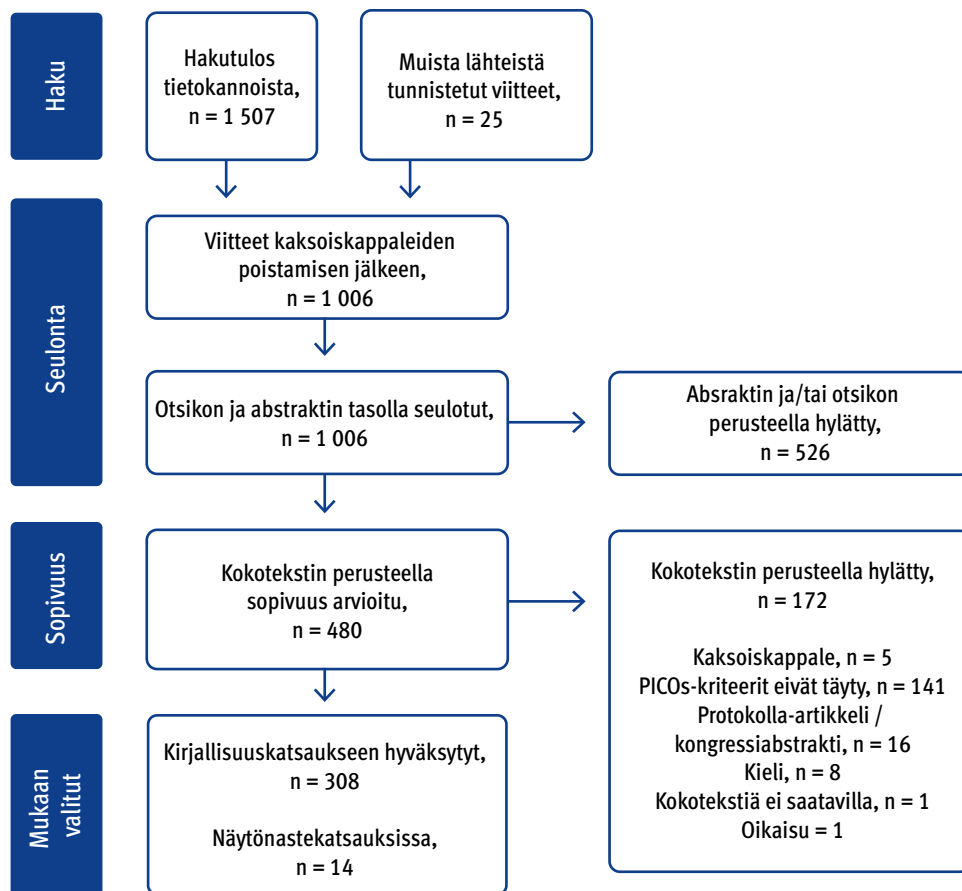
Hakutulos luokiteltiin kuntoutujaryhmiin. Suurin osa mukaan otetuista katsauksista käsitteli neurologisten sairauksien kuntoutusta, erityisesti aivohalvauskuntoutujien terapiaa (64 katsausta). Toiseksi suurin kuntoutujaryhmä oli selkäydinvammakuntoutajat (25 katsausta) (kuvio 4). AMSTAR2-työkalulla arvioitu katsausten laatu osoittautui suurimmassa osassa heikoksi tai erittäin heikoksi (liite 4).

Kuvio 4. Kuntoutusrobotteja hyödyntävän lääkinällisen kuntoutuksen vaikuttavuutta koskevien järjestelmällisten katsausten julkaisumäärä kuntoutujaryhmittäin marraskuuhun 2019 mennessä.



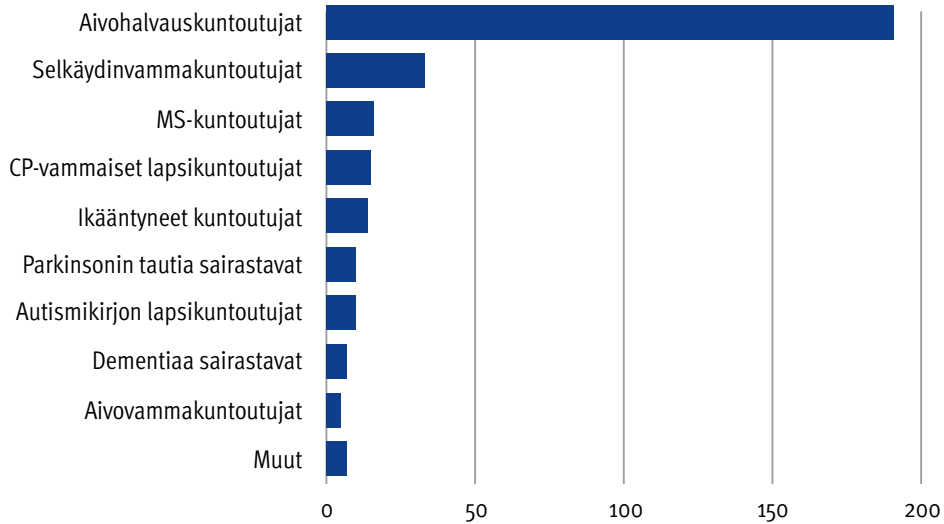
Satunnaistettuja kontrolloituja alkuperäistutkimuksia (RCT) koskeva järjestelmällinen kirjallisuushaku tuotti 1 507 viitettä ja muista lähteistä löytyi 25 viitettä. Kaksoiskappaleiden poiston jälkeen 1 006 viitettä seulottiin otsikon ja tiivistelmän perusteella ja koko tekstin arviointivaiheeseen siirtyi 480 alkuperäistutkimusta arvioitavaksi. Lopullinen hakutulos robottien vaikuttavuudesta kuntoutuksessa oli 308 satunnaistettua kontrolloitua alkuperäistutkimusta (kuvio 5, s. 40). Mukaan otetut RCT-tutkimukset oli julkaistu vuosina 2000–2019. Viiteluettelo PICO-kriteerien perusteella mukaan otetuista alkuperäistutkimuksista löytyy liitteestä 5. Näistä edelleen 14 RCT-tutkimusta sisällytettiin näytönastekatsauksiin täydentämään aiemmin julkaistujen katsausten tuottamaa tietoa.

Kuvio 5. Vuokaavio kuntoutusrobotteja koskevien satunnaistettujen kontrolloitujen alkuperäistutkimusten valintaprosessista.



Alkuperäistutkimusten hakutulos luokiteltiin kuntoutujaryhmiin. Suurin osa lopullisen hakutuloksen alkuperäistutkimuksista käsitteli aivohalvauskuntoutusta (tutkimusten n = 191) ja toiseksi suurin osuus käsitteli selkäydinvammakuntoutusta (tutkimusten n = 33) (kuviot 6, s. 41). Cochrane Risk of Bias 2 -menetelmällä arvioitiin 14 tutkimusta. Tutkimusten harhan riskin arvion kokonaistulos oli epäselvä tai korkea (liite 6).

Kuvio 6. Kuntoutusrobotteja hyödyntävän lääkinällisen kuntoutuksen vaikuttavuutta koskevien satunnaistettujen kontrolloitujen tutkimusten julkaisumäärä kuntoutujaryhmittäin helmikuuhun 2020 mennessä.



Näytönastekatsaukset on laadittu ensisijaisesti kuntoutujaryhmittäin ottaen huomioon myös käytetyn intervention ja kuntoutuksen kannalta keskeisimmät tulospoikkeamat. Näytönaste on määritetty uusimman ja kattavimman järjestelmällisen katsauksen perusteella. Näytönastekatsausta on täydennetty katsauksen jälkeen julkaistuilla RCT-tutkimuksilla, mikäli sellaisia oli. Näytönastekatsaukseen sisällytetty tutkimukset on kuvailtu taulukoissa (liite 7). Koko hakutulos on esitetty viitelistana liitteessä 5.

Näytönastekatsauksiin nostetut robotteja hyödyntävät kuntoutusmuodot ovat sovellettavissa näytönastekatsauksessa kuvattua kuntoutujaryhmää vastaavalle joukolle, kuitenkin huomioiden mahdolliset kulttuuriset erot. Tällaiset erot voivat liittyä alkuperäistutkimusten toteutusmaiden hoitokäytäntöihin, etenkin tavanomaisen hoidon osalta, verrattuna suomalaiseen kuntoutusjärjestelmään ja hoitokäytäntöihin. Kuntoutusrobottien saatavuus ja terapiahenkilöstön kouluttaminen laitteistojen käyttöön tulee ottaa huomioon kotimaisia hoitokäytäntöjä suunniteltaessa näytönastekatsausten pohjalta.

3.1 Aivohalvauskuntoutajat

3.1.1 Robottivusteinen kävelyharjoittelu

Akuutin vaiheen aivohalvauskuntoutujilla robottivusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan ilmeisesti lisää itsenäisen kävelykyvyn palautumista verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan (B).

Kroonisen vaiheen aivohalvauskuntoutujilla robottivusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan lienee yhtä tehokasta itsenäisen kävelykyvyn palautumisen suhteen verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan (C).

Aivohalvauskuntoutujilla end effector -robotilla toteutettu harjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan saattaa edistää kävelynopeutta ja -kestävyyttä tehokkaammin kuin tavanomainen fysioterapia (C).

Aivohalvauskuntoutujilla eksoskeleton-robotilla, robotisoidulla nilkan harjoittelulla tai robotisoiduilla liikkumisen apuvälineillä toteutettu harjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan ei liene kävelynopeuden tai kävelykestävyyden kehittymisen suhteen tehokkaampaa kuin tavanomainen fysioterapia (C).

Vuonna 2020 julkaistussa Cochrane-katsauksessa selvitettiin robottivusteista kävelyharjoittelua ja fysioterapiaa yhdistävän harjoittelun vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien kävelykykyyn (Mehrholtz ym. 2020). Tutkimuksen kirjallisuushaku sisälsi tammikuuhun 2020 asti julkaistuja alkuperäistutkimuksia. Katsaus sisälsi 62 satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta tai satunnaistettua vaihtovuoroisen (*cross-over*) koeasetelman tutkimusta, joissa osallistujia oli yhteensä 2 440 (liite 7, liitetaulukko 7.2). Osallistujien keskimääräinen ikä alkuperäistutkimuksissa vaihteli välillä 47–76 vuotta. Näistä tutkimuksista 24 selvitti robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikutuksia itsenäisen kävelykyvyn palautumisen todennäköisyyteen enintään kolme kuukautta sitten vammautuneilla aivohalvauskuntoutujilla. Näissä alkuperäistutkimuksissa osallistujia oli yhteensä 1 243. Osallistujien keskimääräinen sairastamisaika vaihteli alkuperäistutkimuksissa kahdeksasta päivästä noin kahdeksaan vuoteen. Meta-analyysin mukaan robottivusteinen kävelyharjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan lisäsi akuutin vaiheen aivohalvauskuntoutujien itsenäisen kävelykyvyn palautumisen todennäköisyyttä Functional Ambulation Category -mittarilla mitattuna (OR 1,96, 95 %:n luottamusväli 1,47; 2,62, $p < 0,001$) verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan. 16 alkuperäistutkimusta ja 461 osallistujaa sisältäneen meta-analyysin mukaan yli kolme kuukautta sitten vammautuneilla kroonisen vaiheen aivohalvauskuntoutujilla kävelykyvyn palautumisen todennäköisyydessä ei ollut eroa interventio- ja kontrolliryhmien välillä. Katsauksessa (Mehrholtz ym. 2020) alkuperäistutkimusten harhan riskiä oli arvioitu Cochrane Risk of Bias -työkalulla. Mukana olleiden alkuperäistutkimusten todettiin yleisesti olevan laadultaan joko hyviä tai kohtalaisia.

Samassa katsauksessa (Mehrholtz ym. 2020) selvitettiin myös fysioterapiaan yhdistetyn robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien kävelynopeuteen ja kävelykestävyyteen. Kolmetoista alkuperäistutkimusta, joissa tutkittavia oli yhteensä 665, selvitti end effector -robotilla toteutettua harjoittelua ja fysioterapiaa yhdistävän kuntoutuksen vaikutuksia aivohalvauskuntoutujien kävelynopeuteen. Meta-analyysin mukaan end effector -robotilla toteutettu harjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan paransi aivohalvauskuntoutujien kävelynopeutta (MD 0,12 m/s, 95 %:n luottamusväli 0,05; 0,19, $p = 0,001$) tavanomaiseen fysioterapiaan verrattuna. Lisäksi seitsemän alkuperäistutkimusta, joissa tutkittavia oli yhteensä 416, selvitti end effector -robotilla toteutettua harjoittelua ja fysioterapiaa yhdistävän kuntoutuksen vaikutuksia aivohalvauskuntoutujien kävelykestävyyteen. Meta-analyysin mukaan fysioterapia ja harjoittelu end effector -robotilla edisti aivohalvauskuntoutujien kävelykestävyyttä tehokkaammin kuin tavanomainen fysioterapia kuuden minuutin kävelytestillä mitattuna (MD 31,2 m, 95 %:n luottamusväli 10,4; 52,1, $p = 0,003$). Meta-analyysien mukaan eksoskeletoin-robotilla, robotisoidulla nilkan harjoittelulla tai robotisoiduilla liikkumisen apuvälineillä toteutettu harjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi perinteisestä fysioterapiasta kävelynopeuden tai kävelykestävyyden suhteen.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): korkea

Mehrholtz J, Thomas S, Kugler J, Pohl M, Elsner B. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2020; (10). Art. No.: CD006185. DOI: 10.1002/14651858.CD006185.pub5.

Alle kuusi kuukautta sitten vammautuneilla aivohalvauskuntoutujilla robottivusteinen kävelyharjoittelu ei vaikuttane päivittäistoiminnoista selviytymiseen enempää kuin perinteinen kävelyharjoittelu (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analyysissä arvioitiin robottivusteista kävelyharjoittelua verrattuna perinteiseen harjoitteluun (ei sisällä vesiharjoittelua) alle kuusi kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien kävelykuntoutuksessa (Hsu ym. 2020). Kyseisen katsauksen kirjallisuushaku kattoi heinäkuuhun 2019 asti julkaistuja satunnaistettuja ja kontrolloituja alkuperäistutkimuksia. Tutkimukseen valikoitui yhteensä 24 alkuperäistutkimusta, joista 14 käsitteli robottivusteista kuntoutusta (liite 7, liitetaulukko 7.3). Robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikuttavuutta alle kuusi kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymiseen tarkasteltiin yhdeksässä alkuperäistutkimuksessa, joissa osallistujia oli yhteensä 586. Meta-analyysin perusteella robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikutukset eivät eronneet perinteisestä harjoittelusta alle kuusi kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymisen suhteen Barthel Index, Functional Independence Measure tai Frenchay Activities Index -mittareilla mitattuna (SMD 0,14, 95 %:n

luottamusväli $-0,13; 0,42$, $p = 0,30$). Katsaukseen sisällytettyjen robottivusteista kuntoutusta selvittäneiden alkuperäistutkimusten harhan riski oli arvioitu joko matalaksi tai epäselväksi.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Hsu C, Cheng Y, Lai C, Lin Y. [Clinical non-superiority of technology-assisted gait training with body weight support in patients with subacute stroke. A meta-analysis.](#) Ann Phys Rehabil Med 2020; 63: 535–542.

Aivohalvauskuntoutujilla robottivusteinen alaraajakuntoutus saattaa edistää tasapainoa enemmän kuin fysioterapia tai muu tavanomainen kuntoutus (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analyysissä selvitettiin robottivusteisen alaraajakuntoutuksen vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien tasapainoon (Zheng ym. 2019). Katsaukseen sisällytettiin maaliskuuhun 2018 mennessä julkaistuja satunnaistettuja, kontrolloituja alkuperäistutkimuksia. Robottivusteista kuntoutusta käsitteleviä tutkimuksia otettiin mukaan 31 ja näissä tutkimuksissa osallistujia oli yhteensä 1 249 (liite 7, liitetaulukko 7.4). Katsaukseen mukaan otetuista alkuperäistutkimuksista 23, joissa osallistujia oli yhteensä 929, selvitti osallistujien tasapainoa Bergin tasapainotestillä. Meta-analyysin mukaan robottivusteinen alaraajakuntoutus paransi aivohalvauskuntoutujien tasapainoa Bergin tasapainotestillä mitattuna tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin fysioterapia tai muu perinteinen hoito (MD 4,63, 95 %:n luottamusväli 3,22; 6,06, $p < 0,001$). Zhengin ym. (2019) tutkimuksessa raportoitiin meta-analyysin tuloksia usean tasapainoa mittaavan mittarin osalta erikseen. Näiden meta-analyysien tulokset olivat vaihtelevia ja eroa robottivusteisen kuntoutuksen eduksi havaittiin vain joidenkin tulosuuttujien osalta. Mukaan otettujen alkuperäistutkimusten harhan riski oli katsauksessa arvioitu joko matalaksi tai epäselväksi.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): kohtalainen

Zheng Q, Ge L, Wang C ym. [Robot-assisted therapy for balance function rehabilitation after stroke. A systematic review and meta-analysis.](#) Int J Nurs Stud 2019; 95: 7–18.

3.1.2 Robottivusteinen yläraajaharjoittelu

Akuutin vaiheen aivohalvauskuntoutujilla robottivusteinen yläraajaharjoittelu ilmeisesti edistää päivittäistoiminnoista selviytymistä tehokkaammin kuin tavanomainen kuntoutus (B).

Kroonisen vaiheen aivohalvauskuntoutujilla robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu ei ilmeisesti vaikuta päivittäistoiminnoista selviytymiseen enempää kuin tavanomainen kuntoutus (B).

Aivohalvauskuntoutujilla robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu ilmeisesti edistää yläraajan toimintakykyä enemmän kuin tavanomainen kuntoutus (B).

Aivohalvauskuntoutujilla robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu ilmeisesti kehittää yläraajan lihasvoimaa enemmän kuin tavanomainen kuntoutus (B).

Vuonna 2018 julkaistussa Cochrane-katsauksessa selvitettiin robottiaavusteisen yläraajaharjoittelun vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymiseen sekä yläraajan toimintakykyyn ja lihasvoimaan (Mehrholz ym. 2018). Kyseisen katsauksen kirjallisuushaku sisälsi tammikuuhun 2018 mennessä julkaituja alkuperäistutkimuksia. Katsaus sisälsi lopulta 45 satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta tai satunnaistettua vaihtovuoroisen koeasetelman tutkimusta, joissa osallistujia oli yhteensä 1 619 (liite 7, liitetaulukko 7.1). Alkuperäistutkimuksissa osallistujien keskimääräinen ikä vaihteli välillä 21–80 vuotta. Kahdessa mukana olleessa tutkimuksessa robottiaavusteista yläraajaharjoittelua verrattiin lumeinterventioon tai ei-hoitoon, mutta nämä tutkimukset eivät sisältyneet Cochrane-katsauksen meta-analyysiin. Katsaukseen valikoituneista alkuperäistutkimuksista 13, joissa osallistujia oli yhteensä 532, selvitti robottiaavusteisen yläraajaharjoittelun vaikutuksia akuutin vaiheen eli enintään kolme kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymiseen. Meta-analyysin mukaan robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu edisti alle kolme kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymistä enemmän kuin tavanomainen kuntoutus (SMD 0,4, 95 %:n luottamusväli 0,1; 0,7, $p = 0,01$). Yksitoista alkuperäistutkimusta, joissa osallistujia oli yhteensä 425, sisältäneen meta-analyysin mukaan kroonisen vaiheen eli yli kolme kuukautta sitten vammautuneiden aivohalvauskuntoutujien päivittäistoiminnoista selviytymisessä ei havaittu eroa interventio- ja kontrolliryhmien välillä. Osallistujien keskimääräinen sairastamisaika vaihteli alkuperäistutkimuksissa 10 päivästä neljään vuoteen.

Samassa katsauksessa (Mehrholz ym. 2018) selvitettiin robottiaavusteisen yläraajaharjoittelun vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien yläraajan toimintakykyyn meta-analyysillä, joka sisälsi 41 alkuperäistutkimusta ja yhteensä 1 452 osallistujaa. Meta-analyysin tuloksen perusteella robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu paransi aivohalvauskuntoutujien yläraajan toimintakykyä tavanomaista kuntoutusta tehokkaammin (SMD 0,32, 95 %:n luottamusväli 0,18; 0,46, $p < 0,001$). Kyseisessä katsauksessa selvitettiin myös robottiaavusteisen yläraajaharjoittelun vaikuttavuutta aivohalvauskuntoutujien yläraajan lihasvoimaan. Kaksikymmentäkolme alkuperäistutkimusta ja yhteensä 826 osallistujaa sisältäneen meta-analyysin perusteella robottiaavusteinen yläraajaharjoittelu paransi aivohalvauskuntoutujien yläraajan lihas-

voimaa tavanomaista kuntoutusta enemmän (SMD 0,46, 95 %:n luottamusväli 0,16; 0,77, $p = 0,003$). Katsauksessa (Mehrholtz ym. 2018) alkuperäistutkimusten harhan riskiä oli arvioitu Cochrane Risk of Bias -työkalulla. Tutkimuksista 41 oli arvioitu harhan riskiltään epäselväksi. Kolmessa alkuperäistutkimuksessa harhan riski oli matalaja yhdessä korkea. Haittavaikutuksia, kuten loukkaantumisia ja kipua, raportoitiin alkuperäistutkimuksissa harvoin, eikä haittavaikutuksia vaikuttanut ilmenevän robottiaivusteisissa ryhmissä kontrolliryhmiä useammin.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): kohtalainen

Mehrholtz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 9. Art. No.: CD006876. DOI: 10.1002/14651858.CD006876.pub5.

3.2 Selkäydinvammakuntoutajat

Robottiaivusteisella kävelyharjoittelulla ei liene vaikutusta yli kuusi kuukautta sitten vammautuneiden, kävelykykyisten, osittaisen selkäydinvamman saaneiden henkilöiden kävelynopeuteen ja kävelykestävyyteen verrattuna muuhun harjoitteluun (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin erilaisten interventioiden vaikutuksia kävelynopeuteen ja kävelykestävyyteen kävelykykyisillä aikuisilla, jotka olivat saaneet yli 6 kuukautta sitten aivohalvauksen, osittaisen selkäydinvamman kaula- tai rintarangan alueelle tai traumaattisen aivovamman (Hornby ym. 2020). Selkäydinvammaisten osalta kyseiseen katsaukseen otettiin mukaan viisi satunnaistettua, kontrolloitua, robottiaivusteista kävelyharjoittelua (eksokeleton/end effector) käsittelevää tutkimusta vuosilta 1995–2016 (liite 7, liitetaulukko 7.5). Kahdessa tutkimuksessa, joissa osallistujia oli yhteensä 83, verrattiin kävelyrobotilla tehtyä harjoittelua muuhun kävelyharjoitteluun tai alaraajojen lihasvoimaharjoitteluun, mutta ryhmien välillä ei havaittu eroa kummassakaan tutkimuksessa. Kolme muuta tutkimusta, joissa osallistujia oli yhteensä 39, vertaili avustetun ja vastustetun robottikävelyharjoittelun vaikutuksia kävelynopeuteen ja kävelykestävyyteen. Eroja ryhmien välillä ei havaittu. Robottiaivusteisen kävelyharjoittelun raportoitiin aiheuttaneen ihoärsytystä ja alaraajakipua. Viidestä tutkimuksesta neljän laatu oli arvioitu korkeaksi ja yhden avustettua ja vastustettua robottikävelyharjoittelua vertailevan tutkimuksen laatu hyväksyttäväksi.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): heikko

Hornbyn ym. (2020) järjestelmällisen kirjallisuuskatsauksen kirjallisuushaun jälkeen on julkaistu kaksi satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta, jotka ovat tutkineet yli kuusi kuukautta sitten selkäydinvamman saaneiden henkilöiden robottiaivusteisen kävelyharjoittelun vaikuttavuutta kävelynopeuteen ja/tai kävelykestävyyteen. Tutki-

muksissa oli yhteensä 32 keski-ikältään 51-vuotiasta kävelykykyistä osallistujaa, joilla oli yli kuusi kuukautta sitten saatu osittainen kaula-, rinta- tai lannerangan tason selkäydinvamma (AIS C-D) (liite 7, liitetaulukko 7.6). Wu ym. (2018) raportoivat 6 minuutin kävelytestillä mitatun kävelykestävyyden parantuneen robottivusteisen kävelyharjoittelun (3DCaLT) ryhmässä verrattuna kävelymattoharjoitteluun, mutta kävelynopeudessa ei havaittu eroja ryhmien välillä. Cheungin ym. (2019) tutkimuksessa EMG-biopalautteella varustetun robottivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat) ja passiivisen alaraajojen mobilisoinnin välillä ei havaittu eroja kävelynopeudessa. Harjoittelusta aiheutuneita haittoja ei Cheungin ym. (2019) tutkimuksessa havaittu.

Tutkimusten harhan riski (RoB2): epäselvä (Wu ym. 2018; Cheung ym. 2019)

Cheung EYY, Yu KKK, Kwan RLC, Ng CKM, Chau RMW, Cheung GLY. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries. A randomized controlled trial. *BMC Neurol* 2019; 19 (1): 140.

Hornby TG, Reisman DS, Ward IG ym. Clinical practice guideline to improve locomotor function following chronic stroke, incomplete spinal cord injury, and brain injury. *JNPT* 2020; 44: 49–100.

Wu M, Kim J, Wei F. Facilitating weight shifting during treadmill training improves walking function in humans with spinal cord injury. A randomized controlled pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2018; 97: 585–592.

Robottivusteinen kävelyharjoittelu saattaa parantaa alle kuusi kuukautta sitten vammautuneiden selkäydinvammaisten kävelykestävyyttä ja kävelyn itsenäisyyttä mutta ei kävelynopeutta verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan ja maan päällä tapahtuvaan kävelyharjoitteluun (C).

Robottivusteisella kävelyharjoittelulla ei liene vaikutusta osittaisen selkäydinvamman saaneiden henkilöiden alaraajojen spastisuuteen verrattuna alaraajojen passiiviseen mobilisointiin, tavanomaiseen fysioterapiaan tai ei-hoitoon (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikuttavuutta kävelynopeuteen, kävelykestävyyteen ja kävelyn itsenäisyyteen osittaisen kaula-, rinta- tai lannerangan tason selkäydinvamman (AIS C-D) saaneilla henkilöillä (Cheung ym. 2017). Kyseisen katsauksen kirjallisuushaku suoritettiin elokuussa 2016. Meta-analyysiin yhdistettiin kaksi satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta, joissa oli yhteensä 158 osallistujaa (liite 7, liitetaulukko 7.7). Meta-analyysin mukaan robottivusteinen kävelyharjoittelu paransi 2 tai 6 minuutin kävelytestillä mitattua kävelykestävyyttä (MD -53,32 m; 95 %:n luottamusväli -73,15; -33,48; $p < 0,0001$) ja Walking Index for Spinal Cord Injury (WISCI) -mittarilla mitattua kävelyn itsenäisyyttä (MD -3,73 pistettä; 95 %:n luottamusväli -4,92;

-2,53; $p < 0,0001$) verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan ja maan päällä tapahtuvaan kävelyharjoitteluun selkäydinvamman akuutissa vaiheessa olevilla henkilöillä. 10 metrin kävelytestillä mitatussa kävelynopeudessa (MD -0,08 s; 95 %:n luottamusväli -0,17; 0,01; $p = 0,10$) ei sen sijaan havaittu eroja ryhmien välillä. Toisessa meta-analyysiin otetussa tutkimuksessa harhan riski oli matala ja toisessa epäselvä.

Samassa katsauksessa (Cheung ym. 2017) tarkasteltiin myös robottivusteisen kävelyharjoittelun vaikuttavuutta alaraajojen spastisuuteen verrattuna tavanomaisen fysioterapian ryhmään tai ilman interventiota olleeseen ryhmään. Meta-analyysiin yhdistettiin kaksi satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta, joissa oli yhteensä 104 osittaisen selkäydinvamman (AIS C-D) kaula- tai rintarangan tasolle saanutta akuutin tai kroonisen vaiheen osallistujaa (liite 7, liitetaulukko 7.7). Alaraajojen spastisuudessa (*Modified*) Ashworth Scale -mittarilla mitattuna ei havaittu eroa ryhmien välillä (MD -0,01; 95 %:n luottamusväli -0,49; 0,47; $p = 0,96$). Molempien meta-analyysiin sisällytettyjen tutkimusten harhan riski oli epäselvä.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Cheungin ym. (2017) kirjallisuuskatsauksen ja meta-analyysin jälkeen on julkaistu yksi akuuttia selkäydinvamman vaihetta tarkasteleva satunnaistettu, kontrolloitu tutkimus (Yildirim ym. 2019), jossa on vertailtu robottivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat) ja tavanomaisen fysioterapian vaikuttavuutta kävelyn itsenäisyyteen. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 88 osittaisen tai täydellisen selkäydinvamman kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saanutta osallistujaa, joiden keskimääräinen ikä interventioryhmässä oli 32 vuotta ja kontrolliryhmässä 37 vuotta (liite 7, taulukko 8). Tutkimuksen mukaan kävelyn itsenäisyys parani robottivusteisen kävelyn ryhmässä enemmän kuin tavanomaisen fysioterapian ryhmässä.

Osittaisen selkäydinvamman (AIS C-D) kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saaneiden henkilöiden alaraajojen spastisuutta tutkittiin myös Cheungin ym. (2019) satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa, joka sisälsi 16 keski-ikältään 54-vuotiaasta osallistujaa, joiden vammautumisesta oli keskimäärin 14 kuukautta (liite 7, liitetaulukko 7.6). Tutkimuksessa ei havaittu eroa alaraajojen spastisuudessa EMG-biopalauteella varustetun robottivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat) ja alaraajojen passiivisen mobilisoinnin välillä. Harjoittelusta aiheutuneita haittoja ei Cheungin ym. (2019) tutkimuksessa havaittu.

Tutkimuksen harhan riski (RoB2): epäselvä (Yildirim ym. 2019; Cheung ym. 2019)

Cheung EYY, Ng TKW, Yu KKK ym. Robot-assisted training for people with spinal cord injury. A meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil 2017; 98: 2320–2331.

Cheung EYY, Yu KKK, Kwan RLC, Ng CKM, Chau RMW, Cheing GLY. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries. A randomized controlled trial. *BMC Neurol* 2019; 19 (1): 140.

Yildirim MA, Önes K, Göksenoglu G. Early term effects of robotic assisted gait training on ambulation and functional capacity in patients with spinal cord injury. *Turk J Med Sci* 2019; 49: 838–843.

Robottivusteinen kävelyharjoittelu saattaa parantaa alle kuusi kuukautta sitten vammautuneiden selkädynammaisten henkilöiden alaraajojen lihasvoimaa verrattuna tavanomaiseen kävelyharjoitteluun (C).

Robottivusteinen kävelyharjoittelu ei vaikuttane yli vuosi sitten vammautuneiden selkädynammaisten lihasvoimaan enempää kuin lihasvoimaharjoittelu, venyttely, tavanomainen hoito tai alaraajojen passiivinen mobilisointi (C).

Vuonna 2019 julkaistussa järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin erilaisten fysioterapiainterventioiden vaikuttavuutta selkädynammian saaneiden aikuisten lihasvoimaan (Aravind ym. 2019). Katsauksen kirjallisuushaku suoritettiin tammikuussa 2018 (liite 7, liitetaulukko 7.9). Robottivusteista kävelyharjoittelua käsitteleviä satunnaistettuja, kontrolloituja alkuperäistutkimuksia otettiin kyseiseen katsaukseen mukaan kuusi, joista kolme yhdistettiin 148 osallistujaa sisältävään meta-analyysiin (Aravind ym. 2019). Meta-analyysin mukaan robottivusteinen kävelyharjoittelu (Lokomat) parantaa alle kuusi kuukautta sitten osittaisen selkädynammian (AIS B-D) kaula- tai rintarangan tasolle saaneiden henkilöiden alaraajojen tahdonalaista lihasvoimaa Lower Extremity Motor Score -mittarilla (LEMS) mitattuna verrattuna maan päällä tapahtuvaan kävelyharjoitteluun (MD 3,12 pistettä; 95 %:n luottamusväli 1,29; 4,96; $p = 0,0008$). Kahden tutkimuksen harhan riski oli arvioitu matalaksi ja yhden korkeaksi. Katsaukseen mukaan otetut kolme muuta alkuperäistutkimusta vertailivat robottivusteista kävelyharjoittelua ja lihasvoimaharjoittelua, vastustettua ja avustettua robottikävelyharjoittelua sekä robottivusteista kävelyharjoittelua ja venyttelyä, mutta interventioiden välillä ei havaittu eroja yli vuosi sitten osittaisen selkädynammian (AIS C-D) kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saaneiden henkilöiden tahdonalaisen lihasvoiman paranemisessa. Tutkimuksista kahden harhan riski oli arvioitu matalaksi ja yhden korkeaksi.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Aravindin ym. (2019) järjestelmällisen katsauksen jälkeen on julkaistu kaksi yli vuosi sitten vammautuneiden selkädynammaisten lihasvoimaa käsittelevää satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta. Tutkimuksissa oli yhteensä 35 keski-ikältään 52-vuotiaasta osallistujaa, joilla oli osittainen selkädynamma (AIS C-D) kaula-, rinta- tai lannerangan tasolla. Tutkimuksissa ei havaittu eroa osallistujien lihasvoimassa robottivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat) ja tavanomaisen hoidon (Piira ym. 2019) (liite 7, liitetaulukko 7.10) tai EMG-biopalauteella varustetun robottivusteisen

sen kävelyharjoittelun (Lokomat) ja alaraajojen passiivisen mobilisoinnin (Cheung ym. 2019) (liite 7, liitetaulukko 7.6) välillä. Robottiaavusteisesta kävelyharjoittelusta ei aiheutunut osallistujille haittoja lukuun ottamatta pieniä hiertymiä alaraajoissa.

Tutkimusten harhan riski (RoB2): korkea (Piira ym. 2019), epäselvä (Cheung ym. 2019)

Aravind N, Harvey LA, Glinsky JV. Physiotherapy interventions for increasing muscle strength in people with spinal cord injuries. A systematic review. *Spinal Cord* 2019; 57: 449–460.

Cheung EYY, Yu KKK, Kwan RLC, Ng CKM, Chau RMW, Cheing GLY. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries. A randomized controlled trial. *BMC Neurol* 2019; 19 (1): 140.

Piira A, Lannem AM, Sorensen M ym. Robot-assisted locomotor training did not improve walking function in patients with chronic incomplete spinal cord injury. A randomized clinical trial. *J Rehabil Med* 2019; 51: 358–389.

Eksoskeleto-robotilla suoritettulla kävelyharjoittelulla ei ilmeisesti ole vaikutusta osittaisen selkäydinvamman saaneiden henkilöiden itsenäiseen toimintakykyyn enempää kuin tavanomaisella fysioterapialla, alaraajojen passiivisella mobilisoinnilla tai lihasvoimaharjoittelulla (C).

Järjestelmällisessä katsauksessa tarkasteltiin osittaisen selkäydinvamman saaneilla henkilöillä eksoskeleto-robotilla suoritettua robottiaavusteista kävelyharjoittelun vaikuttavuutta alaraajojen toimintakykyyn ja kävelyyn verrattuna muihin kuntoutusmuotoihin (Fisahn ym. 2016). Kyseisen katsauksen kirjallisuushaku suoritettiin toukokuussa 2016. Katsaukseen sisällytetyissä kahdessa satunnaistetussa, kontrolloidussa alkuperäistutkimuksessa tarkasteltiin osittaisen selkäydinvamman (AIS C-D) kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saaneiden akuutin tai kroonisen vaiheen osallistujien itsenäistä toimintakykyä (liite 7, liitetaulukko 7.11). Tutkimuksissa oli mukana 62 keski-ikästään 52-vuotiaasta osallistujaa. Tutkimuksissa ei havaittu eroja robottiaavusteisen kävelyharjoittelun ja tavanomaisen fysioterapian tai lihasvoimaharjoittelun välillä. Alkuperäistutkimusten harhan riskit oli arvioitu toisessa alkuperäistutkimuksessa kohtalaisen korkealle ja toisessa kohtalaisen matalalle tasolle (Fisahn ym. 2016). Kahdessa, yhteensä 115 osallistujaa sisältäneessä, alle kuusi kuukautta sitten osittaisen selkäydinvamman (AIS B-D) kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saaneiden henkilöiden itsenäistä liikkumista tarkastelleissa satunnaistetuissa, kontrolloiduissa alkuperäistutkimuksissa tulokset olivat ristiriitaisia verrattaessa robottiaavusteista kävelyharjoittelua muihin kävelyharjoittelumuotoihin. Toisen alkuperäistutkimuksen osallistujien keski-ikä oli 47 vuotta, toisessa alkuperäistutkimuksessa osallistujien ikää ei mainittu. Alkuperäistutkimusten harhan riski oli arvioitu toisessa tutkimuksessa matalaksi ja toisessa kohtalaisen korkeaksi (Fisahn ym. 2016). Kysei-

sen katsauksen mukaan robottiaivusteisesta kävelystä aiheutuneet haitat olivat harvinaisia.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): kohtalainen

Fisahnin ym. (2016) katsauksen jälkeen on selkäydinvammaisten henkilöiden itsestä toimintakykyä tutkittu kahdessa satunnaistetussa, kontrolloidussa tutkimuksessa, joihin oli sisällytetty yhteensä 104 osittaisen tai täydellisen selkäydinvammaan kaula-, rinta- tai lannerangan tasolle saanutta akuutin tai kroonisen vaiheen osallistujaa. Tutkimuksissa ei havaittu eroa EMG-biopalautteella varustetun robottiaivusteisen kävelyharjoittelun (eksoskeleton: Lokomat) ja alaraajojen passiivisen mobilisoinnin (Cheung ym. 2019) tai tavanomaisen terapian (Yildirim ym. 2019) välillä. Tutkittavat olivat Cheungin ym. (2019) tutkimuksessa keski-ikästään 54-vuotiaita (liite 7, liitetaulukko 7.6), kun taas Yildirim ym. (2019) tutkimuksessa interventio- ja kontrolliryhmien mediaani-ikä oli 32 ja 37 vuotta (liite 7, liitetaulukko 7.8). Harjoittelusta aiheutuneita haittoja ei Cheungin ym. (2019) tutkimuksessa havaittu.

Tutkimusten harhan riski (RoB2): epäselvä (Cheung ym. 2019; Yildirim ym. 2019)

Cheung EYY, Yu KKK, Kwan RLC ym. Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries. A randomized controlled trial. *BMC Neurol* 2019; 19 (1): 140.

Fisahn C, Aach M, Jansen O ym. The effectiveness and safety of exoskeletons as assistive and rehabilitation devices in the treatment of neurologic gait disorders in patients with spinal cord injury. A systematic review. *Global Spine J* 2016; 6: 822–841.

Yildirim MA, Önes K, Göksenoglu G. Early term effects of robotic assisted gait training on ambulation and functional capacity in patients with spinal cord injury. *Turk J Med Sci* 2019; 49: 838–843.

Robottiaivusteinen kävelyharjoittelu saattaa parantaa osittaisen selkäydinvammaan saaneiden henkilöiden liikkumiskykyä ja tasapainoa verrattuna ei-hoitoon (C).

Osittaisen selkäydinvammaan saaneiden toiminnallista liikkumista on tarkasteltu Namin ym. (2017) järjestelmällisessä katsauksessa, johon otettiin mukaan 16–70-vuotiaita osallistujia (liite 7, liitetaulukko 7.13). Katsauksen kolme tutkimusta ja 125 osallistujaa sisältäneen meta-analyysin mukaan robottiaivusteinen kävelyharjoittelu (Lokomat) paransi Timed Up and Go -testillä mitattua liikkumiskykyä verrattuna ei-hoitoon osittaisen selkäydinvammaan (AIS C-D) kaula- tai rintarangan tasolle saaneilla kroonisessa vaiheessa olevilla selkäydinvammaisilla (MD 9,25 s; 95 %:n luottamusväli 2,76; 15,73; $p = 0,005$). Katsauksen (Nam ym. 2017) tulos ei kuitenkaan ole luotettava, koska kaikki meta-analyysiin sisällytetyt alkuperäistut-

kimukset ovat samasta aineistosta. Meta-analyysin mukaan aineiston päätutkimus (Duffell ym. 2015), johon osallistui yhteensä 52 henkilöä, raportoi kuitenkin robotiivusteisen kävelyharjoittelun parantavan Timed Up and Go -mittarilla mitattua liikkumiskykyä ja tasapainoa verrattuna ei-hoitoon. Päätutkimuksen harhan riski oli arvioitu korkeaksi.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): kohtalainen

Duffell LD, Brown GL, Mirbageri MM. Interventions to reduce spasticity and improve function in people with chronic incomplete spinal cord injury. Distinctions revealed by different analytical methods. *Neuro-rehabil Neural Repair* 2015; 29 (6), 566–576. DOI: <https://dx.doi.org/10.1177/1545968314558601>

Nam KY, Kim HJ, Kwon BS ym. Robot-assisted gait training (Lokomat) improves walking function and activity in people with spinal cord injury. A systematic review. *J Neuroeng Rehabil* 2017; 14: 24.

Robottivusteisella yläraajaharjoittelulla ei liene vaikutusta alle vuosi sitten selkäydinvamman takia nelirajahalvaantuneiden henkilöiden yläraajan lihasvoimaan, mutta se saattaa parantaa itsenäistä suoriutumista verrattuna tavanomaiseen toimintaterapiaan (C).

Robottivusteisen yläraajaharjoittelun vaikuttavuutta selkäydinvamman takia alle vuosi sitten nelirajahalvaantuneiden henkilöiden yläraajan toimintakykyyn on tutkittu kahdessa, osin samojen tutkijoiden toteuttamissa satunnaistetuissa, kontrolloiduissa tutkimuksissa. Tutkimuksiin osallistujilla oli osittainen tai täydellinen kaularangan tason selkäydinvamma (AIS A-D) (liite 7, liitetaulukko 7.12). Jungin ym. (2019) tutkimuksen mukaan robottivusteinen yläraajaharjoittelu (Armeo Power ja Amadeo) ei paranna yläraajan toimintakykyä tai lihasvoimaa tehokkaammin kuin tavanomainen toimintaterapia. Tutkimukseen osallistui 30 henkilöä, jotka olivat keski-ikältään 50-vuotiaita. Kim ym. (2019) puolestaan raportoivat tutkimuksessaan robottivusteisen yläraajaharjoittelun (Armeo Power) parantavan yläraajan lihasten yhteenlaskettua lihasvoimaa, mutta ei yksittäisten lihasryhmien voimaa verrattuna tavanomaiseen toimintaterapiaan. Tähän tutkimukseen osallistui 34 keski-ikältään 52-vuotiasta henkilöä. Robottivusteisen yläraajaharjoittelun havaittiin lisäksi parantavan kokonaisvaltaista itsenäisyyttä ja itsenäistä siirtymistä (Kim ym. 2019) sekä kykyä suoriutua itsenäisesti ylävartalon pesemisestä (Jung ym. 2019) verrattuna tavanomaiseen toimintaterapiaan. Kimin ym. (2019) tutkimuksessa ei havaittu harjoittelusta aiheutuneita haittoja interventioryhmässä.

Tutkimusten laatu (RoB2): epäselvä (Kim ym. 2019; Jung ym. 2019)

Jung JH, Lee HJ, Cho DY ym. Effects of combined upper limb robotic therapy in patients with tetraplegic spinal cord injury. *Ann Rehabil Med* 2019; 43 (4): 445–457.

Kim J, Lee BS, Lee H-J ym. Clinical efficacy of upper limb robotic therapy in people with tetraplegia. A pilot randomized controlled trial. *Spinal Cord* 2019; 57: 49–57.

3.3 Aivovammakuntoutujat

Tavanomainen harjoittelu tai terapiaa lienee vaikuttavampaa subakuutin ja kroonisen vaiheen aivovammakuntoutujien kävelyn ja tasapainon kehittämisessä kuin eksoskeleto-robotilla tuettu alaraajaharjoittelu (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analyysissä selvitettiin eksoskeleto-laitteilla tuetun alaraajaharjoittelun vaikuttavuutta aivovamman saaneiden aikuisten kävelyyn ja tasapainoon (Postol ym. 2019). Katsaukseen oli sisällytetty 13 alkuperäistutkimusta, joissa osallistujia oli yhteensä 322 (liite 7, liitetaulukko 7.14). Osallistujien aivovamma vaihteli subakuutista krooniseen (7 päivästä 15 vuoteen). Osallistujista 15 % oli itsenäisesti liikkuvia, 23 % tarvitsi fyysistä avustusta tai käytti liikkumisen apuvälineitä. Muiden osallistujien toimintakyvyn tasoa ei raportoitu. Eksoskeleto-laitteilla tuettua alaraajaharjoittelua verrattiin tavanomaiseen harjoitteluun tai terapiaan. Katsauksen (Postol ym. 2019) meta-analyysissä oli huomioitu kolme satunnaistettua ja kaksi kontrolloitua tutkimusta, joissa oli mukana 143 osallistujaa. Meta-analyysin mukaan eksoskeleto-laitteilla tuetulla kävelyharjoittelulla ei ollut vaikutusta aivovammakuntoutujien kävelykestävyyteen subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa (6 minuutin kävelytesti: MD 6,52, 95 %:n luottamusväli -18,01; 31,04). Myöskään pidempiaikaista hyötyä ei havaittu 3 kuukauden seurannassa (6 minuutin kävelytesti: MD 18,11, 95 %:n luottamusväli 11,44; 47,67). Vaikutusta aivovammakuntoutujien kävelynopeuteen kroonisessa vaiheessa (SMD 1,03, 95 %:n luottamusväli -0,81; 2,86) tai dynaamiseen asennonhallintaan subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa (Timed Up and Go -testi: MD -1,94, 95 %:n luottamusväli -13,27; 9,38) ei havaittu. Tavanomaisen harjoittelun havaittiin kehittävän aivovammakuntoutujien kävelynopeutta subakuutissa vaiheessa (SMD 0,73, 95 %:n luottamusväli 0,03; 1,43) eksoskeleto-laitteilla tuettua kävelyharjoittelua enemmän. Tavanomainen harjoittelu kehitti lisäksi kuntoutujien tasapainoa enemmän kuin eksoskeleto-laitteilla tuettu kävelyharjoittelu subakuutissa ja kroonisessa vaiheessa (Bergin tasapainotesti: MD 2,74, 95 %:n luottamusväli 1,12; 4,36). Katsaukseen (Postol ym. 2019) sisällytetyistä alkuperäistutkimuksista kahdessa raportoitiin haittatapahtumia, jotka liittyivät intervention aikaiseen alaselkä- ja polvikipuun tai verenpaineen laskuun. Alkuperäistutkimusten metodologinen laatu oli arvioitu kohtalaiseksi Downs & Black -tarkistuslistan mukaan. Näytönaste raportoitiin tasapainon osalta kohtalaiseksi ja kävelyn kestävyyden, kävelynopeuden ja dynaamisen asennonhallinnan osalta alhaiseksi (Postol ym. 2019).

Katsauksen laatu (AMSTAR2): heikko

Postol N, Marquez J, Spartalis S, Bivard A, Spratt N J. Do powered over-ground lower limb robotic exoskeletons affect outcomes in the rehabilitation of people with acquired brain injury? *Disabil Rehabil Assist Technol* 2019; 14 (8): 764–775.

3.4 MS-kuntoutajat

Eksoskeleton-robottivusteinen ja perinteinen kävelyharjoittelu ovat ilmeisesti yhtä tehokkaita kävelynopeuden ja -kestävyyden kehittymisessä MS-kuntoutujilla, joilla on selvä toimintakyvyn rajoite mutta vielä kävelykykyä jäljellä (B).

Sattelmayer ym. (2019) tutkivat järjestelmällisen katsauksen ja meta-analyysin avulla eksoskeleton-kävelyrobottien vaikuttavuutta verrattuna tavanomaiseen kävelyharjoitteluun (liite 7, liitetaulukko 7.15). Katsaus käsitti yhteensä yhdeksän satunnaistettua, kontrolloitua alkuperäistutkimusta, joissa oli yhteensä 309 osallistujaa. Osallistujien fyysisen toimintakyvyn taso vaihteli EDSS-asteikolla (*Expanded Disability Status Scale*) välillä 5–6,62. EDSS-tasoilla 5 ja 6 henkilö ei kykene suoriutumaan päivittäisistä toimista itsenäisesti mutta pystyy kävelemään lepäämättä 200 metriä (EDSS-taso 5) tai apuvälineen kanssa 100 metriä (EDSS-taso 6). EDSS-taso 7 tarkoittaa liikkumista pyörätuolilla. Katsauksessa seitsemän tutkimusta (224 osallistujaa) käsitteli kävelynopeutta lyhyellä matkalla (10 m, 20 m, 25 jalan kävelytestit ja laboratoriomittaukset) ja kahdeksan tutkimusta (272 osallistujaa) kävelykestävyyttä kahden, kolmen tai kuuden minuutin kävelytesteillä. Standardoitu keskimääräinen ero lyhyillä kävelymatkoilla oli $-0,08$ (95 %:n luottamusväli $-0,51; 0,35$) ja pitkillä matkoilla $-0,24$ (95 %:n luottamusväli $-0,67; 0,19$) robottivusteisen kävelykuntoutuksen hyödyksi, mutta ero kävelyrobottien käytön ja tavanomaisen kävelyharjoittelun välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Katsauksessa (Sattelmayer ym. 2019) tutkittiin lisäksi metaregressiolla alkutilanteen kävelynopeuden tai toimintakyvyn tason yhteyttä kävelynopeuden muutokseen robottivusteissa kävelykuntoutuksessa. Nämä alkutilanteen muuttajat eivät olleet yhteydessä kävelynopeuden muutokseen lyhyillä eivätkä pitkillä kävelymatkoilla.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): heikko

Lokomat-kävelyharjoittelun tehokkuutta tavanomaiseen, korkealla intensiteetillä toteutettuun kävelyharjoitteluun vertaavassa satunnaistetussa kontrolloidussa alkuperäistutkimuksessa todettiin harjoittelumuodot yhtä vaikuttaviksi kävelyn, tasapainon, fyysisen toimintakyvyn ja elämänlaadun suhteen (Straudi ym. 2020). Tutkimuksessa oli 98 MS-tautia sairastavaa osallistujaa, joiden toimintakyvyn taso oli keskimäärin 6,5 (EDSS) ja vaihteluväli 6–6,5, mikä tarkoittaa selkeää kävelykyvyn rajoitetta, mutta kuitenkin vielä ilman pyörätuolia liikkuvaa henkilöä (liite 7, liitetaulukko 7.16).

Tutkimuksen harhan riski (RoB2): epäselvä

Kävelyrobottien ja 2D-virtuaaliympäristön yhdistävän kävelyharjoitteluinterventio lisääminen MS-kuntoutujien kävelyharjoittelujakson alkuun saattaa olla yhtä vaikuttavaa kuin tavanomainen kävelyharjoittelu (C).

Satunnaistettu kontrolloitu alkuperäistutkimus (Russo ym. 2018) vertasi teknologia-avusteisen kävelyharjoittelun (kävelyrobotti sekä 2D-virtuaalitodellisuus, Lokomat Pro) ja tavanomaisen kuntoutuksen yhdistelmää tavanomaiseen harjoitteluun MS-kuntoutujilla (N = 45), joiden keski-ikä oli 43 vuotta ja toimintakyvyn taso (EDSS) 4–5 (liite 7, liitetaulukko 7.16). Yhdistelmäohjelma sisälsi kuusi viikkoa progressiivista harjoittelua robottiaavusteisesti virtuaaliympäristössä ja sen jälkeen 12 viikkoa tavanomaista harjoittelua. Verrokkiryhmän ohjelma sisälsi 18 viikkoa tavanomaista harjoittelua (voima, kävely, tasapaino). Ryhmien välisiä eroja ei havaittu. Molemmissa ryhmissä toimintakyvyn taso (EDSS) sekä depressiota (*Hamilton Rating Scale for Depression*) koskevat tulokset paranivat.

Tutkimuksen harhan riski (RoB2): epäselvä

Russo M, Dattola V, De Cola MC ym. The role of robotic gait training coupled with virtual reality in boosting the rehabilitative outcomes in patients with multiple sclerosis. *Int J Rehabil Res* 2018; 41: 166–172.

Sattelmayer M, Chevalley O, Steuri R, Hilfiker R. Over-ground walking or robot-assisted gait training in people with multiple sclerosis. Does the effect depend on baseline walking speed and disease related disabilities? A systematic review and meta-regression. *BMC Neurol* 2019; 19: 93.

Straudi S, Manfredini F, Lamberti N ym. Robot-assisted gait training is not superior to intensive over-ground walking in multiple sclerosis with severe disability (the RAGTIME study). A randomized controlled trial. *Mult Scler* 2020; 26 (6): 716–724.

3.5 Parkinsonin tautia sairastavat kuntoutujat

Eksoskeleton-kävelyrobottien avulla tapahtuva harjoittelu saattaa parantaa Parkinsonin tautia sairastavien kävelynopeutta ja tasapainoa tavanomaista harjoittelua tehokkaammin (C/D).

Eksoskeleton-kävelyrobottien ja kävelymaton käyttö kuntoutuksessa saattaa Parkinsonin tautia sairastavilla olla yhtä tehokasta tasapainon ja sairauden kliinisen tilan suhteen (C/D).

Alves da Rocha ym. (2015) järjestelmällisessä katsauksessa ja meta-analyysissä tutkittiin erilaisten täydentävien terapiamuotojen vaikuttavuutta toimintakykyyn Parkinsonin tautia sairastavilla (liite 7, liitetaulukko 7.17). Katsaukseen sisällytetyissä alkuperäistutkimuksissa Parkinsonin tautia sairastavien kuntoutujien Hoehn Yahr-luokka oli 1–4. Luokka 1 tarkoittaa minimaalista tai vielä olematonta toimintakyvyn rajoitetta, luokka 4 tarkoittaa merkittävää toimintakyvyn rajoitetta, jossa hen-

kilö pystyy kävelemään avustettuna tai kävelyn apuvälineiden avulla pieniä matkoja mutta ei kykene enää itsenäiseen elämään. Katsaukseen (Alves da Rocha ym. 2015) sisältyi neljä satunnaistettua kontrolloitua alkuperäistutkimusta, jotka käsittelivät päälle puettavan kävelyrobotin (ekso skeleton) käytön vaikuttavuutta kuntoutuksessa. Kyseisen katsauksen perusteella kävelyrobotin avulla toteutettu harjoittelu saattaa lisätä kävelykestävyyttä ja parantaa tasapainoa tehokkaammin kuin tavanomainen fysioterapia tai kävelymaton avulla tapahtuva harjoittelu. Kävelyrobotin ja kävelymaton avulla tapahtuva harjoittelu todettiin yhtä vaikuttaviksi tasapainon ja sairauden kliinisen tilan (*Unified Parkinson's Disease Rating Scale*, UPDRS) suhteen.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Robottivusteinen kävelyharjoittelu saattaa vähentää Parkinsonin tautia sairastavien kävelyn jähmettymisoireita tavanomaiseen kävelymattoharjoitteluun verrattuna, mutta luotettava tutkimusnäyttö puuttuu (D).

Alwardat ym. (2019) tutkivat järjestelmällisessä katsauksessa robottivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat) vaikuttavuutta niin sanottuun kävelyn jähmettymisoireeseen (liite 7, liitetaulukko 7.17), joka on yksi Parkinsonin taudin merkittävimmistä liikkumista haittaavista oireista. Kyseiseen katsaukseen sisältyi neljä alkuperäistutkimusta, jotka olivat asetelmiltaan heikkotasoisia näytönasteen määrittelyn kannalta (kolme tapaustutkimusta ja yksi ei-kontrolloitu pilottitutkimus). Osallistujia näissä alkuperäistutkimuksissa oli yhteensä 26.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Satunnaistetussa kontrolloidussa alkuperäistutkimuksessa (Capecci ym. 2019) verrattiin end effector -robotin (G-EO System) avustamaa kävelyharjoittelua tavanomaiseen kävelymatolla tapahtuvaan harjoitteluun (liite 7, liitetaulukko 7.18). Päävastemuuttujina olivat kävelykykymittarit: 6 minuutin kävelytesti, Timed Up and Go -testi, 10 metrin kävelytesti ja kävelyn jähmettymisosoire -kysely (*Freezing of Gait Questionnaire*). End effector -robotin avustama kävelyharjoittelu oli tehokkaampaa kävelyn jähmettymisoireen vähentämiseksi kuin tavanomainen kävelymattoharjoittelu, efektiivisyys oli keskipitkoinen (Cohenin d: 0,50). Robottivusteinen kuntoutus oli vaikuttavampaa myös toissijaisen tulosmuuttujan, sairauden kliiniseen tilaan (UPDRS) suhteen, mutta muissa tulosmuuttujissa ei havaittu ryhmien välistä eroa.

Tutkimuksen harhan riski (RoB2): epäselvä

Alves da Rocha P, McClelland J, Morris ME. Complementary physical therapies for movement disorders in Parkinson's disease. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med* 2015; 51 (6): 693–704.

Alwardat M, Etoom M. Effectiveness of robot-assisted gait training on freezing of gait in people with Parkinson disease. Evidence from a literature review. *J Exerc Rehabil* 2019; 15 (2): 187–192.

Capeci M, Pournajaf S, Galafate D ym. Clinical effects of robot-assisted gait training and treadmill training for Parkinson's disease. A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* 2019; 62 (5): 303–312.

3.6 CP-vammaiset kuntoutujat

Robottivusteinen kävelyharjoittelu saattaa parantaa CP-vammaisten lasten ja nuorten kävelykestävyyttä ja karkeamotoriikkaa, mutta muiden kävelyn muutujien parantamisessa se ei liene tehokkaampaa kuin tavanomainen fysioterapia (C).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa ja meta-analyysissä tarkasteltiin robotivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat/GaitTrainer) vaikutuksia kävelyyn ja motorisiin toimintoihin CP-vammaisilla henkilöillä (Carvalho ym. 2017). Kyseiseen katsaukseen oli otettu mukaan kaksi satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta, viisi pitkäaikaisesta tutkimuksesta, kaksi kohorttitutkimusta ja yksi tapaustutkimus, jotka oli julkaistu marraskuuhun 2016 mennessä (liite 7, liitetaulukko 7.19). Satunnaistetuista, kontrolloidusta tutkimuksista toisessa, johon osallistui 18 iältään 10–18-vuotiasta CP-vammaista kuntoutujaa, havaittiin robotivusteisen kävelyharjoittelun parantavan kävelynopeutta, kävelykestävyyttä ja askelpituutta, mutta ei askeltiheyttä tehokkaammin kuin tavanomainen fysioterapia. Toisessa satunnaistetussa, kontrolloidussa tutkimuksessa, jossa oli 35 iältään 6–13-vuotiasta osallistujaa, sen sijaan kävelyn muuttujissa (mm. askelpituus ja -leveys, kävelynopeus) ei havaittu eroja ryhmien välillä. Katsauksessa tarkasteltiin lisäksi robotivusteisen kävelyharjoittelun vaikutuksia karkeamotoriikkaan. Tutkimukset olivat asetelmaltaan heikkotasoisia kohortti- tai pitkäaikaisista tutkimuksista. Näytönaste satunnaistetuille, kontrolloiduille tutkimuksille oli katsauksessa arvioitu tasolle 2 (1 vahva – 5 heikko) sekä kohortti- ja pitkäaikaisista tutkimuksille tasolle 3–4 (1 vahva – 5 heikko) (*Oxford Centre for Evidence-based Medicine level of evidence*) (Carvalho ym. 2017).

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Carvalhon ym. (2017) katsauksen jälkeen on julkaistu yksi kävelykestävyyttä ja kaksi kävelynopeutta käsittelevää satunnaistettua, kontrolloitua tutkimusta (Wu ym. 2017; Wallard ym. 2018) (liite 7, liitetaulukko 7.20). Toiseen tutkimukseen osallistui 21 iältään 11-vuotiasta CP-vammaista lasta, joilla kävelykestävyys parani enemmän robotivusteisen kävelyharjoittelun (3DCaLT) ryhmässä kuin pelkässä kävelymattoharjoittelussa, mutta kävelynopeudessa ei havaittu eroja ryhmien välillä (Wu ym. 2017). Toisessa tutkimuksessa, johon osallistui 30 iältään 9-vuotiasta CP-vammaista lasta, kävelynopeuden havaittiin paranevan enemmän robotivusteisen kävelyharjoittelun (Lokomat Pediatric) ryhmässä verrattuna päivittäiseen fysio- ja toimintaterapiaan

(Wallard ym. 2018). Robottivusteinen kävelyharjoittelu myös paransi karkeamotoriikkaa, pidensi oikean jalan askelpituutta sekä pienensi askeltiheyttä ja -leveyttä enemmän kuin päivittäinen fysio- ja toimintaterapia (Wallard ym. 2018).

Tutkimuksen laatu (RoB2): epäselvä (Wu ym. 2017; Wallard ym. 2018)

Carvalho I, Medeiros Pinto S, das Virgens Chagas D ym. Robotic gait training for individuals with cerebral palsy. A systematic review and meta-analysis. *Arc Phys Med Rehabil* 2017; 98: 2332–2344.

Wallard L, Dietrich G, Kerlirzin Y, Bredin J. Effect of robotic-assisted gait rehabilitation on dynamic equilibrium control in the gait of children with cerebral palsy. *Gait Posture* 2018; 60: 55–60.

Wu M, Kim J, Arora P, Gaebler-Spira DJ, Zhang Y. The effects of the integration of dynamic weight shifting training into treadmill training on walking function of children with cerebral palsy. A randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2017; 96 (11): 765–772.

Robottivusteinen yläraajaharjoittelu saattaa parantaa CP-vammaisten lasten käden toimintaa ja yläraajan liikenopeutta verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan. Robottivusteinen yläraajaharjoittelu ja tavanomainen fysioterapia lienevät yhtä tehokkaita yleisen toimintakyvyn sekä yläraajan toimintakyvyn parantamisessa (C/D).

Järjestelmällisessä kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin robottivusteisen yläraajaharjoittelun vaikutuksia CP-vammaisten lasten yläraajan toimintakykyyn (Chen ym. 2016). Mukaan otetuista, heinäkuuhun 2014 mennessä julkaistuista yhdeksästä tutkimuksesta yksi oli satunnaistettu, kontrolloitu ristikkäistutkimus muiden ollessa tapausarvoja tai -tutkimuksia (liite 7, liitetaulukko 7.21). Satunnaistetussa, kontrolloidussa ristikkäistutkimuksessa, johon osallistui kuusi iältään 5–18-vuotiaista CP-vammaista lasta, kyynärvarren supinaation liikelaajuudessa ei havaittu eroa robottivusteisen terapian (CosmoBot) ja tavanomaisen terapian välillä. Kyynärvarren pronaaation liikelaajuus sen sijaan pieneni tavanomaisen fysioterapian jälkeen verrattuna robottivusteiseen terapiaan. Laadunarvioinnissa ristikkäistutkimus oli saanut 6/11 pistettä. Katsauksessa tarkasteltiin lisäksi robottivusteisen harjoittelun (InMotion2/NJIT-RAVR) vaikutuksia lihastonukseen, kyynärnivelen koukistus- ja ojennusvoimaan, puristus- ja pinsettivoimaan, yläraajan toimintakykyyn sekä kinemaattisiin muuttujiin (mm. liikkeen nopeus, sujuvuus, kesto, poikkeama, kiihtyvyyt), mutta tutkimukset olivat asetelmaltaan heikkotasoisia tapausarjatutkimuksia.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): erittäin heikko

Chenin ym. (2016) katsauksen kirjallisuushaun jälkeen on julkaistu yksi satunnaistettu, kontrolloitu tutkimus, jossa on tarkasteltu robottivusteisen yläraajaharjoittelun vaikutuksia CP-vammaisten lasten yläraajan toimintakykyyn (Gilliaux ym.

2015). Tutkimuksessa oli mukana 16 iältään 11-vuotiasta osallistujaa (liite 7, liitetaulukko 7.22). Robottiaavusteinen harjoittelu (REAPlan) paransi käden toimintakykyä sekä yläraajan liikenopeutta kurotustehtävässä tehokkaammin kuin tavanomainen fysioterapia, mutta yleisessä toimintakyvyssä, muissa kinemaattisissa muuttujissa, lihastonuksessa, kyynärnivelen koukistus- ja ojennusvoimassa sekä yläraajan toimintakyvyssä ei havaittu eroja ryhmien välillä. Harjoittelusta aiheutuneita haittoja ei tutkimuksen mukaan raportoitu.

Tutkimuksen laatu (RoB2): epäselvä

Chen Y-P, Howard AM. Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy. A systematic review. *Dev Neurorehabil* 2016; 19 (1): 64–71.

Gilliaux M, Renders A, Dispa D ym. Upper limb robot-assisted therapy in cerebral palsy. A single-blind randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2015; 29 (2): 183–192.

3.7 Dementiakuntoutajat

Sosiaaliset robotit saattavat edistää dementiaa sairastavien ikäihmisten sosiaalista vuorovaikutusta sekä lieventää stressireaktiota enemmän kuin tavanomainen hoito tai muu terapia. Sosiaaliset robotit eivät liene tavanomaista hoitoa tai muuta terapiaa tehokkaampia levottomuuden, ahdistuneisuuden tai masentuneisuuden lieventämisessä eivätkä kognition tai elämänlaadun edistämisessä (C).

Järjestelmällisessä katsauksessa tarkasteltiin sosiaalisten robottien vaikuttavuutta ikäihmisten psykologisiin ja fysiologisiin tulosmuuttujiin, elämänlaatuun sekä sosiaaliseen vuorovaikutukseen (Pu ym. 2019). Sosiaaliin robotteihin luettiin hyljerobotti PARO, robottikoira AIBO, terveysrobotit IrobiQ ja Cafero sekä humanoidirobotti NAO. Järjestelmälliseen katsaukseen sisällytettiin yhteensä 11 satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta (RCT) vuosilta 2008–2017 (liite 7, liitetaulukko 7.23). Osallistujista (N = 1 042) 80 %:lla oli heikentynyt kognitio tai dementia ja heidän keskimääräinen ikänsä oli yli 80 vuotta (vaihteluväli 55–100 vuotta). Sosiaalisia robotteja verrattiin tavanomaiseen terapiaan tai hoitoon, koiravierailuihin, lukemiseen, hyljeleluun tai vuorovaikutteettoman kontrollirobotin käyttöön. Interventiot kestivät 10–45 minuuttia ja toteutettiin yhdestä kolmeen kertaan viikossa 6–12 viikon ajan. Meta-analyysiin sisällytettiin 9 RCT-tutkimusta, joissa oli mukana 904 osallistujaa. Meta-analyysien perusteella sosiaalisilla roboteilla ei ollut vaikutusta levottomuuteen (SMD -0,20, 95 %:n luottamusväli -0,57; 0,17), neuropsykiatriisiin oireisiin (SMD 0,09, 95 %:n luottamusväli -0,27; 0,45), ahdistuneisuuteen (RAID itsearvioituna: MD 2,80, 95 %:n luottamusväli -1,58; 7,18, henkilökunnan arvioimana: MD -1,14, 95 %:n luottamusväli -6,54; 4,26), masentuneisuuteen (SMD 0,06, 95 %:n luottamusväli -0,17; 0,29), kognitioon (dementia: SMD -0,04, 95 %:n luottamusväli -0,33; 0,26, terveet: SMD 0,40, 95 %:n luottamusväli -0,28; 1,09) tai elämänlaatuun (itsearvioituna: SMD 0,21, 95 %:n luottamusväli -0,47; 0,88, henkilökunnan arvioimana:

SMD 0,24, 95 %:n luottamusväli -0,21; 0,69). Fysiologisia tulosmuuttujia tai vaikutusta sosiaaliseen vuorovaikutukseen ei sisällytetty meta-analyysiin riittämättömän aineiston vuoksi. Katsauksen mukaan sosiaalisilla roboteilla oli positiivinen vaikutus dementiaa sairastavien sosiaaliseen kanssakäymiseen sekä fysiologisen stressireaktion lieventämiseen. Katsaukseen sisällytettyjen alkuperäistutkimusten harhan riski oli arvioitu kohtalaiseksi tai korkeaksi Cochrane Risk of Bias -arviointiasteikolla.

Katsauksen laatu (AMSTAR2): heikko

PARO-hylkeen käyttö dementiaa sairastavien levottomuuden hoidossa ei liene kustannusvaikuttavampaa kuin tavanomainen hoito (D).

Ryhmäsattuinaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa arvioitiin hyljerobotti PAROn kustannusvaikuttavuutta yli 60-vuotiaiden dementiaa sairastavien levottomuuden hoidossa verrattuna PARO-hylkeen kaltaiseen hyljelelu-lumeterapiaan tai tavanomaiseen hoitoon (Mervin ym. 2018). Interventio toteutettiin 15 minuuttia kerrallaan kolmesti viikossa ja kesti kaikkiaan 10 viikkoa (liite 7, liitetaulukko 7.24). Interventiosta ja lääkehoidosta koituvat kustannukset suhteutettiin levottomuuden tasoa mittaavan CMAI-SF-kyselyn muutosarvoihin jokaisessa toteutetussa ryhmässä. Kyselyn aineisto oli saatavilla vain osalta osallistuneista, joten kustannukset suhteutettiin kyseiseen ryhmäkohtaiseen otoskokoon (PARO N = 67, hyljelelu N = 70, tavanomainen ryhmä N = 72). Ryhmien välillä ei ollut eroa levottomuuden tasossa. PARO-ryhmän kustannukset ylittivät (13 826,83 \$) lumeryhmän (12 077,73 \$) ja tavallisen hoidon (6 861,60 \$) kustannukset eikä kummankaan interventioyhmän hoito ollut siten tavanomaista hoitoa kustannustehokkaampi (PARO 13,01 \$ ja lelu-ryhmä 12,85 \$ per CMAI-SF piste).

Tutkimuksen harhan riski (RoB2): korkea

Mervin MC, Moyle W, Jones C ym. The cost-effectiveness of using PARO, a therapeutic robotic seal, to reduce agitation and medication use in dementia. Findings from a cluster-randomized controlled trial. *JAMDA* 2018; 19 (7): 619–622.

Pu L, Moyle W, Jones C, Todorovic M. The effectiveness of social robots for older adults. A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Gerontologist* 2019; 59 (1): e37–e51.

3.8 Yhteenvedo robottien vaikuttavuudesta ja näytönasteesta eri kuntoutujaryhmillä

Aiempi tutkimusnäyttö robottien vaikuttavuudesta lääkinnällisessä kuntoutuksessa painottuu erilaisiin neurologisiin kuntoutujaryhmiin. Eniten on raportoitu aivo-
halvauskuntoutujia koskevia vaikuttavuustutkimuksia. Tässä tutkimuksessa järjestelmällinen tiedonhaku toteutettiin kattavasti kaikki lääkinnällisen kuntoutuksen tarpeessa olevat kuntoutujaryhmät mukaan valiten. Näytönastekatsaukset rajattiin kuntoutujaryhmiin, joista oli julkaistu aiempia kuntoutusrobotteja koskevia järjestel-

mällisiä vaikuttavuuskatsauksia (aivohalvaus, selkäydinvamma, aivovamma, multipeliskleroosi, Parkinsonin tauti, CP-vamma ja dementia). Yhteenveto näistä on koottu taulukkoon 1. Näiden lisäksi järjestelmällinen RCT-tutkimusten katsaus toi esille kuntoutusrobottien käyttöä ja vaikutuksia vähemmän tutkituilla kuntoutujaryhmillä, kuten autismikirjon ihmisillä, henkilöillä, joilla on oppimisvaikeuksia, keuhkoastmatauti, alaraajaproteesin käyttäjillä, nivelrikkoa sairastavilla, henkilöillä, joilla on gerastenia eli hauraus-raihnausoireyhtymä, keskosilla ja lasten syöpää sairastavilla (liite 5).

Interventioista valtaosa on ollut liikunnallista kuntoutusta, jossa robotteja on hyödynnetty kävelyharjoittelussa tai yläraajaharjoittelussa. Tulosmuuttujat sijoittuvat ICF-luokittelun mukaisesti pääosin suoritusten tasolle; erityisesti liikkumiskykyyn, muutamissa kuntoutujaryhmissä myös itsenäiseen suoriutumiseen päivittäistoiminnosta. Dementian yhteydessä on arvioitu myös sosiaalisiin robotteihin ja niiden kustannusvaikuttavuuteen liittyvää tutkimusnäyttöä. Robotteja hyödyntävä kuntoutus on todettu joko vaikuttavammaksi tai yhtä vaikuttavaksi kuin tavanomainen kuntoutus. Näytönaste arvioitiin vahvimmillaan tasolle B (taulukko 1, s. 64).

Osassa tutkimuksista robottiavusteiseen harjoitteluun ei ollut liittynyt haittavaikutuksia lainkaan tai robottiavusteisissa ryhmissä vertailuryhmiä useammin. Joissakin tutkimuksissa ilmeni lieviä haittavaikutuksia pienellä osalla osallistujista. Haittatapahtumat liittyivät intervention aikaiseen alaselkä- ja polvikipuun, verenpaineen laskuun tai pieniin hiertymiin alaraajoissa.

Taulukko 1. Yhteenveto näytönasteesta (A–D) kuntoutusrobottien vaikuttavuudesta toimintakykyyn (+/0/–) tavanomaiseen kuntoutukseen verrattuna.^a

Kuntoutujaryhmä	Näytönaste
Aivohalvauskuntoutajat	Kävelyharjoittelu B Akuuttivaihe: kävelykyvyn palautuminen + C Krooninen vaihe: kävelykyvyn palautuminen 0 C Tasapaino + C End effector: kävelynopeus +, kävelykestävyys + C Eksoskeleton ym.: kävelynopeus 0, kävelykestävyys 0 C Alle 6 kk: päivittäistoiminnot 0 Yläraajaharjoittelu B Yläraajan toimintakyky + B Yläraajan lihasvoima + B Akuuttivaihe: päivittäistoiminnot + B Krooninen vaihe: päivittäistoiminnot 0
Selkäydinvammakuntoutajat	Kävelyharjoittelu C Alle 6 kk: kävelyn itsenäisyys +, kävelykestävyys +, kävelynopeus 0, alaraajojen lihasvoima + C Yli 6 kk: kävelynopeus 0, kävelykestävyys 0 C Yli vuosi: alaraajojen lihasvoima 0 C Alaraajojen spastisuus 0, liikkumiskyky +, tasapaino + C Eksoskeleton: itsenäinen toimintakyky 0 Yläraajaharjoittelu C Alle vuosi: yläraajan lihasvoima 0, itsenäinen suoriutuminen +
Aivovammakuntoutajat	C Eksoskeleton: kävely ja tasapaino –
Multipeliskleroosia sairastavat	B Eksoskeleton: kävelynopeus 0, kävelykestävyys 0
Parkinsonin tautia sairastavat	C/D Kävelynopeus +, tasapaino +/-, sairauden kliininen tila 0 D Kävelyn jäähmettymisoire +
CP-vammaiset	Kävelyharjoittelu C Karkeamotoriikka +, kävelykestävyys +, muut kävelyn muuttajat 0 Yläraajaharjoittelu C/D Käden toiminta +, yläraajan liikenopeus + C/D Yleinen toimintakyky 0, yläraajan toimintakyky 0
Dementiakuntoutajat	Sosiaaliset robotit C Sosiaalinen vuorovaikutus +, stressireaktio + C Levottomuus, ahdistuneisuus ja masentuneisuus 0 C Kognitio, elämänlaatu 0 D Kustannusvaikuttavuus levottomuuden hoidossa 0

^a + Ero robotteja hyödyntävän kuntoutuksen eduksi, 0 Ei eroa interventioiden välillä, – Ero tavanomaisen kuntoutuksen eduksi.