

Opinnäytetyö (AMK)

Fysioterapia

2021

Tommi Eskelinen

# LOKOMAT-KÄVELYROBOTTI SELKÄYDINVAMMAISTEN KUNTOUTUKSESSA

– SYSTEMOITU KIRJALLISUUSKATSAUS

Tommi Eskelinen

# LOKOMAT-KÄVELYROBOTTI SELKÄYDINVAMMAISTEN KUNTOUTUKSESSA

- Systemoitu kirjallisuuskatsaus

Robottiikka tuo jatkuvasti uudenlaisia mahdollisuuksia kuntoutuksen työskentelytapojen kehitykseen. Lokomat-kävelyrobotia on käytetty selkäydinvammaisten kuntoutuksessa ja sen käytöstä on tehty jo erilaisia tutkimuksia. Tämän systemoidun kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, millaista tutkimusnäyttöä on jo olemassa Lokomat-kävelyrobotin hyödyistä ja käytön tuloksista selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin fysioterapiayksikön kanssa.

Systemoidun kirjallisuuskatsauksen aineistohaku tapahtui kahdesta tietokannasta (PubMed, PEDro). Aineistohaku tuotti 65 tutkimusta, joiden joukosta valittiin kuusi tutkimusta sisäänottokriteerien mukaisesti. Tutkimuksien laatua arvioitiin PEDro-asteikolla, keskiarvo oli 5,5/10. Lokomat-kävelyrobotin käyttöä vertailtiin tutkimuksissa tavanomaiseen fysioterapiaan, voimaharjoitteluun sekä muihin kävelyrobotteihin. Tutkimuksissa arvioitiin Lokomat-kävelyrobotin tuomia hyötyjä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Tutkittavien yleisin AIS-luokitus oli C ja D, mutta osassa tutkittiin myös A ja B AIS-luokkia. Ajanjakso vammautumisesta vaihteli, aikaisin ajanjakso oli 75 vuorokautta ja pisin yli vuoden vammautumisesta. Tutkimuksissa tutkittavien ikäluokka oli 14-70 vuotta.

Tutkimustulokset osoittivat, että valituista tutkimuksista vain puolet osoittivat suurempaa hyötyä, kun Lokomat-kävelyrobotia oltiin käytetty selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Erot muihin kuntoutusmuotoihin eivät olleet suuresti merkittäviä. Lokomat-kävelyrobotti paransi tutkittavien kävelykykyä ja toiminnallisuutta osassa tutkimuksia. Parhaimmat tulokset ilmenivät Lokomat-kävelyrobotin yhdistämisessä osaksi tavanomaista kuntoutusta. Jatkotutkimuksia tarvitaan erityisesti liittyen robottivälineen kävelykuntoutuksen optimaaliseen aloittamisen ajankohtaan, jotta kuntoutuksen hyödyt olisivat suuremmat.

ASIASANAT:

Selkäydinvamma, Lokomat-kävelyrobotti, robottivälineinen kävelykuntoutus.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Physiotherapy

2021 | 32 pages, 3 appendices

Tommi Eskelinen

# LOKOMAT WALKING ROBOT IN REHABILITATION AFTER SPINAL CORD INJURY

## - Systematized Review

Robotics brings constantly new possibilities for the development of ways of working in rehabilitation. The Lokomat walking robot has been used in the rehabilitation after spinal cord injury, and various studies have already been made on its use. The purpose of this systematized review was to find out what kind of research evidence have been done in the past about the benefits of the Lokomat walking robot and the results of its use in the rehabilitation after spinal cord injury. The thesis was done in collaboration with Physiotherapy Unit of VSSHP.

The data search for the systematized was conducted from two databases (PubMed, PEDro). The data search provided 65 studies, from which six studies were selected according to the inclusion criteria. The quality of the studies were assessed with PEDro scale, and the mean average was 5,5/10. In studies the use of Lokomat walking robot was compared to standard physiotherapy, strength training and other walking robots. The studies assessed the benefits of the Lokomat walking robot in rehabilitation after spinal cord injury. The most common AIS scale among subjects were C and D but some studies also examined AIS scale A and B. The period after spinal cord injury varied between 75 days to over a year. Subjects were aged 14 to 70.

Research results showed that only half of the selected studies showed greater benefit when the Lokomat walking robot was used in rehabilitation after spinal cord injury. The differences between other forms of rehabilitation were not significant. In part of studies Lokomat walking robot improved the walking ability and functionality of subjects. The best results were obtained in combining the Lokomat walking robot with conventional rehabilitation. Further studies are needed particularly about the optimal timing of robotic-assisted walking rehabilitation that the benefits would be more significant.

### KEYWORDS:

Spinal cord injury, Lokomat walking robot, robotic-assisted walking rehabilitation.

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 NEUROLOGISET VAMMAT JA SAIRAUDET</b>	<b>7</b>
2.1 Selkäydinvamma	7
2.2 Selkäydinvammapotilaan kuntoutuminen	8
<b>3 AUTOMATIikka JA ROBOTIIKKA</b>	<b>11</b>
3.1 Kuntoutusrobotiikka	11
3.2 Kävelyrobotit	13
3.3 Lokomat-kävelyrobotti	14
<b>4 SYSTEMOITU KATSAUS TERVEYSTIETEELLISESSÄ TUTKIMUKSESSA</b>	<b>15</b>
4.1 Systemoitu kirjallisuuskatsaus	16
4.2 PICO-asetelma	16
<b>5 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TUTKIMUSKYSYMYKSET, TARKOITUS JA TAVOITTEET</b>	<b>18</b>
<b>6 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN</b>	<b>19</b>
6.1 Aineistohaku ja aineistovalinta	19
<b>7 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TULOKSET</b>	<b>22</b>
<b>8 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA</b>	<b>28</b>
8.1 Systemoidun katsauksen eettisyys ja luotettavuus	30
<b>LÄHTEET</b>	<b>31</b>

## LIITTEET

Liite 1: Systemoidun katsauksen tutkimukset

## **KAAVAT**

Kaava 1: PRISMA-kaavio (Moher ym. 2009)	23
---	----

## **TAULUKOT**

Taulukko 1: Hakutermien määrittely	19
Taulukko 2: Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	20
Taulukko 3: Hakulausekkeet ja hakutulokset	21

# 1 JOHDANTO

Selkäydinvamma on neurologinen vamma, joka vaikuttaa kokonaisvaltaisesti vamman saaneen henkilön kehon toimintoihin. Selkäydinvamma muuttaa lähes aina pysyvästi vamman saaneen henkilön toiminta- ja liikuntakykyä. Selkäytimen vaurioitumisen jälkeen tarvitaan välittömästi erityisosaamista vaativaa hoitoa, kuntoutusta sekä jatkoseurantaa. Selkäytimen vamman vakavuus ja laajuusaste vaikuttavat kuntoutukseen, mutta kuntoutuksen suurimpana tavoitteena on aina liikuntakyvyn palautuminen tai säilyttäminen. (Kauranen 2017, 393-394; Kannisto & Ylinen 2014.)

Selkäydinvammaisten kuntoutuksessa käytetään nykyisin hyödyksi erilaisia menetelmiä ja näistä menetelmistä yksin on kuntoutusrobotiikka. Robotiikkaa käytetään tukemaan perinteistä kuntoutusta selkäydinvammapotilaiden hoidossa. Aiempien tutkimusten perusteella kävelyrobottien avulla pystytään toteuttamaan turvallista kuntoutusta, joista erityisesti neurologiset potilaat voisivat hyötyä, kuten selkäydinvammapotilaat. (Alho, Neittaanmäki, Hänninen & Tammilehto 2018; Neuropiste 2020.)

Tämä opinnäytetyö toteutettiin systemoituna kirjallisuuskatsauksena, jonka tarkoituksena oli selvittää, minkälaista tutkimusnäyttöä on Lokomat-kävelyrobotista sekä sen käyttöön liittyvistä hyödyistä selkäydinvammapotilaiden kuntoutuksessa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin fysioterapiayksikön kanssa.

## 2 NEUROLOGISET VAMMAT JA SAIRAUDET

Neurologiset ongelmat ovat poikkeavuuksia, jotka ilmenevät aivoissa, lihaksissa, selkäytimessä, autonomisessa hermostossa tai ääreishermostossa. Neurologiset ongelmat voivat johtua aiemmasta vauriosta tai dynaamisesta tilasta. Neurologiset vammat ja sairaudet aiheuttavat toimintakyvyn heikentymistä ja muita erilaisia oireita, sekä hoidon tarpeita. Neurologiset vammat ja sairaudet aiheuttavat usein pysyviä ja pitkäaikaisia oireita, kuten liikehäiriöitä, halvauksia, puhe- ja hahmottamishäiriöitä. Neurologiset sairaudet ja vammat voivat aiheuttaa myös muutoksia tunne-elämään tai persoonallisuuteen. Aiheutuvien oireiden laatuun vaikuttaa keskushermostovaurion laajuus ja sijainti. Suurin osa neurologisten vammojen tai sairauksien aiheuttamista oireista on eteneviä, eikä niitä pystytä parantamaan tai etenemistä pysäyttämään. (Kotila & Palomäki 2014.)

### 2.1 Selkäydinvamma

Selkäydinvamma on selkäytimen vaurio, joka voi olla väliaikainen tai pysyvä. Selkäydinvamma vaikuttaa kokonaisvaltaisesti kehon toimintoihin, joita ovat sensoriset, motoriset ja autonomiset toiminnot. Selkäydinvamma syntyy useimmiten tapaturman seurauksena, mutta se voi olla myös synnynnäinen tai sairauden aiheuttama. Tavallisimmin tapaturma aiheuttaa selkärangassa nikamamurtuman tai nikamasiirtymän, joka johtaa selkäydinvaurioon. Sairauksista erilaiset tulehdukset, kasvaimet tai verenkiertohäiriöt ovat tekijöitä, jotka aiheuttavat selkäydinvamman. (Ahoniemi & Valtonen 2015; 255-256; Kauranen 2017, 393-394; Kuntoutumistalo.fi 2020.)

Selkäydinvauriot voivat ilmetä koko selkärangan alueella. Selkäranka muodostuu luisista nikamista, joita ovat kaulanikamat, rintanikamat ja lannenikamat. Vaurio voi sijoittua kaularangan C1–C7 nikamien välille, rintarangan T1–T12, lannerangan L1–L5, sekä ristiluun S1–S4 alueelle. Selkäydinvaurion aiheuttamat oireet ja vamman vaikeusaste riippuvat vaurion sijoittumisesta ja vaurion laajuudesta. Kun vamma kohdistuu rintarangan, lannerangan tai ristiluun nikamien alueelle, aiheuttaa se alaraajahalvauksen, ja kun taas vamma kohdistuu kaularangan nikamien alueelle, aiheuttaa se lievää asteiseihin tai täydelliseen neliraajahalvauksen. Yleisimpiä selkäydinvamman oireita ovat tunnottomuus, lihasvoiman heikentyminen tai puuttuminen kokonaan. Selkäydinvammat muuttavat lähes aina pysyvästi toiminta- ja liikuntakykyä jollain tavalla, aiheuttaen muun muassa kipua,

spastisuutta, hengitysoireita, suolen ja rakon toimintavajasta sekä ongelmia seksuaali-toiminnoissa. Selkäydinvamman yhteydessä myös erilaiset yleissairaudet ovat yleisiä ja tavallisesti aina selkäydinvammaan liittyy depressiota. (Ahoniemi & Valtonen 2015, 259-272; Kauranen 2017, 393-406.)

Selkäydinvamma diagnosoidaan sairaalassa kuvantamistutkimuksilla, esimerkiksi magneettitutkimuksilla. Vamman laadun ja tason arvioinnissa käytetään AIS-luokitusta (American spinal injury association impairment scale), jonka avulla voidaan selvittää selkäydinvamman taso ja laatu, sekä tunto- ja lihasvoimat. Viisiportaisella AIS-luokituksella arvioidaan selkäydinvammaa A, B, C, D, E luokissa. A-luokka tarkoittaa täydellistä vauriota, jolloin motoriset ja sensoriset toiminnot puuttuvat kokonaan. B-luokka tarkoittaa osittaista vauriota, jossa sensoriset toiminnot toimivat osittain, mutta motorista toimintaa ei ole. C- ja D-luokat kuvastavat myös osittaista vauriota ja tällöin sekä motorinen että sensorinen toiminta on säilynyt osittain. E-luokka kertoo normaalista löydöksestä, eli sensoriikassa tai motoriikassa ei ole puutoksia. (Ahoniemi & Valtonen 2015, 257; Kauranen 2017, 393-395.)

## 2.2 Selkäydinvammapotilaan kuntoutuminen

Selkäytimen vaurioitumisen jälkeen potilas tarvitsee välittömästi erityisosaamista vaativaa hoitoa, kuntoutusta ja jatkoseurantaa. Tavallisesti selkäydinvammainen tarvitsee seuranta- ja kuntoutusta säännöllisesti koko eliniän ajan. Säännöllisellä ja jatkuvalla seurannalla huolehditaan lääkinnällisestä ja ammatillisesta kuntoutuksesta ja ehkäistään mahdollisia komplikaatioita. Peruskuntoutus saattaa kestää jopa 6 kuukautta, ja yleensä tässä ajassa selkäydinvammaisesta toimintakyky vakiintuu. (Kannisto & Ylinen 2014; Kauranen 2017, 394-395.)

Selkäydinvauriosta kuntoutumisen edistyminen riippuu monista yksilöllisistä tekijöistä. Toimintakyvyn edistymiseen vaikuttavat potilaan motivoituminen kuntoutukseen, potilaan kehon mittasuhteet, mahdolliset komplikaatiot sekä spastisuus. Selkäydinvauriopotilaan kuntoutuksessa tärkeintä on potilaan itsenäisen suoriutumisen ja liikuntakyvyn edistäminen. Selkäydinvaurion hoito tapahtuu moniammatillisena yhteistyönä ja moniammatilliseen kuntoutusryhmään kuuluvat lääkäri, sairaanhoitaja, fysioterapeutti, toimintaterapeutti, puhe- ja uroterapeutti, psykologi ja sosiaalityöntekijä. Fysioterapeutin osuus kuntoutustyöryhmässä on laaja-alainen. Selkäydinvauriopotilaan toimintakyvyn arviointi, asentohoito, liikehoito, vertikalisointi, eli pystyasennon harjoittelu, sekä



hengitysharjoitukset kuuluvat fysioterapian vastuualueisiin. (Ahoniemi & Valtonen 2015, 273-274; Kannisto & Ylinen 2014.)

Vammautumisen jälkeen yleiskunnon ja kestävyys jatkuvaa harjoittamista on tärkeää. Yleensä jo aikaisessa vaiheessa aloitetaan harjoittamaan pystyasentoa istuma- ja kippiharjoitteilla. Tavallisimpia tavoitteita harjoittelussa ovat vuoteella kääntyminen, istumaan nouseminen ja istumatasapainon saavuttaminen. Nämä harjoitteet edellyttävät pystyasennon hallitsemista. Pystyasennossa seisomisen harjoittelu on osa kuntoutuksen tavoitteita. Säännöllinen pystyasennossa seisominen vähentää selkäydinvammaisen spastisuutta, sekä luo sopivaa kuormitusta potilaan hengitys- ja verenkiertoelimistölle. Pystyasennossa seisominen ehkäisee myös nivelten jäykistymistä alaraajoissa. Kuntoutuksen toteutumisen ja edistymisen edellytyksenä ovat apuvälineet. Selkäydinvammaisen tärkeimpiä apuvälineitä ovatkin erilaiset pyörätuolit, ja fysioterapeutin työnkuvaan kuuluu oikeiden liikkumisapuvälineiden valinta ja neuvonta. Suurin osa selkäydinvammaisista pystyy liikkumaan lähes itsenäisesti pyörätuolien avulla. (Kannisto & Ylinen 2014; Kauranen 2017, 396-398.)

Kuntoutusjärjestelmän avulla selkäydinvamma potilaiden kuntoutumisasete on hyvä. Neeliraaajahalvauspotilaista 80-90% kotiutuu laitostuntoutuksen jälkeen erilaisten tukitoimien avulla ja alaraajahalvautuneistapotilaista yli 90% pystyy kuntoutuksen jälkeen toimimaan itsenäisesti pyörätuolin ja muiden apuvälineiden avulla (Kannisto & Ylinen 2014; Kauranen 2017, 398).

Selkäydinvamma potilaiden kuntoutumista ja toimintakykyä varten on luotu monia erilaisia mittareita. Tällaisia toimintakykyä arvioivia mittareita ovat muun muassa WISCI-, SCIM-, LEMS- ja FIM-L -mittarit. WISCI II (Walking Index for Spinal Cord Injury) -mittari on selkäydinvammaisten kävelyn arviointiin suunniteltu mittari, jonka sisältö koostuu 10 metrin kävelytestistä. Tarvittavia testivälineitä ovat 10 metrin kävelytangot sekä mahdolliset apuvälineet ja ortoosit. Mittarilla arvioidaan kävelyn lisäksi sen turvallisuutta. WISCI II -mittarissa arvioidaan kävelyä numeraalisesti (0-20), sekä tarvittavan apuvälineen kanssa tai ilman apuvälinettä. Itsenäisesti tai ilman apuvälineitä kävelevä on numeraalisesti tasolla 20, kun taas 0 tasoa kuvastaa henkilö, joka ei pysty kävelemään tai seiso- maan ollenkaan. (Ahoniemi 2011a.)

SCIM -mittari (Spinal Cord Independence Measure) on selkäydinvammaisen itsenäisentoimintakyvyn mittari, joka kuvastaa akuuttivaiheen toimintakyvyn kohentumista.

Mittareita on käytössä kolme erilaista versiota (SCIM I, SCIM II ja SCIM III). SCIM -mittari koostuu erilaisista kysymyksistä liittyen esimerkiksi omatoimisuuteen, päivittäistoi-  
mintoihin ja liikkumiseen. Kysymysten vastaukset pisteytetään ja mittarin maksimi pis-  
temäärä on 100, jolloin tulos kertoo selkäydinvammaisen omatoimisuuden olevan hyvä.  
(Ahoniemi 2011b.) FIM-L on FIM-mittarin (Functional Independence Measure) lisäosa,  
joka toimii tarkistuslistana. FIM-L -tarkastuslistalla kuvataan selkäydinvammaisen ar-  
jessa selviytymistä ja täydennetään päivittäisten perustoimintojen arviointia. FIM -mit-  
tari on alun perin suunniteltu toimintarajoitteisille aikuisille. Mittarissa käytetään havain-  
nointia sekä haastattelua tiedonkeruu- ja arviointimenetelmänä. FIM -mittarin avulla  
voidaan arvioida sekä kognitiota että motorista toimintaa. FIM -mittarin arviointiasteikon  
maksimi pistemäärä on 126 pistettä ja korkeammat pisteet kuvastavat aina parempaa  
toimintakykyä. (Karttunen & Valkeinen 2019.)

### 3 AUTOMATIikka JA ROBOTIIKKA

Automatiikalla ja robotiikalla ei ole varsinaista määritelmää, sillä niillä tarkoitetaan älykkäitä ja vuorovaikutuksellisia teknologisia ratkaisuja, joilla kerätään, tallennetaan ja tuotetaan tietoa. Automatiikkaa ja robotiikkaa pystytään hyödyntämään jo laajalti terveydenhuollossa esimerkiksi potilaan omahoidossa, lääketieteen robotiikassa, hoitotyöntekijöiden työn robotiikassa sekä organisaation robotiikassa. Robotiikka tuo uudenlaisia mahdollisuuksia hyvinvointialan henkilöstön työhön ja työskentelytapojen kehittymiseen. Keskeisenä lähtökohtana on hoidon ja palvelun tehokkuuden sekä taloudellisuuden parantaminen. Muuttuvassa yhteiskunnassa robotiikka tarjoaa uusia ja innovatiivisia toimintamalleja väestön ikääntyessä ja hoitohenkilökunnan lukumäärän vähentyessä. Robotiikan yleistymisen avulla hyvinvointialan henkilöstön työn luonne ja työtehtävien muuttuminen entisestään on mahdollista. Robotiikalla onkin suuri rooli hoitotyön kuormittavuuden vähentämisessä, ja parhaimmillaan terveydelle haitallisia ja raskaita työtehtäviä pystyttäisiin siirtämään pois hoitohenkilöstöltä. (Kangasniemi & Andersson 2016; Kangasniemi, Pietilä & Häggman-Laitila 2016; Kataja 2016, 58-65.)

Yhteiskunnallisessa keskustelussa on jatkuvasti esillä terveydenhuollon kehittyminen ja kehittäminen. Tulevaisuudessa terveydenhuolto tulee jatkuvasti kokemaan uusia muutoksia. Hoitotyön automatiikan ja robotiikan hyödyntäminen sekä edistäminen nähdään olevan iso osa terveydenhuollon kehittämistä ja työn luonteen muuttumista. Robotisaation näkökulma jatkaa laajentumistaan teollisuusroboteista uusille palvelurobotiikan alueille ja robotiikka on kytkeytynyt jo osaksi yhteiskunnallista kehittymistä. Lisäksi se on tärkeässä roolissa hoitotyön ja kilpailukyvyyn parantamisessa. Robotiikka ja tekoäly auttavat tehostamaan palvelujärjestelmän toimintaa ja lisäävät myös ihmisten hyvinvointia. (Kangasniemi & Andersson 2016; Kangasniemi, Pietilä & Häggman-Laitila 2016; Kataja 2016, 58-65.)

#### 3.1 Kuntoutusrobotiikka

Terveydenhuoltoalalla käytettäviä robotteja ovat hoivarobotit, palvelurobotit ja sosiaaliset robotit. Nämä ryhmät jaottuvat robottien käyttötarkoituksen ja niihin liittyvien ominaisuuksien perusteella. Robottien käyttötarkoitukset ja ominaisuudet ovat laajoja, ja täten

niiden tarjoamat mahdollisuudet esimerkiksi pitkäaikaissairaiden hoidossa ovat suuret. (Kangasniemi & Andersson 2016; Kataja 2016, 58-65.)

Robotiikkaa hyödynnetään potilaiden kuntouttamisessa fysioterapian ja muun terveydenhuollon saralla. Fysioterapiassa käytettävä robotiikka kehittyy kovaa vauhtia muun teollisen robotiikan rinnalla. Robotiikkaa käytetään fysioterapiassa tukemaan perinteistä fysioterapiaa ja sen hyödyntäminen kuntoutuskäytössä on koettu turvalliseksi sekä käytännölliseksi. Robotiikkaa pystytään hyödyntämään fysioterapian kuntoutuksessa esimerkiksi suuren operaation tai vammautumisen jälkeen. Robottiaavusteista harjoittelua hyödynnetään etenkin neurologisten potilaiden kuntoutuksessa. (Alho, Neittaanmäki, Hänninen & Tammilehto 2018.)

Kuntoutuksessa käytetään robotiikkaa suorittamaan tehtäväkeskeisiä harjoitteita tai korvaamaan jotain tiettyä toimintaa. Kuntoutusrobotiikan robotteja kutsutaan niiden käyttö-tarkoituksen perusteella sekä terapeuttisiksi että avustaviksi roboteiksi. Kuntoutusrobotien tarkoituksena on tehostaa kuntoutujan parantumista tai toimia menetetyn ruumiin-toiminnon korvikkeena. Kuntoutusrobotteja ovat esimerkiksi yläraajojen kuntoutusrobotit, eksoluurangot, robotisoidut proteesit sekä kävelyrobotit. Kuntoutusrobotiikkaan liittyy myös monia muita välineitä, joita voidaan käyttää vammautumisen jälkeen korvaamaan, tukemaan tai harjoituttamaan heikentynyttä toimintoa tai rakennetta. (Alho ym. 2018; Kataja 2016, 63.)

Robotiikka tarjoaa fyysisen toimintakyvyn kuntoutukseen ja parantamiseen lupaavia ratkaisuja. Robotiikka mahdollistaa potilaiden kuntoutumista, itsenäistymistä ja pärjäämistä pidempään omassa kodissa. Robotiikan avulla voidaan luoda yksilöllisiin tarpeisiin sopivia harjoitteita ja keinoja päivittäisen liikkumisen mahdollistamiseen. Kuntoutusrobotiikka tarjoaakin suuria mahdollisuuksia erityisesti sellaisille henkilöille, joiden itsenäinen liikkumiskyky on alentunut. Tällaisia henkilöitä ovat muun muassa ikääntyvä väestö, neurologisista sairauksista kärsivät henkilöt sekä liikuntavammaiset. Robotiikan hyödyntäminen tuo helpotusta myös kuntoutuksessa toimivien fysioterapeuttien työhön, sillä perinteisin menetelmin toteutettu kuntoutus on fyysisesti raskasta ja aikaa vievää työtä. (Alho ym. 2018.)

### 3.2 Kävelyrobotit

Kävelyrobotteja käytetään kuntoutumiseen tai itsenäisen kävelyn avustamiseen. Tutkimusten perusteella kävelyrobottien avulla tehtävä kuntoutus on turvallinen kuntoutusmuoto, joka mahdollistaa tehokkaan harjoitusmuodon jo kuntoutuksen varhaisessa vaiheessa. Kävelyrobottien avulla tehtävä kuntoutus soveltuu hyvin erityisesti neurologiseen kuntoutukseen, jolloin tavoitteena on kävelykyvyn parantaminen tai saavuttaminen. (Hocoma 2020a; Neuropiste 2020.)

Tutkimustieto todistaa, että alkuvaiheen kuntoutus on monesti erityisen tärkeässä roolissa parhaan tuloksen saavuttamiseksi. Kävelyrobotin avulla toteutettu kävelykuntoutus perustuu uudelleenoppimiseen, eli keskushermoston muovautumiseen. Kuntoutuksen tavoitteena on saavuttaa oikea fysiologinen kävelymalli sekä suuria askelmäärätoistoja, joiden toteuttaminen on haasteellista manuaalisella fysioterapialla. Suurin hyöty robotiikassa onkin suuret toistomäärät, sekä intensiivinen ja tehokas harjoittelu. Kuntoutusrobotiikan avulla kävelyn edistymistä pystytään seuraamaan tehokkaasti ja kuntoutuksen mielekkyyttä voidaan lisäämään erilaisilla keinoilla. (Koskinen 2019; Neuropiste 2020.)

Kävelykuntoutus kävelyrobotin avulla on tarkoitettu henkilöille, joiden vamma tai sairaus on heikentänyt liikkumiskykyä, tai joilla on pystyasennon hallinta- ja kävelyvaikeuksia. Tällaisia henkilöitä ovat neurologisia sairauksia sairastavat, selkäydinvammapotilaat, aivovammapotilaat ja aivohalvauspotilaat. Kävelykuntoutuksen on tutkittu vähentävän selkäydinvammapotilaiden hermosärkyä ja parantavan cp-vammaisten virheaskellusta sekä jalkojen virheasentoa. (Alho ym. 2018; Hocoma 2020a; Neuropiste 2020.)

Kävelyrobotit voivat olla end-effector-laitteita, eli paikkaan sidottuja Lokomat-järjestelmiä tai päälle puettavia eksoluurankoja, tai laitteita, jotka muodostavat kokonaisen kuntoutuslaitteiston tukirakenteista sekä juoksumatosta. Laitteet aikaansaavat potilaalle oikeanlaisen askellustyylin, millä vahvistetaan ja ylläpidetään aivoissa olevia hermoratoja. Aivojen hermoratoja vahvistamalla ja ylläpitämällä tehostetaan kävelykyvyn palautumista. (Hocoma 2020a; Koskinen 2019.)

### 3.3 Lokomat-kävelyrobotti

Lokomat-kävelyrobotin on suunnitellut sveitsiläinen Hocoma-yritys, joka perustettiin vuonna 1996. Lokomat-kävelyrobotin keksijöinä ja yrityksen perustajina toimivat ekonomisti Peter Hostettler, sekä insinöörit Gery Colombo ja Matthias Jörg. Ensimmäinen Lokomat-kävelyrobotin prototyyppi kehitettiin vuonna 2000 Sveitsissä. Tällä hetkellä Lokomat-kävelyrobotteja on käytössä useissa eri maissa, myös Suomessa. (Hocoma 2020b.) Lokomat-kävelyrobotteja on Suomessa käytössä ainakin yli 12 kappaletta ympäri Suomea. Ensimmäinen Lokomat-kävelyrobotti on hankittu Suomeen vuonna 2010 Kitinkannus yritykseen, joka sijaitsee Kannuksessa (Kitinkannus 2020).

Lokomat-kävelyrobotista on saatavana kahta eri mallia. LokomatNanos on niin sanottu perusversio, joka koostuu Basic biofeedback -palautejärjestelmästä, säädettävästä kävelyortooseista, kävelymatosta, intuitiivisesta käyttöjärjestelmästä, sekä dynaamisesta painokevennysjärjestelmästä. LokomatPro on puolestaan kehittyneempi versio LokomatNanosta ja siihen on saatavana erilaisia lisäosia, jotka mahdollistavat luonnollisemman kävelymallin verrattuna LokomatNano-kävelyrobottiin. Lokomat-kävelyrobotit koostuvat samoista osista, mutta LokomatPro-kävelyrobotissa käytetään Augmented feedback -palautejärjestelmää, joka mahdollistaa laajemmat ja haastavammat terapeutit harjoitteet, monipuolisemman palautteen sekä automaattisen kalibroinnin. LokomatPro-kävelyrobottiin saatavia lisäosia ovat muun muassa FreeD -lisäosa, joka mahdollistaa ylävartalon mahdollisen liikkumisen, lantionkierrot sekä painonsiirrot kävelyn aikana. Lisäksi LokomatPro-kävelyrobotin käyttö on mahdollista myös lapsien ja nuorten kuntoutuksessa heille suunnattujen pediatrien ortoosien ja valjaiden avulla. (Fysioline 2020; Hocoma 2020a.)

## 4 SYSTEMOITU KATSAUS TERVEYSTIETEELLISESSÄ TUTKIMUKSESSA

Terveystieteellisessä tutkimuksessa on yleistynyt ja monipuolistunut kirjallisuuskatsaus-ten käyttö. Erilaisia kirjallisuuskatsauksia on laajasti. Kirjallisuuskatsauksen tärkein tarkoitus on kehittää jo olemassa olevaa tietoa ja luoda uutta tietoa. Kirjallisuuskatsauksessa kootaan yhteen olemassa olevaa tietoa liittyen tiettyyn aiheeseen tai ongelmaan. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan kartoittaa tutkittavaa aihetta ja muodostaa täten kokonaiskuva tästä asiakokonaisuudesta. Kirjallisuuskatsauksella pyritään arvioimaan valmiita teorioita sekä tunnistamaan aiheeseen liittyviä ongelmia. Kirjallisuuskatsaus pohjautuu valmiiseen tietoon ja pyrkii selvittämään sitä, kuinka paljon ja millaista tutkimustietoa on, millaisilla menetelmillä tietoa on saatu ja tutkittu, sekä millaisia näkökulmia on käytetty liittyen tiettyyn rajattuun aiheeseen. Tavallisesti kirjallisuuskatsauksella halutaan antaa vastaus johonkin kysymykseen. Vastausta etsiessä käydään analyttisesti läpi erilaisia tietolähteitä, jotta saadaan selville, mitä tutkittavasta aiheesta jo tiedetään. Kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettäviä tietolähteitä voivat olla kirjat, lehdet, tieteelliset artikkelit sekä muut arkistomateriaalit. (Salminen 2011; Kääriäinen & Lahtinen 2004, 38-39.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tieteellinen tutkimusmenetelmä ja yksi kirjallisuuskatsauksen muoto. Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella luodaan uutta tietoa yhdistelemällä ja arvioimalla aiemmin tutkittua tietoa systemaattisesti sekä kriittisesti. Tarkoituksena on keskittyä keräämään, tiivistämään ja identifioimaan jo olemassa olevaa tietoa. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus arvioi tutkitun tiedon laatua ja tutkimuksissa saatuja tuloksia. Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella pyritään tunnistamaan erilaisia ongelmia ja muodostamaan kokonaiskuvaa valitusta asiakokonaisuudesta. Sen avulla voidaan tehdä luotettavia yleistyksiä sekä tarkennuksia ja perusteluita tutkimuskysymykseen liittyen. (Kääriäinen & Lahtinen 2004, 37.)

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tutkimusprosessi, joka koostuu useammasta eri vaiheista. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus etenee kumulatiivisesti tutkimussuunnitelmasta tutkimuskysymysten määrittämiseen, alkuperäisten tutkimusten hausta niiden valintaan, laadun analysointiin ja arviointi, sekä lopulta tulosten esittämiseen. Tutkimusprosessissa kaikki vaiheet rakentuvat järjestelmällisesti edeltävään vaiheeseen. Systemaat-

tinen kirjallisuuskatsaus perustuu tutkimussuunnitelmaan ja oleellisinta tutkimusprosessissa on hakea vastausta selkeään kysymykseen, eli tutkimuskysymykseen. Tutkimusmenetelmänä systemaattinen kirjallisuuskatsaus noudattaa tieteellisen tutkimuksen periaatteita, sillä se on toistettavissa oleva menetelmä ja sen avulla pyritään vähentämään systemaattista harhaa. (Kääriäinen & Lahtinen 2004, 39-43.)

#### 4.1 Systemoitu kirjallisuuskatsaus

Systemoitu kirjallisuuskatsaus on kirjallisuuskatsauksien yksi muoto, joka on syrjäyttämässä perinteisen kirjallisuuskatsauksen. Systemoitu katsaus on kehittynyt systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta ja on yksi sen alatyypeistä. Systemoidun ja systemaattisen kirjallisuuskatsauksen erona on niiden kokonaisvaltaisuus ja järjestelmällisyys. Systemoidun katsauksen toteutuksessa aineiston arviointi, analyysin ja synteessin tekeminen on vapaampaa. Aineistonhaku voi tapahtua vain yhtä tietokantaa hyödyntämällä. Systemaattisessa katsauksessa tekijöitä tulee olla useampia, mutta systemoidun katsauksen voi toteuttaa vain yksikin tutkija. (Malmivaara 2002, 877-879; Mäkelä, Varonen & Teperi 1996, 39-46.)

Systemoitu kirjallisuuskatsaus etenee pääsääntöisesti systemaattisen katsauksen menetelmin. Systemoidun katsauksen tavoitteena on myös alkuperäisaineiston kattava kerääminen, vaikka ei niin laajasti kuin systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. (Malmivaara 2002, 877-879; Mäkelä, Varonen & Teperi 1996, 39-46.)

#### 4.2 PICO-asetelma

PICO-asetelma on työkalu, jota voidaan käyttää järjestelmällisessä katsauksessa ja sen avulla voidaan myös auttaa jäsentämään tarvittava tutkimuskysymys oikein. PICOa hyödyntämällä tutkimuskysymys pystytään selkeyttämään ja muotoilemaan oikeanlaiseksi. PICO:n avulla valittu tutkimuskysymys pystytään prosessin edetessä muuntamaan hakutermeiksi, jotka helpottavat hakustrategian hienosäätöä ja kehittämistä. Tämän hakustrategian kautta tapahtuu artikkelien valinta, jotka otetaan mukaan tutkimukseen PICO:n avulla saadusta hakutuloksesta. (THL 2011.)



PICO-sanan muodostavilla kirjaimilla on kaikilla oma merkityksensä. P-kirjain tulee sanoista patient, population, problem, jotka tarkoittavat potilasta, populaatiota tai ongelmaa, jota halutaan tutkia. I-kirjain tulee puolestaan sanasta interventio, jolla tarkoitetaan tutkittavana olevaa menetelmää, jonka kautta on tarkoituksena vaikuttaa ongelmaan. C-kirjain tulee sanasta comparison, eli vertailumenetelmä. Tällä kuvataan vaihtoehtoisia menetelmiä, johon tutkittavaa menetelmään verrataan. O-kirjain kuvastaa sanaa outcome, joka tarkoittaa tutkimuksesta saatuja tuloksia tai seurauksia, joita tutkimuksessa on tarkoituksena selvittää (THL 2011).

## 5 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TUTKIMUSKYSYMYKSI, TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin systemoitua kirjallisuuskatsausta. Systemoituun kirjallisuuskatsaukseen päädyttiin systemaattisen katsauksen sijaan, koska tutkijoita tässä opinnäytetyössä on vain yksi. Systemoidun kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykseksi valikoitui:

- Minkälaista tutkimusnäyttöä on Lokomat-kävelyrobotin hyödyistä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa?

Tutkimuskysymys rajoittui tässä opinnäytetyössä tutkimaan Lokomat-kävelyrobotin hyötyjä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli saavuttaa systemoidun kirjallisuuskatsauksen avulla tietoa siitä, millaista tutkimustietoa ja tutkimusnäyttöä on jo olemassa Lokomat-kävelyrobotiikan hyödyistä ja käytön tuloksista. Tarkoituksena oli kerätä kattavasti aineistoa, jonka pohjalta saadaan luotettavaa tietoa ja tieteellistä näyttöä katsauksen kohteena olevasta aiheesta. Opinnäytetyön tavoitteena oli hyödyntää saatua tietoa Lokomat-kävelyrobotin käytöstä selkäydinvammaisten potilaiden kuntoutuksessa. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Varinais-Suomen sairaanhoidopiiriin fysioterapiayksikön kanssa. Tutkimuskysymys ja aihe olivat peräisin heidän tarpeistaan. Tavoitteena oli tarjota toimeksiantajalle tietoa Lokomat-kävelyrobotin käytön hyödyistä ja haitoista, joita he pystyisivät jatkossa hyödyntämään tekemässään kuntoutustyössä. Opinnäytetyön tavoitteena oli kartuttaa fysioterapeuttiopiskelijan tietoa ja kokemusta selkäydinvammaisten potilaiden kuntouttamisesta, sekä systemoidun kirjallisuuskatsauksen hyödyntämisestä tutkimustyössä.

## 6 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

### 6.1 Aineistohaku ja aineistovalinta

Systemoidun katsauksen aineistohaku tapahtui kahtena päivänä 4-6.12.2020 ja aineistohaussa käytettiin suunnitelman mukaisesti vain kahta tietokantaa. Valikoituneet tietokannat olivat PubMed ja PEDro.

Tähän systemoituun kirjallisuuskatsaukseen pyrittiin keräämään kattavasti laadukasta tutkittua tietoa. Tavoitteena oli kerätä luotettavia ja informatiivisia artikkeleita sekä tutkimuksia liittyen kävelyrobotiikkaan. Aineistohaussa hyödynnettiin PICO-strategiaa, sillä aineiston haussa tarkoituksena oli kartoittaa, mitä tutkimusta aiheesta on jo tehty. PICO:n avulla valittu tutkimuskysymys purettiin ensin hakutermeiksi, joiden pohjalta aloitettiin aineiston haku. PICO-strategian avulla saadut hakutermit on esitelty taulukossa 1.

Minkälaista tutkimusnäyttöä on Lokomat-kävelyrobotin hyödyistä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa?				
PICO:n osat	P potilasryhmä	I interventio	C vertailu	O lopputulos
Avainsana ja MeSH-termit	Selkäydinvammapotilas	Kuntoutus Lokomat-kävelyrobotilla	Muu kuntoutus ilman Lokomat-kävelyrobottia	Liikuntakyvyn kehittyminen
	Selkäydinvamma		Tavanomainen kuntoutus	Toimintakyvyn kehittyminen
	Spinal cord injury	Robot-assisted walking therapy with Lokomat	Kuntoutus muilla kävelyroboteilla	Kuntoutumisen hyödyt
	SCI	Robotic-assisted gait training		Development of physical activity
	Spinal cord lesion		Basic rehabilitation without Lokomat	Development of operational capacity
	People with spinal cord injuries	Rehabilitation	Regular rehabilitation	The benefits of rehabilitation
			Rehabilitation with other	

Taulukko 1: Hakutermin määrittely

Ennen tiedonhakua määritettiin kriteerit, jotka helpottivat tulosten rajaamista. Tutkimuksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit tarkentuivat aineistohaun edetessä. Tiedonhaussa keskityttiin etsimään aineistoa liittyen selkäydinvammoihin. Aineistosta rajautui pois täten muut neurologiset vammat, sairaudet ja häiriöt. Tutkimusten tuli kohdistua nuoriin, aikuisiin, keski-ikäisiin ja ikäihmisiin. Ikähaarukkana oli 14-70 vuotiaat. Aineistohaussa ei huomioitu tutkimuksia, joiden kohteena olivat lapset tai yli 70-vuotiaat. Aineistohaussa hyödynnettiin kaikkia tutkimuksia riippumatta niiden julkaisuajankohdasta. Aineistohaussa otettiin huomioon kaikilla kielillä olevat tutkimukset. Kerättävän aineiston tuli olla tieteellistä ja aineiston tuli antaa vastaus valikoituneeseen tutkimuskysymykseen. Aineistohaussa hyödynnettiin monenlaisia tutkimustyyppejä, kuten RCT-tutkimuksia. Aineistohaussa ei huomioitu kirjallisuuskatsauksia tai meta-analyysyjä. Valikoituneet kriteerit on eritelty taulukossa 2.

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Selkäydinvamma	Muut neurologiset sairaudet ja häiriöt
Lokomat-kävelyrobotti	Muu kuntoutus, muut kävelyrobotit ilman Lokomat-kävelyrobotia
Kaikki tutkimukset riippumatta julkaisuajankohdasta	
Tutkimukset kaikilla mahdollisilla kielillä	
Tutkimuksen kohteena nuoret ja aikuiset (14-70v)	Tutkimuksen kohteena lapset (alle 14-vuotiaat) tai ikäihmiset (yli 70-vuotiaat)
Muut tutkimustyyppit (esim. RCT yms.)	Kirjallisuuskatsaukset ja meta-analyysit

Taulukko 2: Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Aineistohaussa valittujen tutkimusten laatua arvioitiin PEDro scale-asteikolla. PEDro scale on 11 väittämää sisältävä työkalu, jonka avulla voidaan toteuttaa tutkimusten laadunarviointia. PEDro scale-asteikolla laadukkain tutkimus voi saada 10/10 pistettä. PEDro scale-asteikon väittämät sisältävät erilaisia ominaisuuksia tutkimuksiin liittyen, jotka kertovat tutkimuksen laadusta. Tällaisia etsittäviä ominaisuuksia ovat esimerkiksi tutkimukseen liittyvä satunnaistaminen, tutkimukseen osallistuvien ryhmäjaon salaaminen ja osallistujien sokkouttaminen. (The PEDro Partnership 1999.) Tämän opinnäytetyön tutkimukset saivat pisteitä PEDro scale-asteikolla melko vaihtelevasti. Keskiarvo tutkimusten laadunpisteityksessä oli 5,5. Pisteytyksen perusteella aineistovalinnasta ei kuitenkaan tehty poissulkuja, vaan pisteytystä käytettiin pelkästään laadunarviointiin.

Aineistohaussa käytetyt hakulausekkeet on avattu täydellisesti ja esitetty tietokantakohtaisesti taulukossa 2.

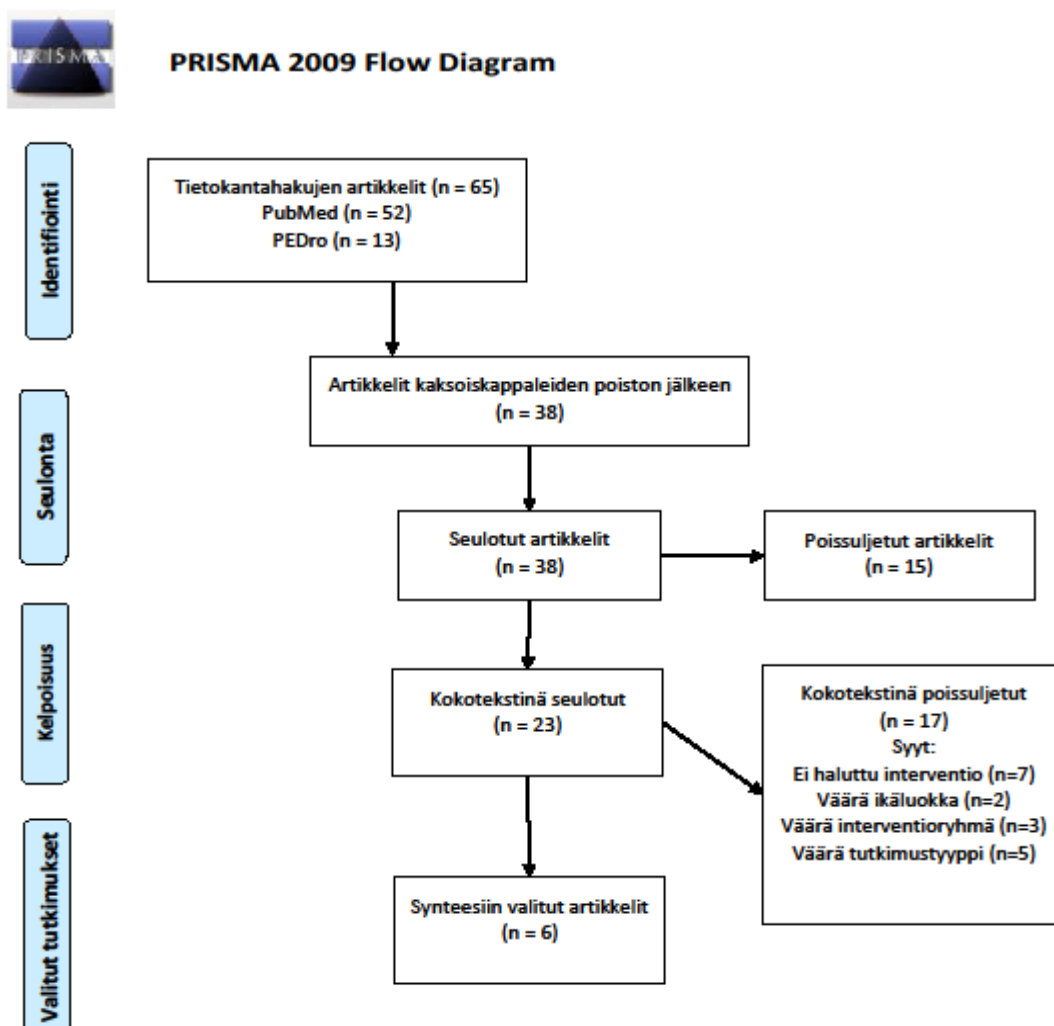
Tietokanta	Hakulauseke	Hakutulokset (n)
PubMed	(Lokomat OR "robot-assisted gait training"[MeSH Terms]) AND ("spinal cord injur*"[MeSH Terms])	23
	((("spinal cord injur*" or "spinal cord lesion") AND (Lokomat) AND (rehabilitation))	29
PEDro	"spinal cord injury" AND Lokomat	8
	"robot-assisted gait training" AND "spinal cord injury"	5

Taulukko 3: Hakulausekkeet ja hakutulokset

## 7 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN TULOKSET

Opinnäytetyössä muodostettujen hakulausekkeiden avulla tietokannoista kerättiin yhteensä 65 hakutulosta, josta aineistovalinta tehtiin hyödyntäen Prisma 2009 Flow -kaaviota (Moher ym. 2009, 1-3). Aineiston valintaa toteutettiin kaavion avulla vaihe vaiheelta ja hakutuloksesta seulottiin yhteensä 23 kokotekstiä. Seulonnan ja valintaprosessin päätteeksi synteisiin valikoitu yhteensä 6 tutkimusta koko hakutuloksesta. Puolet tutkimuksista valikoitu PudMed-tietokannasta ja loput puolet PEDro-tietokannasta. Hakutulosten seulonta tapahtui tutkimuksessa määriteltyjen sisäänotto- ja poissulkukriteereiden mukaisesti. Poissulun syitä olivat esimerkiksi tutkimuksen kannalta ei toivottu interventio, vääränlainen interventoryhmä tai tutkimustyyppi. Aineistovalinnan eteneminen on esitelty tarkemmin kaaviossa 1.

Opinnäytetyön kirjallisuushaut tuottivat yhteensä kuusi tutkimusta, jotka täyttivät vaaditut sisäänottokriteerit. Tutkimuksien joukossa oli satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia, kvasikokeellisia tutkimuksia sekä kokeellisia klinisiä tutkimuksia. Valikoituneet tutkimukset käytiin perusteellisesti läpi. Valikoituneet tutkimukset käsittelivät pääsääntöisesti selkäydinvammaisten kävelykykyä ja siihen vaikuttavia erilaisia tekijöitä. Kaiken kaikkiaan tutkimustulokset osoittivat, että Lokomat-kävelyrobotin käytöstä voitiin havaita jonkinlaista hyötyä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Tutkimuksissa vertailtiin Lokomat-kävelyrobottia muunlaiseen kuntoutukseen sekä myös muihin kävelyrobotteihin. Tutkimukset on esitelty ja eritelty niiden tulosten perusteella seuraavaksi. Kirjallisuushaun tulokset ovat esiteltynä myös lyhyesti taulukkoliitteessä 1.



Kaava 1: PRISMA-kaavio (Moher ym. 2009)

Kaksi tutkimusta osoittivat suurempia hyötyjä muihin tutkimuksiin verrattuna. Lam ym. (2015) ja Schwartz ym. (2011) tekemät tutkimukset osoittivat, että Lokomat-kävelyrobotin käytöstä oli nähtävissä selkeää hyötyä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa.

**Lam ym. (2015)** tutkivat satunnaistetussa kontrolloidussa pilottitutkimuksessa Lokomat-kävelyrobotin käyttöä kävelykuntoutuksessa ja kävelykyvyn kehittämisessä. Tutkimukseen osallistui 15 henkilöä, joilla kaikilla oli C tai D AIS-luokituksen selkäydinvamma. Osallistujien vammautumisesta oli kulunut vähintään yli vuosi. Tutkimus toteutettiin kaksoissokkoutetusti kahdessa ryhmässä, joista interventioryhmä sai kuntoutusta Loko-R

vastusteisella Lokomat-kävelyrobotilla ja kontrolliryhmä tavallisella Lokomat-kävelyrobotilla. Interventio kesti yhteensä 3 kuukautta ja interventiokertoja oli kolmesti viikossa. Intervention kliiniset mittaukset toteutettiin 10 metrin ja 6 minuutin kävelytesteillä ennen interventiota, intervention jälkeen sekä kuukauden ja 6 kuukauden seurannassa. Interventiossa osallistujien kävelyä arvioitiin myös SCI-FAP -profiililla (Spinal Cord Injury Functional Ambulation Profile). Tutkimustulokset osoittivat molemmissa ryhmissä tapahtuneen parannusta kävelynopeudessa ja kävelymatkassa. Ryhmien välisissä tuloksissa ei ollut suuria eroja. Kuntoutus Loko-R:n avulla oli tutkimuksen mukaan hieman intensiivisempää ja ryhmässä esiintyi enemmän kipua intervention aikana. (Lam ym. 2015, 113-122.)

**Schwartz ym.** (2011) suorittivat kvasikokeellisen tutkimuksen, jossa tutkittiin Lokomat-kävelyrobotilla suoritettua robottiaivusteisen kävelyharjoittelun vaikutuksia selkäydinvammaisten potilaiden neurologisiin ja toiminnallisiin tuloksiin. Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata robottiaivusteisen kävelykuntoutuksen hyötyjä tavanomaiseen fysioterapiakuntoutukseen. Tutkimuksen interventoryhmään osallistui yhteensä 28 henkilöä, joilla oli joko A, B, C tai D AIS-luokituksen asteinen selkäydinvamma. Interventio aloitettiin keskimäärin 75 vuorokautta (vaihteluväli 13-367 vuorokautta) vammautumisen jälkeen ja myös intervention kesto vaihteli osallistujasta riippuen. Keskimäärin interventiokertoja oli 25 (vaihteluväli 6-110). Interventoryhmä sai Lokomat-kävelyrobotilla kuntoutusta 2-3 kertaa viikossa yhdistettynä tavanomaiseen fysioterapiakuntoutukseen. Kontrolliryhmänä toimi ryhmä aikaisemmilta vuosilta, jotka olivat saaneet pelkästään fysioterapiakuntoutusta Bobathin periaatteiden mukaisesti. Tutkimuksessa arvioitiin WISCI II- ja FAC-mittareilla (Functional Ambulation Category, eli toiminnallinen kävelyluokitusmittari) kaikkien osallistujien tasoa ennen ja jälkeen intervention. Tutkimustuloksien perusteella kumpikin ryhmä osoitti parannusta sekä WISCI II- että FAC:n pistemäärissä. Interventoryhmän toiminnallinen hyöty SCIM-pistemäärissä oli huomattavasti suurempi kuin kontrolliryhmän. Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että robottiaivusteisen kävelykuntoutuksen sisällyttäminen selkäydinvammaisten kuntoutukseen lisää toiminnallisia tuloksia, esimerkiksi omatoimisuutta päivittäistoiminnoissa sekä liikkumista siirtymätilanteissa. Tutkimustietoa tarvitaan kuitenkin vielä lisää optimaalisen ajoituksen suhteen siitä, milloin Lokomat-kävelykuntoutus olisi tuloksellisinta aloittaa. (Schwartz ym. 2011, 1062-1066.)



Yksi tutkimuksista oli keskittynyt tutkimaan Lokomat-kävelyrobotin tuomia hyötyjä, mutta pääpaino tutkimuksessa oli ennustavien tekijöiden arvioinnissa. **Hwang ym. (2017)** halusivat alustavalla kokeellisella tutkimuksellaan tunnistaa niitä klinisiä piirteitä, jotka saattaisivat toimia ennustavina tekijöinä robottiaivusteisen kävelykuntoutuksen onnistumiseksi. Tutkimukseen osallistui 29 henkilöä, joilla oli C tai D AIS-luokituksen selkäydinvamma ja vammautumisesta oli kulunut keskimäärin 15 viikkoa (vaihteluväli 1-6 kuukautta). Interventio kesti 4 viikkoa, jonka aikana osallistujat saivat 20 kertaa robottiaivusteista kävelykuntoutusta Lokomat-kävelyrobotilla sekä tavanomaista fysioterapiakuntoutusta. Tutkimuksessa suoritettiin 10 metrin kävelytesti ennen ja jälkeen intervention. Osallistujia arvioitiin ja pisteytettiin myös LEMS-, SCIM III-, BBS- (Berg Balance Scale) ja WISCI II-mittareilla, sekä FAC:n avulla. Intervention päättyessä osallistujat jaettiin kahteen ryhmään tutkimustulosten perusteella, ”edistynyt ryhmä” ja ”edistymätön ryhmä”. Selkeää parannusta tutkimustuloksissa havaittiin 18 osallistujalla, jotka olivat iältään nuorempia ja aika vammautumisesta oli lyhyempi. Näiden osallistujien alaraajojen voima, tasapaino sekä toimintakyky olivat huomattavasti paremmat, kun muilla 11 osallistujalla. Tutkimustulos kertoo siitä, että tutkimuksessa käytettyjä mittareita ja pisteytyksiä voidaan käyttää ennakoivasti hyödyksi robottiaivusteisen kävelykuntoutuksen tuomia hyötyjä arvioitaessa. (Hwang ym. 2017, 34-40.)

Loput tutkimukset osoittivat huonompia tuloksia Lokomat-kävelyrobotin käytöstä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Alcobendas-Maestro ym. (2012), Alamro ym. (2018) ja Labruère ym. (2014) tutkimukset osoittivat tutkimustuloksillaan, ettei Lokomat-kävelyrobotista ollut merkittävästi hyötyä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa verrattuna muuhun kuntoutukseen.

**Alcobendas-Maestro ym. (2012)** suorittivat satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen rinnakkaisryhmätutkimuksena. Tutkimukseen osallistui yhteensä 80 potilasta, joilla kaikilla oli C ja D AIS-luokan selkäydinvamma. Edellytyksenä oli vaurioiden sijaitseminen ainoastaan ylemmässä motoneuronissa, jotta potilaiden oli mahdollista seisoa tuettuna, vaikka kävely ei onnistuisikaan. Potilaiden vammautumisesta oli kulunut 3-6 kuukautta. Potilaat jaettiin kahteen ryhmään satunnaistetusti, joista ensimmäinen ryhmä sai kävelykuntoutusta Lokomat-kävelyrobotilla ja toinen ryhmä sai tavallista kävelykuntoutusta. Interventio kesti 8 viikon ajan ja kuntoutuskertoja oli yhteensä 40. Intervention jälkeen kävelyn nopeutta ja kestävyyttä arvioitiin 10 metrin kävelytestillä, WISCI II -kävelymittarilla ja 6 min -kävelytestillä. Intervention tulosten arvioinnissa hyödynnettiin myös FIM-L ja LEMS-mittaria. Tutkimuksen perusteella ei havaittu suuria eroja ryhmien ja saatujen

toiminnallisten tulosten välillä. Lokomat-kävelykuntoutus paransi kävelykykyä, mutta ei kävelynopeutta tai kävelyn laatua. Tutkimus ei siis osoita, että Lokomat-kävelyrobotin avulla suoritettu kuntoutus olisi suoranaisesti tehokkaampaa kuin tavallinen kävelykuntoutus. (Alcobendas-Maestro ym. 2012, 1058-1061.)

**Alamro ym.** (2018) tutkimuksessa vertailtiin Lokomat- ja Ekso-kävelyrobottien eroavaisuuksia. Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata selkäydinvammaisten tukirangan lihasten aktivoitumista kävelyharjoittelun aikana. Tutkimukseen osallistui kahdeksan selkäydinvammaista, joiden selkäydinvamma oli A ja B AIS-luokitusta. Osallistujien vammautumisesta oli kulunut vähintään yli vuosi. Tutkimukseen osallistui myös verrokkiryhmä, joilla ei ollut selkäydinvammaa. Tutkimus koostui kolmesta eri kävelytestistä, jotka suoritettiin satunnaisessa järjestyksessä Lokomat-kävelyrobotilla, Ekso-kävelyrobotilla juoksumatolla (Ekso-TM) sekä Ekso-kävelyrobotilla (Ekso-OG) ilman juoksumattoja. Tutkimuksen interventio oli kertaluonteinen ja tavoitteena oli saada mittaustuloksia aina vähintään 60 askeleen kävelystä. Kävelyn aikana mitattiin suoran ja ulompien vinojen vatsalihasten, sekä selän ojentajalihasten aktivoitumista elektromyografian (EMG) avulla. Tutkimustuloksista selvisi, että Ekso-kävelyrobotti osoitti suurempaa lihasaktivaatiota tukirangan lihaksissa verrattuna Lokomat-kävelyrobottiin. Tutkimustulokset ovat yhtäläiset kummallakin osallistujaryhmällä. Ekso-kävelyrobotti aktivoi lihaksia samantasoisesti sekä juoksumatolla että ilman juoksumattoja. Lokomat-kävelyrobotti sai aikaan suuremman aktivaation vain yhdellä osa-alueella, muuten sen aikaansaama aktivaatio jäi vähäisemmäksi. Ekso-kävelyrobotin tehokkuus selittyy todennäköisesti sen käytössä tapahtuvan sivuttaissuuntaisen painonsiirron johdosta, joka aktivoi tehokkaasti posturaalisia lihaksia. Lokomat-kävelyrobotin tukivaljaat tekevät kävelyharjoittelusta passiivisempaa tuetun ja jäykän kävelyasennon vuoksi. (Alamro ym. 2018, 1-9.)

**Labruyère ym.** (2014) satunnaistetussa kontrolloidussa ristikkäistutkimuksessa tarkoituksena oli vertailla robottivälineiden kävely- ja voimaharjoittelun vaikutuksia selkäydinvammaisten kävely kuntoutuksessa. Tutkimukseen osallistui yhdeksän henkilöä, joiden AIS-luokitus oli C tai D. Osallistujien vammautumisesta oli kulunut vähintään yli vuosi. Osallistujat jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään. Molemmat ryhmät saivat 4 viikon ajan robottivälineiden kävelyharjoittelua Lokomat-robotilla, sekä 4 viikon ajan alaraajojen voimaharjoittelua, mutta vastakkaisessa järjestyksessä. Interventio kesti yhteensä 8 viikkoa ja kumpaakin harjoittelua tehtiin 16. kerran aikana. Tutkimustulosten keräämisessä keskityttiin ensisijaisesti tarkastelemaan muutoksia osallistujien luonnollisessa ja maksimaalisessa kävelyvauhdissa 10 metrin kävelytestin avulla. Intervention tuloksia arvioitiin

myös WISCI- ja LEMS-mittareilla. Tutkimustuloksia kerättiin lähtötilanteessa, molempien interventioiden jälkeen sekä 6 kuukauden kuluttua interventiosta. Molemmat interventiot saivat aikaan parempia tuloksia osallistujien tutkimustuloksissa. Tutkimustulokset osoittivat, ettei interventioiden aikaansaamien muutosten väliltä ilmennyt suuria eroavaisuuksia. Voimaharjoittelu tuotti kuitenkin parempia tuloksia osallistujien maksimaaliseen kävelyvauhtiin. Robottivälineistä kävelyharjoittelua ei voitu täten osoittaa tavallista voimaharjoittelua tehokkaammaksi kuntoutusmuodoksi selkäydinvammaisten potilaiden kuntoutuksessa. Tutkimustuloksen luotettavuuteen, yleistettävyyteen ja tarkkuuteen vaikuttaa tutkimuksen pieni otoskoko. (Labrière ym. 2014, 1-11.)

## 8 SYSTEMOIDUN KATSAUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän systemoidun kirjallisuuskatsauksen päätehtävänä oli hakea vastausta tutkimuskysymykseen ”Minkälaista tutkimusnäyttöä on Lokomat-kävelyrobotin hyödyistä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa?”. Kirjallisuushauilla valikoituneissa tutkimuksissa oltiin siis kiinnostuneita tarkastelemaan sitä, minkälaista hyötyä tutkimustulokset osoittivat Lokomat-kävelyrobotin käytöstä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Kirjallisuuskatsauksessa oltiin kiinnostuneita erityisesti Lokomat-kävelyrobotin aikaansaamista hyödyistä selkäydinvammaisten kävelykykyyn ja usean tutkimuksen tulosten arvioinnissa oli käytetty 10 metrin kävelytestiä. Myös muut samat mittarit toistuivat lähes kaikissa tutkimuksissa. Käytetyimpiä mittareita olivat WISCI II- ja SCIM-mittarit, joiden avulla arvioitiin tutkittavien kävely- ja toimintakykyä.

Tutkimusjoukoissa oli vaihtelua tutkimuksien välillä. Suurin tutkimusjoukko koostui 80 tutkittavasta ja pienin tutkimusjoukko taas 9 tutkittavasta. Tutkimuksissa yleisimmät AIS-luokitukset olivat C ja D. Yhdessä tutkimuksessa tutkittiin kaikkia AIS-luokkia (A, B, C ja D). Vain yhdessä tutkimuksessa oli keskitytty tutkimaan A ja B AIS-luokkia. Aikaväli vammautumisen jälkeen oli tutkimuksissa vaihteleva. Kolmessa tutkimuksessa tutkittavien vammautumisesta oli kulunut vähintään yli vuosi. Vähimmillään aika vammautumisesta oli keskimäärin 75 vuorokautta. Lopuissa tutkimuksissa aika vammautumisesta oli keskimäärin 3-6 kuukautta. Tutkimuksissa tutkittavien ikäluokat olivat keskimäärin 19-70 vuotta. Nuorin tutkittava oli 14-vuotias, jonka vuoksi myös systemoidun kirjallisuuskatsauksen sisäänottokriteerejä laajennettiin kirjallisuushaun edetessä.

Kaikissa tutkimuksissa käytettiin Lokomat-kävelyrobotia sisäänottokriteerien mukaisesti. Kolmessa tutkimuksessa vertailtiin robottivusteista kävelykuntoutusta joko tavanomaiseen fysioterapiakuntoutukseen, kävelykuntoutukseen tai voimaharjoitteluun ilman robottivusteista kävelyrobotia. Kahdessa tutkimuksessa keskityttiin arvioimaan eri kävelyrobotteja keskenään. Tavallisen Lokomat-kävelyrobotin ominaisuuksia vertailtiin yhdessä tutkimuksessa Lokomat-kävelyrobotin lisäosan Loko-R asetuksiin ja toisessa Ekso-kävelyrobottiin. Yhdessä tutkimuksessa ei tehty vertailua mihinkään, vaan siinä tutkittiin ainoastaan Lokomat-kävelyrobotin tuomia hyötyjä ja ennakoitavia tekijöitä.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että valikoituneista tutkimuksista ainoastaan puolet osoittivat hyötyä Lokomat-kävelyrobotin käyttämisestä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Lokomat-kävelyrobotin heikkouksina nähtiin passiivinen ja liian tuettu kävelyasento tukivaljaiden vuoksi ja tukirangan lihasten heikko aktivoituminen. Monessa tutkimuksessa Lokomat-kävelyrobotti paransi kävelykykyä ja kävelymatkaa, mutta ei aina kävelyvauhtia. Lokomat-kävelyrobotin aikaansaamien hyötyjen eroavaisuudet esimerkiksi tavanomaiseen fysioterapiakuntoutukseen jäivät keskimäärin vähäisiksi. Toisaalta Lokomat-kävelyrobotin hyödyntämisen nähtiin useammassa tutkimuksessa lisäävän selkäydinvammaisten toiminnallisuutta. Parhaimpia tuloksia saatiin aikaan käyttämällä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa robottiaivusteista kävelykuntoutusta muun kuntoutuksen lisänä.

Tutkimustuloksien luotettavuuteen vaikutti tutkimusten vaihtelevat otoskoot ja tutkittavien AIS-luokitukset. Otsokokojen eroavaisuudet vaikuttavat tutkimusten yleistettävyyteen ja tarkkuuteen. Useassa tutkimuksessa todettiin, ettei tutkimusnäyttöä ole riittävästi Lokomat-kävelyrobotin käyttämisestä selkäydinvammaisten kuntoutuksessa. Tutkimustietoa tarvitaan lisää ja erityisesti liittyen siihen, milloin robottiaivusteisen kävelykuntoutuksen aloittaminen olisi kaikista optimaalisinta ja hyödyllisintä. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää selkäydinvammaisten kuntoutusta suunniteltaessa ja arvioitaessa sen mahdollisia ennustettavia tekijöitä. Tällaisia ennustettavia tekijöitä oli tutkimustulosten perusteella tutkittavien ikä sekä kulunut aika vammautumisesta.

Tämä systemoitu kirjallisuuskatsaus tehtiin yhden opiskelijan toimesta, jonka vuoksi kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen olisi varmasti vaikuttanut positiivisesti useamman henkilön osallistuminen sekä laadunarviointiin että tuloksien tulkintaan ja muodostamiseen. Kirjallisuushaun suorittaminen vaati suurta tarkkuutta ja mahdollista onkin jonkin oleellisen tutkimuksen jääminen pois. Systemoidussa kirjallisuuskatsauksessa hyödynnettiin vain kahta tietokantaa, joka saattoi myös lisätä kirjallisuuskatsauksen kannalta olevien oleellisten tutkimusten poisjäämistä. Valikoituneisiin tutkimuksiin perehtyminen ja niiden käännoistyö oli aikaa vievää, mutta lopputulokseen oltiin tyytyväisiä. Käännoistyö pyrittiin tekemään huolellisesti. Systemoitu kirjallisuuskatsaus oli pitkä prosessi kaiken kaikkiaan ja aikataulujen kanssa oli haasteita myös 2020 vallinneen epidemiatilanteen vuoksi.

Systemoidulla kirjallisuuskatsauksella saavutettiin halutut tulokset ja tavoitteet. Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet pysyivät samana koko prosessin ajan. Systemoidun kirjallisuuskatsauksen avulla saadut tulokset Lokomat-kävelyrobotin hyödyntämisestä tullaan

jakamaan Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin fysioterapiayksikön kanssa. Heillä on mahdollisuus hyödyntää saatuja tutkimustuloksia, vaikka tulokset eivät olleetkaan täysin yksiselitteiset. Systemoidun kirjallisuuskatsauksen tulokset osoittavat, että selkäydinvammaisten potilaiden kuntoutuksessa Lokomat-kävelyrobotin käytöllä on hyötyä muun kuntoutuksen lisänä. Selvää kuitenkin on, että jatkotutkimuksia Lokomat-kävelyrobotin käytöstä sekä robottiaivusteisesta kävelykuntoutuksesta tarvitaan lisää.

## 8.1 Systemoidun katsauksen eettisyys ja luotettavuus

Tämä opinnäytetyö toteutettiin systemoituna kirjallisuuskatsauksena, jossa käytettiin aiemmin tehtyjä tutkimuksia. Täten käytetyssä aineistossa on jo valmiiksi huomioitu eettisten kysymysten osalta tietosuoja ja tietoturvan toteutuminen. Opinnäytetyön laatimiseen ei tarvittu erillisiä lupia, sillä aineistohaku tapahtui tietokannoista, joissa on korkealaatuisia ja riippumattomia julkaisuja. Luotettavuuden kannalta oli huomioitava se, millaisia tutkimuksia valitaan kirjallisuuskatsaukseen. Luotettavuuden lisäämiseksi tutkimusten laatua arvioitiin PEDro scale-asteikolla. Luotettavuuden kannalta tärkeää oli myös tutkimusten tarkka ja huolellinen kääntäminen, kun tutkimuskielenä oli englanti. Huolellisella käännöstyöllä pyrittiin varmistamaan tutkimuksen sisällön täsmällinen ymmärtäminen ja tutkimustuloksen vastaaminen alkuperäiseen. Luotettavuutta ja toistettavuutta lisää myös aineistohaunprosessin etenemisen esittäminen PRISMA-taulukon avulla ja hakulausekkeiden raportoiminen täydellisinä.

## LÄHTEET

- Ahoniemi, E. 2011a. WISCI II, selkäydinvammaisen kävelymittari. TOIMIA-mittarit. Viitattu 15.12.2020. <https://www.terveysportti.fi/dtk/tmi/koti>
- Ahoniemi, E. 2011b. SCIM, Selkäydinvammaisen itsenäisen toimintakyvyn mittari. TOIMIA-mittarit. Viitattu 15.12.2020. <https://www.terveysportti.fi/dtk/tmi/koti>
- Ahoniemi, E. & Valtonen, K. 2015. Selkäydinvauriot. Fysiatría. Helsinki: Duodecim Oy.
- Alamro, R., Chisholm, A., Williams, A., Carpenter, M. & Lam, T. 2018. Overground walking with a robotic exoskeleton elicits trunk muscle activity in people with high-thoracic motor-complete spinal cord injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. Vol. 15, 109.
- Alcobendas-Maestro, M., Eslarin-Ruz, A. & Casado-Lopez, R. 2012. Lokomat Robotic-Assisted Versus Overground Training Within 3 to 6 Months of Incomplete Spinal Cord Lesion: Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. Vol. 26, No. 9. 1058-1063.
- Alho, T., Neittaanmäki, P., Hänninen, P. & Tammilehto, O. 2018. Kuntoutusrobotiikka. Palvelurobotiikka. Jyväskylän yliopisto.
- Fysioline. 2020. Lokomat – tehokasta robotisoitua kävelykuntoutusta. Lokomat. Kuntoutus. Fysioline Oy. Viitattu 12.12.2020. <https://shop.fysioline.fi/collections/hocoma-lokomat>
- Hocoma. 2020a. Relearning to Walk From the Beginning. Lokomat. Viitattu 16.3.2020. <https://www.hocoma.com/solutions/lokomat-2/>
- Hocoma. 2020b. About us. Viitattu 12.12.2020. <https://www.hocoma.com/hocoma/about-us/>
- Hwang, S., Kim, H-R., Han, Z-A., Lee, B-S., Kim, S., Shin, H., Moon, J-G., Yang, S-P., Lim, M-H., Cho, D-Y., Kim, H. & Lee, H-J. 2017. Improved Gait Speed After Robot-Assisted Gait Training in Patients With Motor Incomplete Spinal Cord Injury: A Preliminary Study. *Annals of Rehabilitation Medicine*. Vol. 41, No. 1. 34-41.
- Kangasniemi, M. & Andersson, C. 2016. Enemmän inhimillistä hoivaa. Elinkeinoelämän Valtuuskunta. Viitattu 1.4.2020. <https://www.eva.fi/wp-content/uploads/2016/09/Enemm%C3%A4n-inhimillist%C3%A4-hoivaa.pdf>
- Kangasniemi, M., Pietilä, A-M. & Häggman-Laitila A. 2016. Automatiikka ja robotiikka hoitotyöntekijöiden työn muutoksessa. *Tutkiva Hoitotyö* vol.14. Kerava: Savion Kirjapaino Oy. 40-42.
- Kannisto, M. & Ylinen, A. 2014. Selkäydinvammojen hoito- ja kuntoutusjärjestelmä. *Neurologia. Duodecim Oppiportti*.
- Karttunen, A. & Valkeinen, H. 2019. FIM®-toimintakyvyn ja avuntarpeen mittari. TOIMIA-mittarit. Viitattu 15.12.2020. <https://www.terveysportti.fi/dtk/tmi/koti>
- Kataja, M. 2016. Robotiikka tarvitsee lisää osaajia. *Teknologia sosiaali- ja terveydenhuollossa*. Porvoo: Bookwell Oy. 57-90.
- Kauranen, K. 2017. Neurologinen fysioterapia. Fysioterapeutin käsikirja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Kitinkannus. 2020. Suomen ensimmäinen kävelyrobotti on Kitinkannuksessa! Viitattu 12.12.2020. <https://www.kitinkannus.fi/uutinen-3.html>
- Koskinen, M. 2019. Sähköavusteinen kävelyharjoittelu fysioterapian tukena AVH-kuntoutuksessa. *Opinnäytetyö. Fysioterapian koulutusohjelma*. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.

Kotila, M. & Palomäki, H. 2014. Neurologiset oireet ja sairaudet. Neurologia. Toim. Soinila, S. & Kaste, M. Duodecim.

Kuntoutumistalo.fi. 2020. Selkäydinvamma. Terveyskylä.fi. Viitattu 28.4.2020. <https://www.terveyskyla.fi/kuntoutumistalo/kuntoutujalle/selk%C3%A4ydinvamma>

Kääriäinen, M. & Lahtinen, M. 2004. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutkimustiedon jäsentäjänä. Hoitotiede vol 18. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy. 37-45.

Labruyere, R. & Van Hedel, H. 2014. Strenght training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. Vol. 11, No. 4.

Lam, T., Pohl, K., Ferguson, A., Malik, R., Krassioukov, A. & Eng, J. 2015. Training with robot-applied resistance in people with motor-incomplete spinal cord injury: Pilot study. Journal of Rehabilitation Research & Development. Vol. 52, No. 1. 113-130.

Malmivaara, A. 2002. Systemoitu kirjallisuuskatsaus – työkalu tutkimusnäytön tavoittamiseen. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim vol 9. 877-899.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. <http://journals.plos.org/plosmedicine/article/file?id=10.1371/journal.pmed.1000097&type=printable>

Mäkelä, M., Varonen, H. & Teperi, J. 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim vol 21. 39-46.

Neuropiste. 2020. Kävelykuntoutusta Lokomat-robotin avulla. Viitattu 16.3.2020. <https://www.neuropiste.fi/palvelut/kävelykuntoutusta-lokomat-robotin-avulla/>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopisto. Viitattu 16.5.2020. [https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf)

Schwartz, I., Sajina, A., Neeb, M., Fisher, I., Katz-Luerer, M. & Meiner, Z. 2011. Locomotor training using a robotic device in patients with subacute spinal cord injury. Spinal Cord, 49. 1062-1067.

The PEDro Partnership. 1999. PEDro scale. Physiotherapy Evidence Database. Viitattu 12.12.2020. <https://pedro.org.au/english/resources/pedro-scale/>

THL. 2011. Tutkimuskysymyksestä hakustrategiaksi: PICO-asetelma informaation työkaluna. Terveystieteen ja hyvinvoinninlaitos. Viitattu 26.8.2020. <https://bmfray.files.wordpress.com/2018/06/pico-asetelma-informaation-tyc3b6kaluna.pdf>



## Liite 1: Systemoidun katsauksen tutkimukset

Kirjoittajat & julkaisuvuosi	Koeryhmä n/kontrolliryhmä n	Intervention tarkoitus	Intervention kesto	AIS-luokitus ja aika vammautumisesta	Tulokset	PEDro scale
Alamro ym. 2018	8/8	Kahden eri kävelyrobotin vertailu tukirangan lihasten aktivoitumisessa kolmen eri kävelyharjoittelun aikana	Kertaluonteinen tutkimus, yksi interventiokerta	AIS-luokitus A tai B  > Yli vuosi	Kävelyharjoitteiden aikana tukirangan lihakset aktivoituivat tehokkaammin Ekso-kävelyrobottia käytettäessä, Lokomat-kävelyrobotti ei aktivoinut lihaksia sen passiivisen, tuetun ja jäykän kävelyasennon vuoksi	4/10
Alcobendas-Maestro ym. 2012	40/40	Lokomat-kävelyrobotin ja tavallisen kuntoutuksen vertailu kävelemisen uudelleen opettelussa	2 kk	AIS-luokitus C tai D  3-6 kk	Lokomat-kävelykuntoutuksesta nähtiin hyötyä kestävyyydessä, muttei kävelynopeuden parantumisessa.	8/10

Hwang ym. 2017	29/ei kontrolli-ryhmää	Selkäydinvammapotilaiden kliinisten piirteiden tunnistaminen, joiden avulla voidaan ennakoida robotiavusteisen kävelykuntoutuksen tuomia hyötyjä kuntoutumiseen.	1kk	AIS-luokitus C tai D  Keskimäärin 15 vko (vaihteluväli 1-6 kk)	"Parantuneella ryhmällä" parannusta tutkimustuloksissa, vaikutusta iällä ja vammautumisajalla. Tulokset osoittavan robotiavusteisen kävelykuntoutuksen vaikutusten ennakoimisen olevan mahdollista.	3/10
Labruyere ym. 2014 Pedro	5/4	Kävelyharjoittelun aikaiset muutokset ja kiputunteusten arviointi	2kk (seuranta 6kk)	AIS-luokitus C tai D  > Yli vuosi	Kuntoutusmuodoissa ei merkittävää eroa, voimaharjoittelulla suurempi vaikutus maksimi kävelynopeuteen. Molemmat kuntoutusmuodot vähensivät kipua.	6/10
Lam ym. 2015	8/7	Lokomat- ja Loko-R vastusteisen Lokomat-robotin hyötyjen selvittäminen kävelykuntoutuksessa ja kävelykyvyn kehittämisessä,	3kk (seuranta 6kk)	AIS-luokitus C tai D  > Yli vuosi	Molemmissa ryhmissä parannusta kävelynopeudessa ja -matkassa. Ryhmien välillä ei suuria eroja.	8/10

		tulosten vertailu keskenään.				
Schwartz ym. 2011	28/28	Lokomat-kävelyrobotin ja tavanomaisen fysioterapian vaikutusten vertailu neurologisiin ja toiminnallisiin tuloksiin liittyen	Keskimäärin 25 kuntoutuskertaa (vaihteluväli 6-110 kuntoutuskertaa)	AIS-luokitus A, B, C tai D  75 vrk (vaihteluväli 13-367 vrk)	Molemmissa ryhmissä tapahtui parannusta. Robottivälineistä kävelyharjoittelua voidaan pitää tärkeänä lisämuotona kuntoutuksessa toiminnallisten tulosten lisäämiseksi.	4/10