

Opinnäytetyö (AMK)

Toimintaterapeuttikoulutus

2020

Jonna Leivonen ja Nea Laiti

# ROBOTIIKAN HYÖDYT AIVOVERENKIERTOHAIRIÖN JÄLKEISESSÄ YLÄRAAJAKUNTOUTUKSESSA

– integroiva kirjallisuuskatsaus

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Toimintaterapeuttikoulutus

2020 | 36 sivua, 4 liitettä

Jonna Leivonen ja Nea Laiti

# ROBOTIIKAN HYÖDYT AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖN JÄLKEISESSÄ YLÄRAAJAKUNTOUTUKSESSA

- Integroiva kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa, sekä tarkastella löytyneitä hyötyjä aivojen plastisuuden sekä kuntoutuksen ammattilaisen ja asiakkaan näkökulmasta. Toteutustavaksi valikoitui integroiva kirjallisuuskatsaus, jonka mukaan aiheesta olemassaoleva tutkimustieto on tiivistetty synteetiksi. Aineisto muodostui 13 kansainvälisestä tutkimuksesta, joissa kuvattiin robotiikan hyötyjä erilaisista lähtökohdista ja näkökulmista.

Toimeksiantajamme Kaskenlinnan kuntoutuskeskus toivoo voivansa hyödyntää opinnäytetyössämme kartoitettuja hyötyjä perusteluna uusien teknologisten laitteiden kannattavuuteen aivoverenkiertohäiriön jälkeisen yläraajakuntoutuksen tukena.

Tuloksissa korostui robotiikan mahdollisuus maksimoida tiettyjä yläraajakuntoutuksen päätekijöitä. Robotiikka mahdollistaa kuntoutusprosessin tarkan sekä vertailukelpoisen datan automatisoidun dokumentoinnin, mikä mahdollistaa laadukkaampaa kuntoutusta mm. vapauttamalla ammattilaisen fokukselta esim. havainnointiin ja vuorovaikutukseen. Tulosten mukaan robotiikkaa hyödyntämällä voidaan ottaa huomioon yksilön tarpeita ja näin sitouttaa ja motivoida asiakasta kuntoutukseen. Plastisuuden näkökulmasta robottilaitteiden hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa voi parantaa neuroplastisuutta merkittävästi.

Robotiikan hyödyntämisestä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa löytyy paljon tietoa ja näyttöä. Teknologian mahdollistamat hyödyt ovat sidoksissa yksilöllisyyden lisäksi, oikeaan ajoitukseen sekä vauriotasoon ja laajuuteen.

ASIASANAT:

Aivoverenkiertohäiriö, Kuntoutusrobotiikka, robotiikka-avusteinen, plastisuus, yläraajakuntoutus

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Occupational Therapy

2020 | 36 pages, 4 appendices

Jonna Leivonen and Nea Laiti

# BENEFITS OF ROBOTICS IN UPPER LIMB REHABILITATION AFTER STROKE

-An Integrative Review

The objective of the thesis was to gather information about the benefits of robotics in upper limb rehabilitation after stroke, and to examine the found benefits from the perspective of brain plasticity and as a rehabilitation professional and client. This thesis was implemented as an integrative review. Integrative review is meant to conduct a synthesis based on current research. 13 studies and research articles were selected based on the determined selection criteria. These studies contained articles describing the benefits of robotics, from different perspectives, in upper limb rehabilitation after stroke.

This thesis was conducted in cooperation with Kaskenlinna neurorehabilitation center. They hope to be able to utilize the benefits mapped in our thesis as a justification for the profitability of new technological devices in support of upper limb rehabilitation after stroke.

The results highlighted the potential of robotics to maximize certain key factors in upper limb rehabilitation. Robotics enables automated documentation of the exact comparable data of the rehabilitation process. It achieves higher-quality rehabilitation also by releasing the professional's focus on observation and interaction. According to the results, the needs of the individual can be taken into account by utilizing robotics and thus engaging and motivating the customer to the rehabilitation process. From a brain plasticity perspective, the use of robotic devices in upper limb rehabilitation after stroke can significantly improve neuroplasticity.

There is a wealth of information and evidence on the use of robotics in upper limb rehabilitation after stroke. The benefits made possible by technology depend on individual factors, proper timing, and the level and extent of the brain damage.

## KEYWORDS:

Stroke, Rehabilitation robotics, robot-assisted, plasticity, upper limb rehabilitation

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>1 AIVOVERENKIERTOHÄIRIÖN JÄLKEINEN YLÄRAAJAKUNTOUTUS</b>	<b>10</b>
1.1 Aivoverenkiertohäiriöt	10
1.2 Aivoverenkiertohäiriön jälkeinen kuntoutus	11
1.3 Aivojen plastisuus kuntoutuksessa	12
1.4 Toimintaterapia yläraajakuntoutuksessa	13
1.5 Robottiikka kuntoutuksessa	14
<b>2 TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET</b>	<b>16</b>
<b>3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS</b>	<b>17</b>
3.1 Integroiva kirjallisuuskatsaus	17
3.2 Integroivan kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen	18
<b>4 TULOKSET</b>	<b>24</b>
4.1 Robottiikan hyödyt aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa	24
4.2 Robottiikan hyödyt plastisuuden näkökulmasta	26
4.3 Robottiikan hyödyt asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta	28
<b>5 POHDINTA</b>	<b>30</b>
5.1 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset	30
5.2 Jatkotutkimustarve	31
5.3 Eettisyyden ja luotettavuuden tarkastelu	32
<b>LÄHTEET</b>	<b>33</b>

## LIITTEET

Liite 1. JBI Kriittisen arvioinnin tarkastuslista asiantuntijoiden näkemykselle ja narratiiviselle tekstillä

Liite 2. JBI Kriittisen arvioinnin tarkastuslista laadulliselle tutkimukselle.

Liite 3. Laadun arvioinnin tarkastuslista Hawker ym. 2002

Liite 4. Aineiston esittely

## KUVIOT

Kuvio 1. Aineiston valintaprosessi.	21
Kuvio 2. Robotiikan hyödyt aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa pähkinäkuoressa.	26
Kuvio 3. Robotiikan hyödyt plastisuuden näkökulmasta pähkinäkuoressa.	27
Kuvio 4. Robotiikan hyödyt asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta pähkinäkuoressa.	29

## TAULUKOT

Taulukko 1. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit.	18
Taulukko 2. Kirjallisuushaun tulokset.	19
Taulukko 3. Aineiston analysointi.	23

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

AVH	Aivoverenkiertohäiriö
STM	Sosiaali- ja terveysministeriö
TIA	Aivoverenkierron tilapäinen häiriö
ICH	Aivoverenvuoto
SAV	Lukinkalvon alainen verenvuoto
Iskemia	Paikallinen verenpuute/verettömyys
Hemorragia	Paikallinen verenvuoto
Hienomotoriikka	Pienten lihasten hallintaa mm. käden toiminnot
Karkeamotoriikka	Suurten lihasten hallintaa ja liikkumiseen tarvittavaa koordinaatiota mm. juokseminen
Synapsi	Hermoliitos
Plastisuus	Aivojen muovautuvuus
Redundanssi	Toiste
JBI	Joanna Briggs Institute
Auditiivinen	Kuuloaistijärjestelmään perustuva
Sensomotorinen	Aisti- ja liiketoiminnot
Spastisuus	Keskushermoston vauriosta johtuva lihasjänteveyden lisääntyminen
Proprioseptiivinen alue	Alue, joka käsittelee asento- ja liikeaistimuksia
Sensorinen palaute	Aistitiedon palaute
EEG	Elektroenkefalografia, Aivosähkökäyrä
VR	Virtual Reality, Virtuaalitodellisuus

Indusoida

Kiihdyttää

Multikontekstuaalinen  
harjoittelu

Monipuolisia harjoitteita eri ympäristöissä

Kognitio

Kyky hankkia ja käyttää tietoa

## JOHDANTO

Väestörakenteen tuoman muutoksen myötä aivoverenkiertohäiriöt ja niiden jälkeiset oireet ovat merkittävästi lisääntyneet maailmalla. Aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu maailmanlaajuisesti vuosittain noin 24 000 henkilöä, joista neljännes on työikäisiä. Aivoverenkiertohäiriöt ovat toiseksi yleisin kuolinsyy, johon kuolee vuosittain 6 miljoonaa ihmistä. (Kaste ym. 2015.) Aivoverenkiertohäiriöt aiheuttavat yläraajan toimintakyvyn heikkenemistä, johon vaikuttavat useat osatekijät. Osatekijöitä ovat hidastunut hermoston toiminta, motoriikan heikentyminen, lihasvoiman heikentyminen, koordinaatio, yläraajan osien ajoittamisen häiriöt sekä tuntepuutokset. Nämä osatekijät voivat merkittävästi heikentää ihmisen toimintakykyä sekä vaikuttaa osallistumiseen ja suoriutumiseen päivittäisistä toiminnoista. (Carr & Shepherd 2010, 133.)

Kuntoutusteknologia on lupaava kuntoutusmenetelmä, erityisesti fyysisen toimintakyvyn ja itsenäisen selviytymisen edistämiseksi. Sitä voidaan käyttää perusteluna kuntoutuksen toteuttamiseen AVH:n sairastaneilla. Motivaatio ja sitoutuminen pitkäkestoiseen harjoitteluun ovat onnistuneen kuntoutusprosessin keskeisiä elementtejä, joiden vahvistamiseksi jatkuvasti kehittyvä kuntoutusteknologia on luonut uusia mahdollisuuksia. (Hiekala, Pitkänen & Huhtakangas, 2020.) Investoinnit hyvinvointia ylläpitäviin ja kuntouttaviin robotteihin säästävät sosiaali- ja terveydenhuollon kustannuksia ja pitävät ihmiset toiminta- ja työkykyisinä pidempään (STM 2008).

Opinnäytetyö toteutetaan Kaskenlinnan kuntoutuskeskukselle robotiikan tarjoamista hyödyistä yläraajakuntoutuksessa. Opinnäytetyön tilaaja, Kaskenlinnan kuntoutuskeskus, toteuttaa yli 65-vuotiaille tavoitteellista kuntoutusta äkillisen sairauden jälkeen tai yllättäen heikentyneen toimintakyvyn takia.

Opinnäytetyön aihe perustuu toimeksiantajan tarpeeseen saada lisää tietoa robotiikasta ja sen hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa. Aiheen valinta perustuu myös tutkijoiden omaan mielenkiintoon aihetta kohtaan. Valitsimme aiheen, koska se on ajankohtainen ja halusimme syventyä aiheeseen. Ajattelemmekin, että teknologia voi mahdollistaa entistä tehokkaampaa kuntoutusta, tulosten ja kustannusten osalta, kun sitä pystytään käyttämään kuntoutuksen ammattilaisten työn tukena.

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota tietoa robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa kirjallisuuskatsauksen avulla. Tavoitteenamme on, että



kirjallisuuskatsauksesta saatua tietoa voidaan hyödyntää kuntoutuksen parissa perusteluna sille, miksi teknologian hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraaja-kuntoutuksessa olisi kannattavaa. Lisäksi tavoitteena on ymmärtää saadun tiedon avulla robotiikan hyötyjä kuntoutuksessa eri näkökulmista; asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta.

Opinnäytetyön raportissa avataan alkuun keskeisiä käsitteitä. Tämän jälkeen käydään läpi tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset, joiden pohjalta kirjallisuuskatsaus on toteutettu. Tämän jälkeen esittelemme valitun tutkimusmetodin, sen toteutuksen ja keskeiset tulokset. Lopuksi vielä avaamme tuloksia tutkimuskysymysten pohjalta. Pohdinnassa kerrotaan tuloksiin perustuvia johtopäätöksiä sekä käydään läpi opinnäytetyön eettisyyttä ja jatkotutkimustarpeita.

# 1 AIVOVERENKIERTOHAIRIÖN JÄLKEINEN YLÄRAAJAKUNTOUTUS

## 1.1 Aivoverenkiertohäiriöt

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on yleisnimitys aivoverisuonten tai aivoverenkierron sairauksille. AVH pitää sisällään mm. aivoverenkierron tilapäisen häiriön (TIA) tai pysyvän vaurion aiheuttavan aivoinfarktin, aivoverenvuodon (ICH) tai lukinkalvon alaisen verenvuodon (SAV). Se voi johtua kahdesta eri syystä; paikallisen kudoksen verettömyydestä eli iskemiasta tai aivovaltimon verenvuodosta eli hemorragiasta. (Aivoinfarkti ja TIA: Käypähoito -suositus, 2020.)

Aivoverenkiertohäiriöt on maailmanlaajuinen kansanterveyden haaste lähitulevaisuudessa. Sillä on merkittäviä sosiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia terveydenhuoltojärjestelmiin. Aivoverenkiertohäiriöt ovat kolmanneksi kallein kansantautimme ja niiden hoitoon kuluu perusterveydenhuollossa noin 1,5 miljoonaa hoitopäivää ja erikoissairaanhoidossa vuosittain noin 400 000 sairaalahoitopäivää. Noin 70 % aivoverenkiertohäiriön sairastaneista potilaista pystyy palaamaan kotiin sairastumisensa jälkeen ja noin viidennes palaa työelämään. Väestön ikääntyminen voi vuoteen 2030 mennessä jopa kaksinkertaistaa sairaanhoitopäivien ja aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden määrää, jollei aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa saavuteta huomattavaa edistystä. (Kaste ym. 2015.) Aivoverenkiertohäiriöt ovat suurin syy myös motorisiin vammoihin, mikä vaikuttaa suoraan koettuun terveydentilaan liittyvään elämänlaatuun (Atashzar ym. 2019, 1-2.)

Lukujen valossa noin 40 % aivoverenkiertohäiriön saaneista potilaista menehtyy vuoden sisällä sairastumisesta. Noin 10% toipuu hyvin nopeasti oireettomaksi ja palaa työelämään. Toiset 10 % jäävät niin huonokuntoisiksi, ettei kuntoutusta ole kannattavaa aloittaa. Loput 40 % tarvitsevat lääkinnällistä kuntoutusta, toipuakseen aivoverenkiertohäiriön aiheuttamista vaurioista. Lisäksi on arvioitu, että noin 30 000 aiemmin sairastunutta potilasta tarvitsevat ainakin ajoittain toimintakykyä ylläpitävää kuntoutusta. (Kaste ym. 2015.)

## 1.2 Aivoverekiertohäiriön jälkeinen kuntoutus

Aivoverenkiertohäiriö potilaille tehdään jo sairaalassa arvio kuntoutuksen tarpeesta, kun potilaan tila on vakiintunut. Potilaan kuntoutussuunnitelmaan kirjataan arvioitu kuntoutustarve ja kuntoutuksen yksilölliset tavoitteet. Kuntoutussuunnitelman mukaan kuntoutusta jatketaan sairaalahoidon jälkeen ja jatkokuntoutuksen tarve arvioidaan säännöllisesti. Tärkeä osa kuntoutusta on myös potilaan omaisten huomioiminen. Asentohoito pyritään aloittamaan heti, ja kiinnittämään huomio erityisesti jo vaurioituneiden nivelten asento- ja liikehoitoon. Muu aktiivinen kuntoutus aloitetaan siinä vaiheessa, kun potilaan tila sen sallii. Potilaskohtaisesti pyritään arvioimaan toiminta-, fysio- ja puheterapian tarve, ja ne aloitetaan osana moniammatillista kuntoutusta. (Tarnanen, 2020.) Laadukas arviointi edellyttää moniammatillisen asiantuntijaryhmän yksilöllistä arviota. Moniammatilliseen kuntoutustyöryhmään kuuluvat lääkäri, sairaanhoitaja, toiminaterapeutti, puheterapeutti, neuropsykologi, fysioterapeutti, sosiaalityöntekijä, AVH-yhdyshenkilö ja kuntoutusohjaaja. (Aivoinfarkti ja TIA: Käypähoito -suositus, 2020.)

Fysioterapialla pyritään edistämään toipumista, ehkäisemään virheellisiä asento- ja liiketottumuksia sekä normalisoimaan lihasjänteveyttä. Fysioterapiassa tehdyt harjoittelut pyritään siirtämään toimintaterapiassa jokapäiväisiin toimintoihin. (Kaste ym. 2015.) Toimintaterapia pyrkii edistämään ja tukemaan mahdollisuuksia osallistumaan ja suoriutumaan arjen tehtävissä ja töissä itsenäisesti. Lisäksi toimintaterapeutti kartoittaa apuväline tarvetta. Apuvälineiden avulla voidaan helpottaa päivittäistä arjessa selviytymistä. Puheterapialla avulla voidaan puolestaan kuntouttaa kommunikaatiotaitoja ja nielemistoimintoja. Sopeutumisvalmennusten avulla voidaan antaa osallistujille vertaistukea, tietoja ja taitoja sekä keinoja selviytyä itsenäisesti arjessa. (Tarnanen, 2020.)

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa oikea-aikainen hoito vähentää vammaisuuden astetta ja parantaa toimintakykyä (Aivoinfarkti ja TIA: Käypähoito -suositus, 2020). Vaurioalueella hermosolut luovat uusia hermosoluliitoksia tai pyrkivät muokkaamaan olemassa olevia hermosoluja, ja näin korvaamaan vaurioitunutta aluetta (Poutiainen & Nurkari 2015, 424-428). Hermosolujen muokkaaminen ja uusien hermosoluliitoksien luominen edellyttävät intensiivistä, toistettavaa ja tehtäväkeskeistä harjoittelua. Kuntoutuksessa voidaan ohjata aivosolujen muokkautumista oikeaan suuntaan harjoittelun kautta. (Simonetti ym. 2017b.)

Tiedetään että oireiden nopea lievittyminen heti aivoverenkiertohäiriön jälkeen liittyy aivojen plastisiteettiin. Ensimmäisten viikkojen ja kuukausien aikana kuntoutuminen on nopeinta ja kolme neljäs osaa aivoverenkiertohäiriön potilaista kuntoutuu omatoimiseksi. Tapauksissa, joissa halvaantunut yläraaja toipuu hyvin, toipuminen alkaa noin viikon kuluessa. Jos kolmen kuukauden aikana ei kuntoutuksen avulla olla saavutettu minkäänlaisia tuloksia, ei sen jatkamisesta nähdä enää olevan hyötyä. Mikäli selvää edistystä havaitaan, kuntoutusta voidaan harkinnan mukaan jatkaa jopa vuoden verran. Jos potilas ei pysty käyttämään halvaantunutta kättään hyödyllisesti 3 kuukauden kuluttua, käsi jää suurella todennäköisyydellä vain apukädeksi. Kuntoutumisen ennusteeseen vaikuttavat aivoinfarktin tai aivoverenvuodon vaikeusaste, potilaan ikä, halvaantuneen käden jäljelle jääneet toiminnot sekä potilaan oma motivaatio kuntoutukseen. (Kaste ym. 2015.)

### 1.3 Aivojen plastisuus kuntoutuksessa

Yksi aivojen keskeisimmistä ominaisuuksista on plastisuus, eli kyky muuttaa hermosolujen välisten synapsien määrää ja vahvuutta. Plastisuusmekanismit luovat pohjan mm. oppimisen ja muistin solutason mekanismeille. Kuntoutuksen perustana voidaan pitää aivojen plastisiteettia. Aivoissa tapahtuvan vaurion jälkeen hermosolut alkavat muodostaa uusia hermosoluyhteyksiä tai alkavat muovaamaan olemassa olevia hermoverkkoja vammaa kompensoidakseen. Aivojen hermosolujen välinen tiedonsiirto perustuu niiden välisiin synaptisiin yhteyksiin. Yksittäinen hermosolu voi olla synapsiyhteydessä useisiin satoihin tai tuhansiin muihin hermosoluihin. Yksi aivojen keskeisimmistä ominaisuuksista on plastisuus, eli kyky muuttaa hermosolujen välisten synapsien määrää ja vahvuutta. (Huupponen 2013.)

Aivovaurioista puhuttaessa plastisuudella tarkoitetaan neurofysiologista sopeutumista vaurioon. Sopeutumiseen vaikuttavat kuntoutujan henkilökohtaiset ominaisuudet kuten ikä, redundanssi, hormonaaliset tekijät, aivojen kehittymisen aste, aiempi kokemus ja taidot sekä vaurion jälkeiset uudet kokemukset. Aivovaurio katkaisee aiemmin kognitiivisesta toiminnasta ja organisoitumisesta vastanneen hermoverkoston toiminnan. Aivoverenkiertohäiriössä esiintyy usein toiminnaltaan tilapäistä pois kytkeytymistä toiminnaltaan toisiinsa kykeytyvien aivoalueiden välillä. Vauriokohta usein lamaannuttaa näiden sinänsä vaurioitumattomien alueiden hermosolujen toimintaa. Lisäksi vauriokohta aiheuttaa hermoverkkojen ja täten myös kognitiivisen toimintakyvyn tilapäisen häiriön. (Poutiainen & Nukari 2015, 424-428.)

Aivojen kuntoutuminen perustuu plastisuuteen, joka aivojen tasolla tarkoittaa vaurioituneen alueen synapsitasoista aktivoimista. Tällä tarkoitetaan aivoalueen vastuulla olevan toiminnan tason palauttamista tai uusien synapsiliitosten ja hermoverkkojen muodostamista korvaavilla aivoalueilla eli kompensoimista, jolloin toiminnan tasolla henkilö suoriutuu kuntoutettavasta toiminnasta kompensoivin keinoin. (Poutiainen & Nukari 2015, 424-428.) Kuntoutumisen kannalta onkin tärkeää, miten hyvin muut alueet pystyvät ottamaan vaurioituneen aivoalueen toiminnon hoidettavakseen. Jos muut läheiset aivoalueet tai toimintoon osallistuvat hermoverkostot pystyvät hoitamaan alkuperäisen vaurioituneen alueen toiminnon voidaan toiminnalla sanoa olevan redundanssia eli toistetta. Muistitoiminnasta vastaavan alue, hippokampus on hyvin erikoistunut eikä muistijäljen vahvistumiseen liittyviä prosesseja ole helppo siirtää muiden aivoalueiden tehtäväksi, jonka vuoksi pitkäkestoisen muistin redundanssi on rajallinen. Sen sijaan motorisella ja somatosensorisella toiminnolla on runsaammin redundanssia, mikä tarkoittaa sitä, että vaurioituneen alueen lähialueet pystyvät huolehtimaan toiminnosta jossain määrin. (Poutiainen & Nukari 2015, 424-428.)

#### 1.4 Toimintaterapia yläraajakuntoutuksessa

Yläraajan toimintakyky on välttämätöntä päivittäisissä toiminnoissa. Yläraajalla tarkoitamme hartiasta alaspäin olkavartta, kyynärvartta ja kämmentä. Tarkasteltaessa tyypillisiä päivittäisiä toimintoja kuten pukeutumista, hampaiden harjausta ja syömistä on selvää, että yläraajan toiminta on pohja hienomotorisille taidoille. Emme aina tietoisesti ajattele, että yläraajan toiminnalla on myös tärkeä rooli karkeamotorisissa taidoissa kuten ryökimisessä, kävelemisessä, asennonhallinnassa ja tasapainon säilyttämisessä sekä tapaturmien ehkäisyssä. (Shumway-Cook & Woollacott 2001, 448.) Aivojen motorisella kuorella on oma edustusalueensa kädelle, joka on melko laaja verrattuna muun kehonosien edustusalueisiin (Poutiainen & Nukari 2015, 38). Tämä kertoo siitä, ettei yläraajan kuntoutus ole yksinkertainen prosessi, sillä laaja alue hermoverkkoa ohjaa käden toimintaa ja sitä kautta myös kuntoutusprosessia. Voidaan todeta, että edellytys itsenäiseen selviytymiseen arjessa on toimiva yläraajan käyttö, joka mahdollistaa mm. itsestä huolehtimisen taidot ja näin ollen sen kuntouttaminen ennaltaehkäisee laitoshoidon.

Toimintaterapialla tarkoitetaan kuntoutusta, jossa peruseriaatteena pyritään edistämään asiakkaan terveyttä ja hyvinvointia toiminnan avulla. Toimintaterapian tarkoituksena on edistää ja tukea mahdollisuuksia toimia itsenäisesti omassa arjen ympäristössä.

Aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa toimintaterapian menetelmiä ovat mm. tehtäväkeskeinen toistoharjoittelu, käden tehostetun käytön kuntoutus, mielikuvaharjoittelu, virtuaalitodellisuudessa harjoittelu, peiliterapia, toiminnan havainnointi ja voimaharjoittelu. (Aivoinfarkti ja TIA: Käypähoito -suositus, 2020.) Toimintaterapeutin kanssa voi luovasti keksiä erilaisia ratkaisuja itsenäiseen toimimiseen arkiympäristössä. Toimintaterapeutin tulee ottaa kuntoutuksessa huomioon, että asiakas tuo prosessiin yksilölliset lähtökohdat. Toiminnan vaatimukset tulee kohdata asiakkaan tarpeet ja ympäristön tulee tukea ja palvella kuntoutusta, välineistä lähtien. (Shumway-Cook & Wool-Iacott 2001, 448.)

### 1.5 Robottiikka kuntoutuksessa

Kuntoutusteknologian käytöstä kuntoutuksessa löytyy tutkittua näyttöä muun muassa neurologisessa kuntoutuksessa. Teknologiaa tulisi hyödyntää entistä enemmän itsenäiseen harjoitteluun sekä yhdistämään sitä osaksi muita terapiamenetelmiä. (Kolomainen 2019)

Viime vuosikymmenen aikana kuntoutusrobotiikka on noussut yhdeksi aktiivimmista tutkimusaloista ja terapeuttisten kuntoutusrobottien määrä kuntoutuksessa on kasvanut dramaattisesti. Tällä alalla työskennellään aktiivisesti uusien robottilaitteiden kehittämiseksi sekä jo olemassa olevien robottien sovellettavuuden edistämiseksi. Robottiikka mahdollistaa laadukkaita, toistettavia liikeratoja ja intensiivistä kuntoutusta, minkä nähdään hyödyllisenä potilaille, joilla on esimerkiksi aivoverenkiertohäiriön aiheuttamia motorisia häiriöitä. Kuntoutusrobotit on kehitetty avustamaan terapeuttia kuntoutuksessa. Ne mahdollistavat uudenlaisia asiakaslähtöisiä harjoitteita, minkä avulla voidaan laajentaa terapian hyötyjä. Robottiikkaa ei siis korvaa perinteistä kuntoutusta vaan tarjoaa mahdollisuuden toteuttaa perinteistä kuntoutusta teknologiaa hyödyntäen. (Chang & Kim, 2013 174-181.)

Robottilaitteet tarjoavat harjoituksia, jotka sisältävät motorisen oppimisen keskeisiä elementtejä. Robottiikan hyödyntäminen kuntoutuksessa mahdollistaa toistuvia, toistettavia, interaktiivisia kuntoutusmuotoja potilaan halvaantuneelle raajalle. Robottilaitteet mahdollistavat helpon ja objektiivisen arviointivälineen motorisesta suorituskyvystä. Robotin avulla saatua tietoa voidaan käyttää analysoimaan motorista toipumista. Robottiikan hyödyntämistä yläraajakuntoutuksessa voidaan käyttää vaihtoehtoisena mentelmänä tavanomaiselle kuntoutukselle, minkä katsotaan johtavan ainakin yhtä tehokkaaseen ja

laadukkaaseen kuntoutukseen. Kuntoutusteknologia luo ratkaisuja kuntoutuksen eri vaiheisiin kuntoutusrobotiikan ja avustavan tekniikan avulla. Robotiikan hyödyntäminen kuntoutuksessa nähdään usein myös kustannustehokkaana ratkaisuna, joka säästää niin potilaan kuin ammattilaisten resursseja kuntoutuksessa. (Poli ym. 2013.) Teknologia mahdollistaa myös oikein hyödynnettynä terapeutin huomion kiinnittymisen vuorovaikutukseen ja havaintojen tekemiseen, mikä auttaa syvemmän terapiasuhteen luomisessa. Kustannuksia kasvattamatta saataisiin siis laadukkaampaa kuntoutusta hyödyntämällä robotiikkaa kuntoutuksessa. (Toivomäki & Järviö 2018.)

Robotiikan tarjoama pelillisuus lisää harjoittelun mielekkyyttä. Pelilliset harjoitukset antavat välittömän palautteen suorituksesta, koukuttavat sopivasti ja motivoivat jatkamaan harjoitteita ja sitä kautta oppimista tapahtuu näin lähes huomaamatta. (Toivomäki & Järviö 2018.)

## 2 TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa. Tutkimuksen tavoitteena oli, että tietoa voidaan hyödyntää kuntoutuksen parissa perusteluna sille, miksi teknologian hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa olisi kannattavaa. Tavoitteena oli myös ymmärtää saadun tiedon avulla robotiikan hyötyjä kuntoutuksessa eri näkökulmista; asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta.

Tarkastelimme opinnäytetyötämme seuraavien tutkimuskysymysten pohjalta:

1. Mitä hyötyjä robotiikka tuo aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen yläraajakuntoutukseen?
2. Miten robotiikan tuoma hyöty näyttäytyy plastisuuden näkökulmasta?
3. Miten robotiikan hyödyt näyttäytyvät asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta?



### 3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Toteutimme työn kirjallisuuskatsauksena toimeksiantajan toiveesta. Aineistonkeruun menetelmänä käytimme integroivaa kirjallisuuskatsausta. Valitsimme tämän kirjallisuuskatsaustyyppin, koska integroidun kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata tutkittavaa ilmiötä monipuolisesti. Integroitu kirjallisuuskatsaus mahdollistaa tutkittavan ilmiön laajalajaisen kuvaamisen. Siinä voidaan yhdistää eri tavoin tuotettua tietoa. Sen avulla on mahdollista yhdistää kvantitatiivista ja kvalitatiivista tutkimustietoa. (Stolt 2016, 108.)

Toteutimme integroidun kirjallisuuskatsauksen, jonka avulla etsimme näyttöä ja teorian tietoa kuntoutusteknologiasta, aivojen plastisiteetista ja yläraajakuntoutuksesta. Keskitimme näytön haussa robotiikan näkökulmaan ja sen tuomiin hyötyihin. Integroitu kirjallisuuskatsaus perustuu laadulliseen tutkimusmetodologiaan (Janhonen & Nikkonen 2001, 7).

#### 3.1 Integroiva kirjallisuuskatsaus

Integroiva kirjallisuuskatsaus jaetaan Evansin (2008) mukaan viiteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa määritellään tutkimusongelma ja tutkimuskysymys, johon halutaan saada tietoa kirjallisuuskatsauksen avulla. Hyvä tutkimuskysymys on aiheeseen nähden relevantti ja riittävän fokusoitunut, muttei liian suppea, johon on mahdollista vastata kirjallisuuden perusteella. (Stolt ym. 2006, 24.) Mitä selkeämpi tutkimustehtävä on, sitä enemmän se ohjaa kirjallisuushaun tekemistä ja aineiston analyysia sekä tukee järjestelmällistä työskentelyä (Evans 2008, 142).

Toisessa vaiheessa tehdään hakusuunnitelma, jossa määritellään käytettävät tietokannat, valitaan keskeiset hakusanat, niiden yhdistelmät ja määritellään poissulku- ja sisäänottokriteerit (Evans 2008, 141). Tarkasti perustellut mukaanotto- ja poissulkukriteerit toimivat hyvinä ohjeistuksina hakuprosessiin. Kun hakuprosessi tuottaa paljon potentiaallisia viitteitä, mukaanotto- ja poissulkukriteerien relevanttius on keskeistä. (Stolt ym. 2006, 61.)

Kolmannessa vaiheessa aineiston keruu suunnitellaan ja kootaan yhteen kahden tutkijan toimesta, jonka jälkeen koko aineisto käydään läpi etukäteen määriteltyjen sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella (Evans 2008, 142). Aineiston keruuta varten valitaan

asiasanat ja niiden yhdistelmät sekä tietokannat, joista haku toteutetaan. Aineiston keruuvaiheessa pidetään kirjaa tiedonhaun tuloksista. Kun potentiaalinen aineisto on löytynyt arvioidaan julkaisujen soveltuvuus kirjallisuuskatsauksen tutkimustehtävään ja etukäteen määriteltyihin mukaanotto- poissulkukriteereihin perustuen. (Stolt ym. 2006, 111.)

Neljäntenä vaiheena on tutkimusaineiston laadun arviointi eli suunnitellaan analyysiin valittavien tutkimusten arvioimisessa käytettävät kriteerit (Evans 2008, 143). Kirjallisuuskatsaukseen valitut lähteet kuvataan ja lähdeaineiston laatu arvioidaan (Stolt ym. 2006, 112).

Viimeisenä vaiheena on aineiston analysointi eli suunnitellaan aineiston analysoinnissa käytettävät menetelmät (Evans 2008, 144). Whittemore (2008) jakaa aineiston analysoinnin edelleen viiteen osaan; tiedon kokoaminen, luokittelu ja pelkistäminen, tiedon esittäminen, tiedon vertailu, johtopäätösten tekeminen, johtopäätösten varmistaminen (Whittemore 2008, 153).

### 3.2 Integroivan kirjallisuuskatsauksen toteuttaminen

Integroivan kirjallisuuskatsauksen ensimmäisessä vaiheessa olimme määritelleet tutkimusongelman ja tutkimuskysymykset, joihin halusimme saada tietoa kirjallisuuskatsauksen avulla. Tutkimuskysymyksemme ovat määritelty kappaleessa neljä.

Seuraavassa vaiheessa teimme hakusuunnitelman, jossa olemme määritelleet käytettävät tietokannat, valinneet keskeiset hakusanat, niiden yhdistelmät ja määritelleet poisulku- ja sisäänottokriteerit. Tässä vaiheessa laaditut mukaanotto - ja poissulkukriteerit ovat esitetty taulukossa 1. Suoritimme näytöuhaun Turun ammattikorkeakoulun kirjaston Finnan tarjoamista tietokannoista. Valitsimme tietokannat suunnitelmavaiheessa tehdyn tiedonhaun pohjalta. Rajasimme näytöuhaun sosiaali- ja terveyspalveluiden tietokantoihin; Cinahl, Medic, Cochrane library ja Elsevier, PubMed, JBI ja OTDBASE.

Taulukko 1. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit.

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteerit
Kielenä suomi tai englanti	Jokin muu kieli kuin suomi
Artikkeli on julkaistu 2015-	Artikkelin julkaisusta on yli 5 vuotta

Artikkeli on saatavissa koko tekstiversiona	Artikkeliä ei ole saatavissa koko tekstiversiona
Artikkeli vastaa tutkimuskysymyksiin	Artikkeli ei vastaa tutkimuskysymyksiin
Kohderyhmänä aivoverenkiertohäiriöön sairastuneet	Kohderyhmänä on jokin muu kuin Aivoverenkiertohäiriöön sairastunut
Artikkeli käsittelee yläraajakuntoutusta	Artikkeli käsittelee jotain muuta kuin yläraajakuntoutusta

Varsinainen kirjallisuushaku toteutettiin useampana päivänä aikavälillä 23.3- 8.4.20. Tiedonhaussa käytimme seuraavien hakusanojen yhdistelmiä upper limb, plasticity, rehabilitation, neurology, occupational therapy ja robotic. Boolean operaattoreista hyödynsimme ”AND” ja ”OR”, joilla eri hakutermit on yhdistetty toisiinsa.

Seuraavassa vaiheessa aineiston keruu suunniteltiin ja koottiin yhteen tässä tapauksessa kahden tutkijan toimesta. Tämän jälkeen kävimme koko aineiston läpi etukäteen määriteltyjen kriteerien perusteella ( Taulukko 1). Taulukossa 2 esittelemme kirjallisuushaun tulokset.

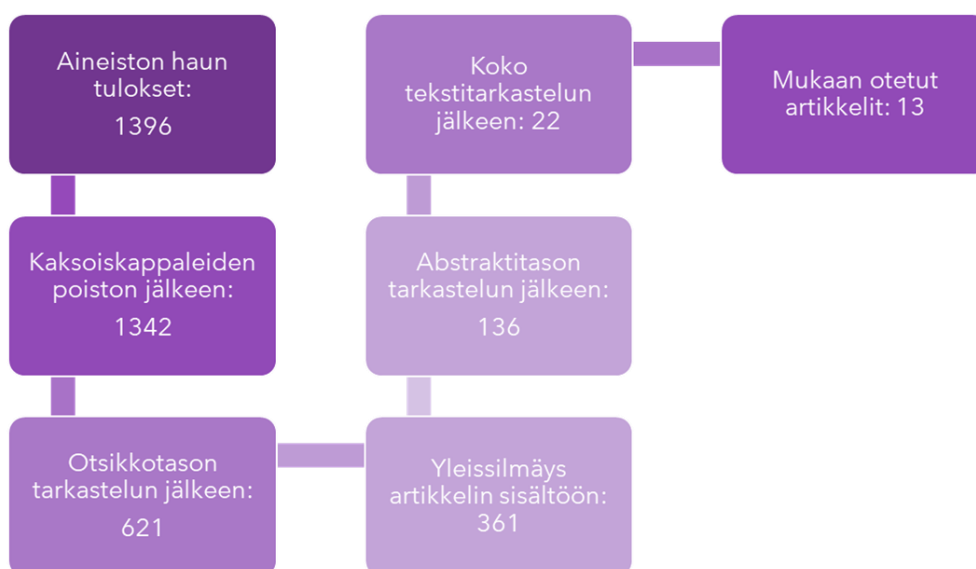
Taulukko 2. Kirjallisuushaun tulokset.

Tietokanta	Hakusanat	Rajaukset	Viitteet
<b>Cinahl</b> 07.04.2020	Upper limb AND rehabilitation AND robotics AND neurology	Julkaistu 1.1.2016-2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abstracti, Fulltext	1
07.04.2020	Upper limb AND rehabilitation AND robotics AND benefits OR advanges	Julkaistu 1.1.2016-2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abstracti, Fulltext	11
<b>Elsevier</b> 07.04.2020	Upper limb AND rehabilitation AND robotics AND neurology	Julkaistu 1.1.2016-2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abstracti	624
14.04.2020	Upper limb AND rehabilitation AND robotics AND benefits AND stroke	Julkaistu 1.1.2016-2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abstracti	438

08.04.2020	Upper limb AND re- habilitation AND ro- botics AND plasticity	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti	243
<b>Medic</b> 23.03.2020	Robotics AND reha- bilitation	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	2
23.03.2020	Robotics AND plasti- city	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	0
23.03.2020	Robotics AND neuro- logy	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	0
<b>Pubmed</b> 21.04.2020	Upper limb AND re- habilitation AND ro- botics AND neuro- logy	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	44
21.04.2020	Upper limb AND re- habilitation AND ro- botics AND benefits	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	23
<b>JBI</b> 23.03.2020	Rehabilitation AND robotics	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Advanced Search	7
<b>OTDBASE</b> 21.04.2020	Robotics	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Advanced Search	0
21.04.2020	Robotics and rehabi- litation	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Advanced Search	3

<b>Cochrane library</b>	Upper limb AND re- habilitation AND ro- botics AND benefits	Julkaistu 1.1.2016- 2020 Kieli englanti Rajaus: Otsikko, abst- rakti, Fulltext	Ei näyttänyt tuloksia
21.04.2020			

Kirjallisuushaku tuotti yhteensä 1396 artikkelia. Löydettyistä artikkeleista poistettiin duplikaatit mekaanisesti hyödyntäen RefWorks-ohjelman avulla aakkostettua lähdeluetteloa. Jäljelle jääneet 1342 artikkelia tarkasteltiin kahden tutkijan toimesta otsikkotasolla mukaanotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti. Tästä jäljelle jääneet 621 artikkelia tarkasteltiin kahden tutkijan toimesta artikkelin sisältöä vastaako se mukaanotto- ja poissulkukriteereitä sekä tutkimuskysymyksiin. Tämän vaiheen perusteella valittiin 361 artikkelia. 361 artikkelia tarkasteltiin abstraktitasolla, joista valikoitui 136 artikkelia. Arvioimme valikoidut artikkelit numeraalisesti, joista valikoimme 22 artikkelia koko tekstitason tarkasteluun. Artikkelit valikoituivat siten, että valtsimme artikkelit, jotka antoivat sisällöltään kattavimman kuvauksen tutkimuskysymyksiimme. 22 artikkelista valitsimme vielä parhaiten tutkimuskysymyksiin vastaavat artikkelit, jonka jälkeen lopulliseksi aineistoksi valikoitui 13 artikkelia. Kuviossa 1 on esitelty aineiston valintaprosessi.



Kuvio 1. Aineiston valintaprosessi.

Neljäntenä vaiheena tutkimusten laatu arvioitiin kahden tutkijan toimesta. Tutkimukset luettiin ja pisteytettiin yhdessä kahden tutkijan toimesta. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen laadunarvioinnissa on hyödynnetty kriittisen arvioinnin tarkastuslistaa narratiiviselle tekstille. (Liite 1) Laadullisen kirjallisuuskatsausten laadun arvioinnissa on hyödynnetty Joanna Briggs Instituutin arviointikriteerit laadulliselle tutkimukselle-tarkastuslistaa. (Liite 2) Määrälliset ja laadullisten tutkimusten laatu arvioitiin hyödyntäen Hawkerin ym. (2002) laadunarvioinnin tarkistuslistaa. (Liite 3) Laadun arvioinnin tulokset näkyvät aineiston esittely taulukossa liitteessä 4.

Viimeisessä vaiheessa aineisto analysoitiin eli suunnittelimme aineiston analysoinnissa käytettävät menetelmät (Stolt ym. 2006, 110). Aloitimme aineiston analyysivaiheen työstämisen lukemalla artikkeleita yhdessä molempien tutkijoiden toimesta. Molemmat tutkijat lukivat artikkelit useaan otteeseen huolellisesti läpi samalla tehden muistiinpanoja. Molemmat tutkijat poimivat tutkimuskysymyksiin vastaavaa tietoa artikkelista lausetasolla. Tämän jälkeen keskustelimme mahdollisista näkemyseroista, jonka jälkeen koottiin yhteisymmärryksessä lista tutkimuskysymyksiin vastaavasta tiedosta. Tämän jälkeen lista käännettiin englannin kielestä suomenkieleen, edelleen lausetasolla. Kootut hyödyt yksinkertaistettiin lausetasolta käsitetasolle. (Taulukko 3.) Yksinkertaistetut käsitteet jaettiin vielä tutkimuskysymyksiä vastaaviin teemoihin. Käsitteiksi koottuja hyötyjä työstimme mindmap- menetelmän avulla, minkä tavoitteena oli jäsentää sekä havainnollistaa toistuvien hyötyjen esiintymistä useissa tutkimusartikkeleissa. Teimme päätöksen työstää tulokset aineistolähtöisesti tutkimuskysymys kerrallaan. Tulokset kirjattiin hyödyntäen tekemäämme mindmapia ja koottua listaa hyödyistä.

Taulukko 3. Aineiston analysointi.

Artikkelin nimi	Alkuperäinen ilmaisu	Suomennos	Pelkistys hyödyistä
Reprint of “Multi-modal adaptive interfaces for 3D robot-mediated upper limb neuro-rehabilitation: An overview of bio-cooperative systems”	“It has been extensively demonstrated that robotic devices for upper limb treatment may enhance motor recovery and neuro-plasticity due to their ability to supply highly-intensive, repeatable, accurate and patient-tailored movement therapy, while guaranteeing patient safety and unloading therapist workload with respect to traditional methods”	”On laajasti osoitettu, että robottilaitteet yläraajojen hoitoon voivat parantaa motorista palautumista ja neuroplastisuutta, johtuen niiden kyvystä tarjota erittäin intensiivistä, toistettavaa, tarkkaa ja potilaan räätälöityä liikehoitoa, samalla taakamalla potilasturvallisuuden ja vähentämällä terapeutin kuormitusta suhteessa perinteisiin menetelmiin.”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• edistää motorista palautumista</li> <li>• voi edistää neuroplastisuutta</li> <li>• tarjoaa intensiivistä, toistettavaa, tarkkaa, yksilöllistä liikehoitoa</li> <li>• potilasturvallisuus</li> <li>• vähentää terapeutin kuormitusta</li> </ul>

## 4 TULOKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa. Opinnäytetyön tulokset kuvataan tässä kappaleessa tutkimuskysymysten mukaan jaoteltuina. Ensimmäisessä kappaleessa käsitellään robotiikan hyötyjä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa, toisessa kappaleessa käsitellään, miten teknologian tuoma hyöty näyttäytyy plastisuuden näkökulmasta ja viimeisessä kappaleessa tarkastellaan hyötyjä asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta.

### 4.1 Robotiikan hyödyt aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa

Aineistosta löytyi paljon näyttöä robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa. Useat hyödyt toistuivat eri artikkeleissa. Robotiikka mahdollistaa tuloksia, joihin ei perinteisissä kuntoutusmuodoissa päästä. Robottivusteinen kuntoutus mahdollistaa intensiivistä ja tehtäväkeskeistä harjoittelua sekä maksimoi suuret toistomäärät, mikä tukee motorista uudelleen oppimista (Naro ym. 2017; Simonetti ym. 2017a; Mazzoleni ym. 2017; Dauboraviciene ym. 2018; Simonetti ym. 2017b; Calabrò ym. 2019; Huang ym. 2020).

Robotiikka mahdollistaa hallittuja liikesarjoja sekä toimintamalleja, mikä mahdollistaa oikeita muistijälkiä ja estää virheasentojen syntymistä (Simonetti ym. 2017a; , Huang ym. 2020; Calabró ym. 2019; Huang ym. 2018; Naro ym. 2017; Orihuela-Espina ym. 2016). Hallitut liikesarjat perustuvat mm. välittömään, ajantasaiseen, tarkkaan ja vertailukelpoiseen palautteeseen, jota voidaan käyttää hyväksi myös tiedon tilastoinnissa sekä kuntoutuksen tulosten arvioinnissa (Simonetti ym. 2017a; Mazzoleni ym. 2017; Gurari & Drogos & Dewald 2017; Huang ym. 2020). Näin ollen terapeutin fokus vapautuu vuorovaiikutukseen mahdollistaen laadukkaampaa terapiaa (Simonetti ym. 2017a; Huang ym. 2020). Gurari & Drogos & Dewald (2017) korostavat, että robotiikkaa hyödyntämällä tuloksissa ei synny mittaaja-sidonnaisia eroja, joita taas perinteisessä kuntoutuksessa voi esiintyä.



Robotiikka mahdollistaa vuorovaikutteista sekä auditiivista, visuaalista ja sensomotorista palautetta. Palautteen saaminen robottiavusteisen kuntoutuksen aikana parantaa entisestään sitoutumista ja motivaatiota, palauttamalla potilaalle käsityksen suoritetusta tehtävästä. (Huang ym. 2020; Mazzoleni ym. 2017; Simonetti ym. 2017a; Atashzar ym. 2019; Simonetti ym. 2017b.) Huang ym. (2018) tutkimus osoittaa, että robotiikan avulla asiakas voi saada reaaliaikaista palautetta suorituskyvystä, jolloin asiakas voi estää virheasentojen syntyminen. Robotiikan mahdollistama pelillisuus-menetelmä voi lisätä asiakkaan motivaatiota ja sitoutumista kuntoutukseen (Huang ym. 2020). Robotiikka mahdollistaa myös yksilöllähtöisen näkökulman ottamalla huomioon asiakkaan tavoitetason, juuri sopivan haasteen sekä tarpeen vaatiessa muokkaamalla haastetta välittömän palautteen avulla saadulla tiedolla (Simonetti ym. 2017a; Simonetti ym. 2017b; Dauboraviciene ym. 2018).

Robotiikan mahdollisuudet kuntoutuksessa ovat moninaiset. Robottisesta välineestä riippuen se tarjoaa liikeratoja avustavaa, vastustavaa tai passiivista liikettä (Orihuela-Espina ym. 2016; Atashzar ym. 2019). Robotiikan avulla voidaan mm. arvioida potilaan kognitiivinen kuormitus tehtävän suorittamisen aikana. Robotti kykenee arvioimaan asiakkaan biomekaanista tilaa. Näin ollen se voi havaita mm. asiakkaan aikomusta aloittaa toimintaa. (Simonetti ym. 2017b.) Tutkimusaineiston mukaan robotiikalla nähdään olevan hyötyjä lihasvoiman sekä koordinaation parantamisessa (Naro ym. 2017; Atashzar ym. 2019; Huang ym. 2018).

Robotiikan hyödyt näyttäytyvät tutkimuksissa spastisuuden vähenemisenä mm. passiivisten liikeharjoitteiden kautta, samalla huoltaen pehmytkudoksia (Huang ym. 2018). Useassa tutkimuksessa korostetaan robotiikan olevan turvallinen kuntoutusmenetelmä. Robotiikan turvallisuutta kuntoutuksessa edistävät hallittu liikeharjoittelu sekä välitön palaute (Simonetti ym. 2017b; Capone ym. 2019; Atashzar ym. 2019; Mazzoleni ym. 2017; Dauboraviciene ym. 2018). Lisäksi robotiikka mahdollistaa dokumentoinnin potilasturvallisesti (Simonetti ym. 2017b; Simonetti ym. 2017b). Robotiikan yhdistäminen muihin terapiamuotoihin nähdään aineiston mukaan tuottavan suurimman hyödyn kuntoutujalle (Mascaro ym. 2019; Calabro ym. 2019). Aineiston mukaan robotiikka mahdollistaa nopeamman toipumisen ja palautumisen aivoverenkiertohäiriön jälkeen (Simonetti ym. 2017b; Huang ym. 2018; Dauboraviciene ym. 2018).

### 1. Mitä hyötyjä robotiikka tuo aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen yläraajakuntoutukseen?

- Robotiikan avulla päästään sellaisiin tuloksiin, joihin perinteisessä kuntoutuksessa ei päästä
- Maksimoi suuret toistomäärät
- Mahdollistaa hallittuja liikesarjoja ja toimintamalleja mahdollistaa oikeat muistijäljet ja estää virheasentojen syntymiset
- Mahdollistaa ajantasaista, tarkkaa ja vertailukelpoista palautetta → tilastointiin ja kuntoutuksen arviointiin
- Vapauttaa terapeutin fokusta esim. vuorovaikutukseen
- Mahdollistaa vuorovaikutteista, auditivista, visuaalista ja sensomotorista palautetta → välitönpalautte parantaa sitoutumista ja motivaatiota kuntoutukseen
- Mahdollistaa intensiivisen ja tehtäväkeskeisen harjoittelun suurilla toistomäärillä
- Mahdollisia erilaisia pelillisyyss -menetelmiä  
→ lisää asiakkaan motivaatiota ja sitoutumista
- Mahdollistaa yksilöllähtöistä näkökulmaa → ottaa huomioon mm. asiakkaan tavoitetason ja sopivan haasteen
- Voi tarjota liikeratoja avustavaa, vastustavaa tai passiivista lähestymistä
- Voi arvioida potilaan kognitiivista kuormitusta toiminnan aikana
- Mahdollistaa lihasvoiman ja koordinaation parantamisen
- Vähentää spastisuutta
- On turvallinen kuntoutusmenetelmä
- Dokumentointi potilasturvallisesti

Kuvio 2. Robotiikan hyödyt aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa pähkinänkuoressa.

#### 4.2 Robotiikan hyödyt plastisuuden näkökulmasta

Tutkimusaineiston mukaan robottilaitteiden hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa voi parantaa neuroplastisuutta merkittävästi. Calabrò ym. (2019) tekemä tutkimus osoittaa, että robottiaivusteinen harjoittelu edistää neuroplastisiteettia mahdollistamalla toistuvia viestejä proprioseptiiviselle alueelle eli alueelle, joka käsittelee asento- ja liikeaistimuksia sekä suurelle sensoriselle alueelle eli tuntoaistiinperustuva alueelle ja taas tämän kautta motoriselle liikkeelle. Tutkimuksen mukaan muutoksia sensomotorisilla alueilla on havaittu EEG kuvantamisilla, käden ollessa liikkeessä. Lisäksi EEG kuvantamisen avulla on havaittu huomattavia muutoksia etuaivolohkossa, joka vastaa toiminnan suunnittelusta ja siitä suoriutumisesta. (Calabrò ym. 2019.)

Tutkimusaineiston mukaan robotti-intervention ajoittaminen on merkittävää kuntoutuksen tehokkuuden kannalta. Aineisto korostaa, että akuutissa vaiheessa tapahtuvan aivovaurion spontaanin parantumisen jälkeen, subakuutissa vaiheessa robottipohjaisia mentelmiä tulisi suosia. (Orihuela-Espina ym. 2016.) Aineiston mukaan tietyt robottiset menetelmät tutkitusti indusoivat eli kiihdyttävät neuroplastisuutta (Capone ym. 2019, 768). Robottiikan mahdollistama toistuva, tehtäväkohtainen, vuorovaikutteinen ja tavoitteellinen motorinen harjoittelu edistää aivojen hermoplastisuutta (Atashzar ym. 2019; Capone ym. 2019). Viimeaikaiset neuroplastisuuden tutkimukset osoittavat että, kuntoutus voi aiheuttaa muutoksia aivoissa, jonka aiheuttama vaste voidaan optimoida, jos tehtävä on tarpeeksi haastava (Huang ym. 2020).

Simonetti ym. (2017b) tutkimuksen mukaan robottilaitteiden hyödyntäminen yläraajojen kuntoutuksessa voi parantaa motorista palautumista ja neuroplastisuutta johtuen niiden kyvystä tarjota erittäin intensiivistä, toistettavaa, tarkkaa ja potilaalle räätälöityä liikettä. Simonetti ym. (2017b) tutkimuksessa on myös, että virtuaalitodellisuuden (VR) ja tietokonepelitekniikoiden käyttö aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajojen kuntoutuksessa voi lisätä neuroplastisuutta. Simonetti ym. (2017b) tutkimuksen mukaan biomekaaniset robotit tulkitsevat mm. ihmisen stressitasoja, joilla voidaan mahdollistaa optimaalinen plastisuuden toteutuminen.

## 2. Miten robotiikan tuoma hyöty näyttäytyy plastisuuden näkökulmasta?

- Robottilaitteiden hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa voi parantaa neuroplastisuutta merkittävästi
- Harjoittelu edistää neuroplastisuutta mahdollistamalla toistuvia viestejä proprioseptiiviselle alueelle sekä suurelle sensoriselle alueelle → sitä kautta motoriselle liikkeelle
- Yksi tutkimuksista korostaa, että subakuutissa vaiheessa robottivusteisia menetelmiä tulisi suosia
- Indusoivat neuroplastisuutta
- Robottiikan mahdollistama toistuva, tehtäväkohtainen, vuorovaikutteinen ja tavoitteellinen motorinen harjoittelu edistää aivojen hermoplastisuutta
- Viimeaikaiset neuroplastisuuden tutkimukset osoittavat että, kuntoutus voi aiheuttaa muutoksia aivoissa, jonka aiheuttama vaste voidaan optimoida, jos tehtävä on tarpeeksi haastava
- Biomekaaniset robotit tulkitsevat mm. ihmisen stressitasoja, joilla voidaan mahdollistaa optimaalinen plastisuuden toteutuminen.

Kuvio 3. Robotiikan hyödyt plastisuuden näkökulmasta pähkinänkuoressa.

### 4.3 Robottiikan hyödyt asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta

Tutkimusaineiston mukaan robotiikka voi luoda asiakkaalle vaikuttamisen tunteen omasta kuntoutuksesta mahdollistamalla tälle valintojen tekemisen kuntoutuksen toteutumisen mudoista (Huang ym. 2018).

Atashzar ym. (2019) tutkimus osoittaa, että robotit voidaan ohjelmoida toistamaan vuorovaikutteista tehtävää pitämällä asiakas sitoutuneena tehtävään. Tutkimuksen mukaan robotit voivat mitata ja kirjata tiedot kuntoutushoitojen aikana. Käytettävissä olevaa tekniikkaa ei hyväksytä käytettävän korvaavana hoitomuotona perinteiselle kuntoutukselle, joka perustuu ihmishenkilön ja potilaan väliseen vuorovaikutukseen. Se on kuitenkin yleisesti hyväksytty tulosten parantamiseksi liitännäisenä tavanomaiselle kuntoutushoidolle. Robotiikka mahdollistaa kuntoutuskertojen maksimoinnin, mikä vähentää työntekijöiden resursseja kuntoutuksesta. (Atashazar ym. 2019.)

Atashzar ym. (2019) tutkimuksen mukaan interaktiiviset kuntoutusympäristöt mahdollistavat asiakkaan päätöksenteon ja tarjoaa asiakkaalle itsenäisyyttä kuntoutuksen aikana. Tämä säästää terapeutin aikaa, mikä lopulta vähentää taakkaa myös terveydenhuoltojärjestelmissä. Robottivälineen sensorinen palaute sallii terapeutin virittää esim. vaikeustasoa ja robotin strategiaa ammatilliseen tietämykseen perustuen. Robotti käyttää mittareita antamaan välitöntä tarkkaa palautetta asiakkaan suoriutumisesta. (Atashazar ym. 2019.)

Huang ym. (2018) tutkimus korostaa, että robotti-avusteinen hoito voi tarjota toistuvaa liikeharjoitusta ja vähentää ammattilaisen taakkaa tarjoamalla tarkan, automatisoidun liikkeenhallinnan ja kuntoutustoiminnan kvantifioinnin. Tutkimusaineistossa otetaan esille, kuinka merkityksellistä asiakkaan kokemus kuntoutuksesta on, mikä vaikuttaa asiakkaan motivaatioon ja sitoutumiseen kuntoutuksessa. Robotiikan mahdollistama pelillisuus tuo kuntoutukseen mielekkyyttä ja sitä kautta lisää asiakkaan motivaatiota kuntoutukseen. (Huang ym. 2020.) Tutkimusaineiston mukaan robotin kyky tallentaa tarkkaa ja välitöntä tietoa asiakkaan tilasta sekä suoriutumisesta, mahdollistaa terapeutin fokuksen kiinnittymisen vuorovaikutustyöhön kuntoutusprosessissa (Huang ym. 2020).

Aineistosta käy ilmi, että kuntoutusrobotiikka luo asiakkaalle mahdollisuuden vaikuttaa omaan kuntoutusprosessiin mm. tarjoamalla valintoja ja päätöksentekoa (Simonetti ym. 2017a). Daunoraviciene ym. (2018) tutkimus tuo erilaisen näkökulman tutkimusaineis-

toon. Tutkimuksen mukaan robottivasteisen harjoittelun vaikutukset potilaan toiminnalliseen palautumiseen aivoverenkiertohäiriön jälkeen, voi vähentää merkittävästi perheiden ja yhteiskunnan fyysistä ja henkistä stressiä. (Daunoraviciene ym. 2018.)

3. Miten robotiikan hyödyt näyttäytyvät asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta?

- Voi luoda asiakkaalle vaikuttamisen tunteen omasta kuntoutuksesta
- Robotiikan avulla voidaan mitata ja kirjata dataa → vapauttaa terapeutin resursseja → ei kuitenkaan hyväksytä korvaavan vuorovaikutukseen perustuvaa kuntoutusta
- Mahdollistaa kuntoutuskertojen maksimoinnin, mikä vähentää työntekijöiden resursseja kuntoutuksesta
- Voi luoda asiakkaalle vaikuttamisen tunteen omasta kuntoutuksesta
- Robotiikan avulla voidaan mitata ja kirjata dataa → vapauttaa terapeutin resursseja → ei kuitenkaan hyväksytä korvaavan vuorovaikutukseen perustuvaa kuntoutusta
- Mahdollistaa kuntoutuskertojen maksimoinnin, mikä vähentää työntekijöiden resursseja kuntoutuksesta

Kuvio 4. Robotiikan hyödyt asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta pähkinänkuoressa.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa robotiikan hyödyistä aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa. Tavoitteena oli, että tietoa voidaan hyödyntää kuntoutuksen parissa perusteluna sille, miksi teknologian hyödyntäminen aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa olisi kannattavaa. Lisäksi tavoitteena oli myös ymmärtää saadun tiedon avulla robotiikan hyötyjä kuntoutuksessa eri näkökulmista; asiakkaan ja kuntoutuksen ammattilaisten näkökulmasta.

### 5.1 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

Aineiston perusteella robotiikan hyödyt voidaan nähdä moninaisina niin asiakkaan, ammattilaisten kuin plastisuudenkin näkökulmasta. Kuntoutuksen tärkeimpiä tekijöitä ovat riittävä, intensiivinen, taukoja sekä jaksoja sisältävä harjoittelu, virheettömän oppimisen menetelmän hyödyntäminen sekä asiakkaan yksilöllisyyden huomioon ottaminen (Poutiainen & Nukari 2015, 424-428). Aineistosta saatujen tulosten mukaan robotiikka ei pelkäästään mahdollista vaan maksimoi edellämainittuja tekijöitä, jotka ovat laadukkaan kuntoutuksen kannalta merkittäviä.

Aivoverenkiertohäiriön jälkeinen yläraajakuntoutus perustuu onnistuneiden muistijälkien toistamiseen. Robotiikan mahdollistamat hallitut liikesarjat estävät korvaavien kompensatoristen toimintojen toteutumisen eli virheellisiä muistijälkiä ei synny. Aineistosta saatujen tulosten mukaan robotiikka mahdollistaa hallittuja liikesarjoja tavalla, jota ei perinteinen kuntoutus pysty toteuttamaan. Kuntoutus tapahtuu aina neurofysiologisella tasolla, joten hyötyjä tulisi myös tarkastella sillä tasolla, minkä vuoksi halusimme tuoda hyötyjä plastisuuden näkökulmasta. Tutkimustulosten perusteella voidaan sanoa, että kuntoutusrobotiikan avulla voidaan indusoida eli kiihdyttää neuroplastisuutta merkittävästi.

Robotiikka korvaa ammattilaisen työläitä, mutta kuitenkin välttämättömiä laadukkaaseen terapiaan perustuvia vaiheita. Aineiston mukaan robotiikka tarjoaa välitöntä ja ajantasaista palautetta asiakkaan suoriutumisesta, mikä vapauttaa ammattilaisen resurssit esimerkiksi havainnointiin ja vuorovaikutukseen, mahdollistaen näin ollen laadukkaampaa kuntoutusta.

Aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä yläraajakuntoutuksessa keskeisiä tekijöitä ovat asiakkaan motivaatio sekä sitoutuminen kuntoutukseen. Aineistosta nousee esille motivaatio aiheena, joka puhututtaa tutkijoita. Sen tiedetään olevan tulosten kannalta keskeinen tekijä, mutta vaikeasti mitattavissa ja kohdennettavissa yksilötasolla. Jatkuvasti kehittyvä robotiikka tuo uusia mahdollisuuksia motivoida ja sitouttaa asiakasta kuntoutusprosessiin mm. pelillisyyden ja virtuaaliympäristön kautta. Virtuaaliympäristö mahdollistaa myös oppimista tukevan multikontekstuaalisen harjoittelun turvallisesti. Jotta asiakas saisi kuntoutuksesta suurimman hyödyn, tehtävätasoinen harjoittelu tulisi viedä asiakkaan arjen eri ympäristöihin. Aineistossa ei kuitenkaan mainittu harjoitteista saatujen hyötyjen adaptoitumisesta toiminnan tasolle, joka on olennainen tekijä puhuttaessa toimintakyvyn paranemisesta.

Katsomme aiheelliseksi mainita, että aineistossa esiintyvät hyödyt näyttäytyvät laitesidonnaisena. Robottiset kuntoutusvälineet mahdollistavat kuntoutusta sekä hyötyjä eri tavoin. Tämä on tekijä, joka tulee ottaa huomioon tuloksiamme tulkittaessa. Lisäksi aineiston useissa tutkimuksissa kävi ilmi, että robotiikan hyötyjä tutkitaan aktiivisesti ja tieto hyödyistä sekä niiden hyödynnettävyydestä elää koko ajan. Ala kehittyy jatkuvasti, jolloin yli viisi vuotta vanha tutkimustieto ei välttämättä ole ajantasaista. Olemme ottaneet tämän huomioon myös aineistoa rajatessa alle viisi vuotta vanhaan tutkimustietoon. Aineistosta saadut tulokset vastasivat tutkijoiden odotuksia. Aineistoissa käytetty robotiikan käsitteistö osoittautui kuitenkin ennalta arvaamattoman haastavaksi. Robotiikka aiheena haastoi tutkijoita heille uuden infomaation määrällä. Perehtyminen robotiikkaan ja sen käsitteistöön vei odotettua enemmän tutkijoiden resursseja. Opinnäytetyö on tarjonnut mahdollisuuden syventyä mielenkiintoiseen aiheeseen, jonka merkitys tulee kasvanemaan tulevaisuudessa.

## 5.2 Jatkotutkimustarve

Robotiikkaa tutkitaan ja kehitetään valtavasti näillä vuosikymmenillä. Lisätutkimuksille on kysyntää aiheen ympärillä, jotta saatu tutkimustieto pysyisi ajantasaisena. Aineiston hyödyt käsittelivät enimmäkseen robotiikan tuomia hyötyjä motoriseen kuntoutumiseen. Kuntoutuksen ja robotiikan vaikuttavuutta kognitioon olisi hyvä tutkia, koska se on olennainen tekijä puhuttaessa kokonaisvaltaisesta toiminnallisuuden ja toimintakyvyn parantamisesta. Aiheena kuntoutusrobotiikka on hyvin laaja ja kattaa sisälleen teknisesti ja käytettävyydeltään satoja erilaisia robotteja. Olisi hyödyllistä lähteä kartoittamaan myös

esim. minkälaisia erilaisia yläraajarobotteja on kehitetty yläraajakuntoutukseen. Toinen hyödyllinen tapa lähestyä löytyvää tutkimusaineisto on tutkittavan aineiston suppea rajaus esim. tutkitaan tietynlaisen robotiikan tai tietyn robottisen välineen tuomia hyötyjä. Ajattelempa, että tutkimustyö asiakkaiden ja ammattilaisen kokemuksista liittyen käytettyihin robottisiin kuntoutusvälineisiin olisi arvokasta.

### 5.3 Eettisyyden ja luotettavuuden tarkastelu

Tieteellisessä toiminnassa eettisyys on ydinasia. Tämä opinnäytetyö noudattaa hyvän tieteellisen käytännön perusteita. Olemme opinnäytetyössämme kiinnittäneet erityistä huomiota tarkkaan ja huolelliseen aineistonkeruuseen, sen läpikäymiseen ja prosessin tarkkaan dokumentointiin sekä raportointiin. Tutkimuksemme vaiheet ovat avoimesti ja vastuullisesti esitetty opinnäytetyömme raportoinnissa. Opinnäytetyössämme olemme pyrkineet huolelliseen ja asianmukaiseen lähdemerkintään, jolla haluamme antaa alkuperäiselle tehdylle tutkimustyölle ja tutkijoille niiden ansaitseman arvon (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6).

Integroivan kirjallisuuskatsauksemme aineisto on valittu siten, että käytämme mahdollisimman uutta ja ajantasaista tutkimustietoa viimeisen viiden vuoden sisältä, erityisesti huomioon ottaen sen, että tutkimusaiheemme elää aktiivisen kehittymisen aikakautta. Tiedonhakuprosessissa huomioimme kaikki relevantit tutkimukset. Julkaisuajankohdan lisäksi aineiston hankinnassa on kiinnitetty huomiota luotettavaan alkuperään. Raportointimme on pyritty dokumentoimaan niin tarkasti, että ulkopuolinen voi toteuttaa ja tavoittaa, sekä tarvittaessa toistaa tiedonhakuprosessimme sekä aineiston lähteet (Russel 2005, 5). Pyrimme tunnollisesti ja rehellisesti soveltamaan aineiston ja tutkijoiden tarjoamaa tietoa vääristämättä sitä. Mainittakoon, että tutkimusaineiston alkuperäinen kieli on englanti, joka ei vastaa tässä opinnäytetyössä käytettyä kieltä. Olemme omaan osaamiseen luottaen sekä laadukasta sanakirjaa käyttäen kääntäneet tutkimustietoa erityisesti tulosten tulkinnassa. Olemme pyrkineet huomioimaan, ettei alkuperäisen tutkijan tiedon merkitys muutu käännoistyössämme. Emme keränneet opinnäytetyötämme varten henkilötietoja ja huolehdimme asianmukaisesti opinnäytetyösopimuksen laatimisesta. Meille oli työssämme tärkeää, että vastaamme toimeksiantajan tiedon tarpeeseen eettisesti työskennellen.



## LÄHTEET

Aivoinfarkti ja TIA. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. 2020. Viitattu 26.08.2020 [https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50051?fbclid=IwAR0Ymuq6UwePKWcHtLvlQdztWkDmqn4hL8-eiGtvc1Z1HEJ\\_vDSQbIC6c#K1](https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50051?fbclid=IwAR0Ymuq6UwePKWcHtLvlQdztWkDmqn4hL8-eiGtvc1Z1HEJ_vDSQbIC6c#K1)

Atashzar, S.F., Shahbazi M., Patel, R.V. 2019. Haptics-enabled Interactive NeuroRehabilitation Mechatronics: Classification, Functionality, Challenges and Ongoing Research. *Mechatronics*, 57, 1-19.

Calabrò, R.S., Accorinti, M., Porcari, B., Carioti, L., Ciatto, L., Billeri, L., Andronaco, V.A., Galletti, F., Filoni, S., Naro, A. 2019. Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial.

Capone, F., Miccisininilli, S., Pellegrino, G., Zolla, L., Guglielmelli, E., Sterzi, S., Di Lorenzo, V. 2019. Combining Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation and Upper-Limb Robotic Rehabilitation in Chronic Stroke Patients. *Brain Stimulation*, 12(2), 413.

Carr, J. & Shepherd R. 2010. *Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance.* 2 edition. Churchill Livingstone.

Chang, W. H., & Kim, Y. H. 2013. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of stroke*, 15(3), 174–181. Viitattu: 6.12.2020 <https://doi.org/10.5853/jos.2013.15.3.174>

Daunoraviciene, K., Adomaviciene, A., Grigonyte, A., Griskevicius, J., Juocevicius, A., Griskevicius, J. 2018. Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients. *Technology & Health Care*, 26, 533-542.

Evans, D. 2008. *Overview of Methods.* Teoksessa C. Webb & B. Ross (toim.) *Reviewing Research Evidence for Nursing Practice.* Oxford: Blackwell Publishing, 137-148.

Gurari, N., Drogos, J.M., Dewald, J.P.A. 2017. Individuals with chronic hemiparetic stroke can correctly match forearm positions within a single arm.

Hawker, S.; Payne, S.; Kerr, C.; Hardey, M. & Powell, J. 2002. Appraising the evidence: Reviewing disparate data systematically. *Qualitative health research*. Vol. 12, No 9, 1284–1299.

Hiekkala, S., Pitkänen, K. & Huhtakangas, J. 2020. Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden kehittyvät kuntoutusmuodot. *Duodecim*. Viitattu: 6.12.2020 <https://www.duodecim-lehti.fi/duo15412>

Huang, X., Naghdy, F., Naghdy, G., Du, H., Todd, C. 2018. The Combined Effects of Adaptive Control and Virtual Reality on Robot-Assisted Fine Hand Motion Rehabilitation in Chronic Stroke Patients: A Case Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 27(1), 221-228.

Huang, Y., Nam, C., Li, W., Rong, W., Xie, Y., Liu, Y., Qian, Q. and Hu, X. 2020. A comparison of the rehabilitation effectiveness of neuromuscular electrical stimulation robotic hand training and pure robotic hand training after stroke: A randomized controlled trial.

Huupponen, J. 2013. Hebbiläisen ja homeostaattisen plastisuuden synaptiset mekanismit, Väitöskirja. Helsingin Yliopisto. Viitattu 14.01.2020: [https://www.terveyskirjasto.fi/terveysportti/uutissorvi\\_uusi.uutissivu?p\\_uutis\\_id=17026&p\\_palsta\\_id=23](https://www.terveyskirjasto.fi/terveysportti/uutissorvi_uusi.uutissivu?p_uutis_id=17026&p_palsta_id=23)

Janhonen, S. & Nikkonen, M. (toim.). 2001. Laadulliset tutkimusmenetelmät hoitotieteessä. Helsinki: WSOY.

Kaste Markku, Hernesniemi Juha, Juvela Seppo, J. Lindsberg Perttu, Palomäki Heikki, Rissanen Aimo, O. Roine Risto, Sivenius Juhani, Vikatmaa Pirkka. 2015. *Neurologia*. Duodecim

Kolomainen, U. 2019. Lääkinnällisen kuntoutuksen terapioiden ja muiden kuntoutustoimenpiteiden myöntämisen perusteet. Viitattu 6.12.2020: <https://www.ksshp.fi/download/noname/%7B6DBBE01D-6C1F-4AB7-B430-056375690C61%7D/72750>

Mascaro, A.L., Conti, E., Lai, S., Di Giovanna, A.P., Spalletti, C., Alia, C., Panarese, A., Scaglione, A., Sacconi, L., Micera, S., Caleo, M. and Pavone, F.S. 2019. Combined Rehabilitation Promotes the Recovery of Structural and Functional Features of Healthy Neuronal Networks after Stroke. *Cell Reports*, 28(13), pp. 3474-3485.e6.

Mazzoleni, S., Duret, C., Grosmaire, A.G., Battini, E. 2017. Combining Upper Limb Robotic Rehabilitation with Other Therapeutic Approaches after Stroke: Current Status, Rationale, and Challenges. *BioMed Research International*, 1-11.

Naro, A., Leo, A., Russo, M., Casella, C., Buda, A., Crespantini, A., Porcari, B., Carioti, L., Billeri, L., Bramanti, A., Bramanti, P., CALABRÒ, R.S. 2017. Breakthroughs in the spasticity management: Are non-pharmacological treatments the future? .

Orihuela-Espina, F., R, G.F., Sánchez-Villavicencio, I., Palafox, L., Leder, R., Sucar, L.E., Hernández-Franco, J. 2016. Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial.

Poli, P., Morone, G., Rosati, G. & Masiero, S. 2013. Robotic Technologies and Rehabilitation: New Tools for Stroke Patients' Therapy. *BioMed Research International*.

Poutiainen, E & Nukari, J. 2015. Teoksessa: M. Jehkonen, T. Saunamäki, L. Paavola ja J. Vilkki (toim.). R. Akila. *Kliininen neuropsykologia, Neuropsykologinen kuntoutus*. Helsinki: Duodecim. 424-428.

Resquín, F., Cuesta Gómez, A., Gonzalez-Vargas, J., Brunetti, F., Torricelli, D., Molina Rueda, F., Cano De Le Cuerda, Roberto, Miangolarra, J.C., Pons, J.L. 2016. Hybrid robotic systems for upper limb rehabilitation after stroke: A review.

Robertson, J. V. G., Jarrasse, N., Roby-Brami, A. 2010. Rehabilitation robots: a complement to virtual reality. Viitattu: 17.01.2020, <http://www.isir.upmc.fr/files/2010ACLN1818.pdf>

Russell, C. 2005. An overview of the integrative research review. *Progress in Transplantation* 15 (1), 1-6.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. 2001. *Motor control. Theory and practical applications*. Maryland. Second edition. USA: Williams & Wilkins

Simonetti, D., Zollo, L., Milighetti, S., Miccinilli, S., Bravi, M., Ranieri, F., Magrone, G., Guglielmelli, E., Di Lazzaro, V., Sterzi, S. 2017a. Literature Review on the Effects of tDCS Coupled with Robotic Therapy in Post Stroke Upper Limb Rehabilitation

Simonetti, D., Zollo, L., Papaleo, E., Carpino, G. and Guglielmelli, E. 2017b. Reprint of "Multimodal adaptive interfaces for 3D robot-mediated upper limb neuro-rehabilitation:

An overview of bio-cooperative systems”. *Robotics and Autonomous Systems*, 90, 86-96.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2010. Teknologia ja etiikka sosiaali- ja terveysalan hoidossa ja hoivassa. Viitattu: 3.11.2019. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/69925/URN\\_ISBN\\_978-952-00-3081-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/69925/URN_ISBN_978-952-00-3081-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.). 2006. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Juvenes.

Tarnanen, K., J. Lindsberg, P., Sairanen, T., Tuunainen, A. 2020. Tunnista aivoinfarkti – hoitoon ja heti! (aivoinfarkti ja TIA ). Käypä hoito -suositus. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. Viitattu 07.12.2020. <https://www.kaypahoito.fi/khp00062>

Toivomäki, A & Järviö, S. 2018. Teknologia tukee kuntoutusta, mutta ei korvaa ihmistä, Neuroliitto. Viitattu 14.01.2020. <https://neuroliitto.fi/paakirjoitus-2-18/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki.

Whittemore, R. 2008. Rigour in Integrative Review. Teoksessa C. Webb & B.Roe (toim.) *Reviewing Research Evidence for Nursing Practice: Systematic Reviews*. Oxford: Blackwell publishing, 149-155.

Yang, H.E., Kyeong, S., Lee, S.H., Lee, W., Ha, S.W., Kim, S.M., Kang, H., Lee, W.M., Kang, C.S., Kim, D.H. 2017. Structural and functional improvements due to robot-assisted gait training in the stroke-injured brain. *Neuroscience letters*, 637, 114-119.

## JBI Kriittisen arvioinnin tarkastuslista asiantuntijoiden näkemykselle ja narratiiviselle tekstille



21.1.2019

### JBI: Arviointikriteerit asiantuntijoiden näkemykselle ja narratiiviselle tekstille

Tätä tarkistuslistaa käytetään asiantuntijoiden näkemyksen ja narratiivisen tekstin metodologisen laadun arviointiin. Arvioinnin tarkistuslistaan sisältyy yhteensä 6 arviointikriteeriä joiden yksityiskohtaiset sisällöt on lyhyesti kuvattu alla. Arvioijan on hyvä tutustua myös Joanna Briggs Instituutin julkaisemaan katsauksen tekijöiden [käsikirjaan](#) arviointia tehdessään. Tarkistuslistan alkuperäinen englanninkielinen versio löytyy tästä [linkistä](#). Kunkin kriteerin toteutuminen arvioidaan asteikolla: Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (NA). (McArthur ym. 2015.)

Arvioija \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Tekijä(t) \_\_\_\_\_ Vuosi \_\_\_\_\_ Nro \_\_\_\_\_

Arviointikriteeri	K	E	?	NA
1. Onko mielipiteen lähde selkeästi tunnistettavissa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Onko mielipiteen lähteellä asema asiantuntijoiden joukossa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ovatko kohdeyleisön kiinnostuksen kohteet kirjoituksen keskiössä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Onko esitetty näkemys analyyttisen prosessin tulos, ja onko esille tuodun mielipiteen taustalla logiikkaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Viitataan olemassa olevaan kirjallisuuteen/näyttöön?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Puolustaa kirjoittaja näkemystään loogisesti suhteessa muuhun kirjallisuuteen tai lähteisiin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kokonaisarviointi: Hyväksy  Hylkää  Lisätietoja tarvitaan

Kommentteja (mukaan lukien syy hylkäykseen):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lähde: McArthur A, Klugarova J, Yan H, Florescu S. Innovations in the systematic review of text and opinion. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(3):188–195.

## JBI Kriittisen arvioinnin tarkastuslista laadulliselle tutkimukselle.



29.11.2018

### JBI: Arviointikriteerit laadulliselle tutkimukselle

Tätä kriittisen arvioinnin tarkistuslistaa käytetään laadullisten tutkimusten metodologisen laadun arviointiin. Arvioinnin tarkistuslistaan sisältyy yhteensä 10 arviointikriteeriä, joiden yksityiskohtaiset sisällöt on kuvattu alhaalla. Arvioijan on hyvä tutustua myös Joanna Briggs Instituutin julkaisemaan katsauksen tekijöiden [käsikiriaan](#) arviointia tehdessään. Tarkistuslistan alkuperäinen englanninkielinen versio löytyy tästä [linkistä](#). Kunkin kriteerin toteutuminen arvioidaan asteikolla: Kyllä (K), Ei (E), Epäselvä (?), Ei sovellettavissa (NA). (Lockwood ym. 2015.)

Arvioija \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Tekijä(t) \_\_\_\_\_ Vuosi \_\_\_\_\_ Nro \_\_\_\_\_

Arviointikriteeri	K	E	?	NA
1. Ovatko tutkimuksen tieteenfilosofiset lähtökohdat ja metodologia keskenään yhteensopivat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ovatko tutkimuksen metodologia ja tutkimuskysymys tai tavoitteet keskenään yhteensopivat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ovatko tutkimuksen metodologia ja aineiston keruumenetelmät keskenään yhteensopivat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ovatko tutkimuksen metodologia, aineiston kuvaus ja analyysi keskenään yhteensopivat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ovatko tutkimuksen metodologia ja tulosten tulkinta keskenään yhteensopivat?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Onko tutkijan kulttuuriset tai teoreettiset lähtökohdat kuvattu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Onko tutkijan vaikutus tutkimukseen ja tutkimuksen vaikutus tutkijaan kuvattu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Onko tutkimukseen osallistujat ja heidän äänensä (alkuperäiset ilmaisut) kuvattu asiaankuuluvasti ja riittävällä tasolla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Onko tutkimus toteutettu noudattaen nykyisiä eettisiä periaatteita, ja onko tutkimuksella eettisen toimikunnan hyväksyntä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Perustuvatko tutkimuksen johtopäätökset aineiston analyysiin ja tulosten tulkintaan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kokonaisarviointi: Hyväksy  Hylkää  Lisätietoja tarvitaan 

Kommenteja (mukaan lukien hylkäyksen syy):

## Laadun arvioinnin tarkistuslista Hawker ym. 2002

Arviointikriteeri	Pisteytys	Pisteytyksen kuvaus
Abstrakti ja otsikko	4	Jäsennetty abstrakti, joka sisältää kaikki tiedot. Selkeä otsikointi.
	3	Abstrakti sisältää lähes kaikki tiedot.
	2	Abstrakti puutteellinen.
	1	Abstrakti puuttuu.
Esittely ja päämäärä	4	Ytimekäs tausta, jossa riittävästi tietoa. Sisältää ajantasaisen katsauksen kirjallisuuteen, mikä tuo esiin nykyisen tiedon puutteet. Tuodaan selkeästi esiin tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset.
	3	Jonkin verran taustaa ja katsausta kirjallisuuteen. Tutkimuskysymykset hahmoteltu.
	2	Jonkin verran taustaa, mutta ei tarkoitusta/ tavoitetta/ tutkimuskysymyksiä tai tavoite ja tarkoitus on, mutta tausta puutteellinen.
	1	Tarkoitus, tavoite, kirjallisuuskatsaus ja tausta puuttuvat.
Menetelmä ja data	4	Menetelmä on asianmukainen ja kuvattu selkeästi (esim. kyselyt sisällytetty). Selkeät yksityiskohdat tiedonkeruusta ja tallioinnista.
	3	Menetelmä on asianmukainen, kuvaus voisi olla parempi. Data kuvattu.
	2	Menetelmän asianmukaisuus kyseenalaista. Menetelmä kuvattu puutteellisesti. Vähäinen kuvaus datasta.
	1	Ei mainintaa menetelmästä, ja/tai menetelmä ei ole asianmukainen, ja/tai ei yksityiskohtia datasta.

Otanta	4	Sisältää yksityiskohdat (ikä, sukupuoli, konteksti ym.) tutkittavista ja miten heidät on valittu tutkimukseen. Kuvattu, miksi tämä kohderyhmä valittu. Otantajoukon koko sopiva tutkimukseen. Vastausmäärät kuvattu ja selitetty.
	3	Otantajoukko sopiva. Suurin tiedoista annettu, osa puuttuu.
	2	Otanta mainittu, mutta vain vähän kuvailevia yksityiskohtia.
	1	Ei yksityiskohtia otannasta.
Data-analyysi	4	Selkeä kuvaus analyysin toteutuksesta. Kvalitatiiviset tutkimukset: kuvaus, miten teemat johdettu/vastaajien validaatio tai triangulaatio. Kvantitatiiviset tutkimukset: Hypoteesit ohjanneet testien valintaa/numerot täsmäävät/pohdittu tilastollista merkittävyyttä.
	3	Analyysi kuvattu.
	2	Vähäiset yksityiskohdat analyysistä
	1	Ei keskustelua analyysistä.
Eettisyys ja ennakoasenteet	4	Eettisyys: Välttämättömät kysymykset salassapidosta, sensitiivisyydestä ja suostumuksesta osoitettu. Ennakoasenteet: Tutkija ollut reflektiivinen ja tietoinen omista ennakoasenteistaan.
	3	Eettiset kysymykset tiedostettu mutta ei välttämättä viety toteutukseen.
	2	Lyhyt maininta eettisistä kysymyksistä.
	1	Ei mainintaa eettisistä kysymyksistä.
Tulokset	4	Tulokset täsmällisiä, helposti ymmärrettäviä ja etenevät loogisesti. Esitetyt taulukot on selitetty tekstissä. Tulokset liittyvät suoraan tarkoituksiin. Riittävä data esitetty tukemaan tuloksia.
	3	Tulokset mainittu, mutta voisi olla selitetty paremmin. Esitetty data liittyy suoraan tuloksiin.
	2	Tulokset esitetty huolimattomasti, löydöksiä ei selitetty, eivätkä ne johdu loogisesti tuloksista.



	1	Löydöksiä ei mainittu tai eivät liity tarkoituksiin.
Siirrettävyys / yleistettävyys	4	Tutkimuksen konteksti ja asetelma on kuvattu riittävästi salliakseen vertailun muihin konteksteihin ja asetelmiin. Lisäksi korkea pistemäärä kysymyksessä 4 (otanta).
	3	Konteksti ja tausta osittain kuvattu mutta ei riittävästi toistettavaksi tai verrattavaksi muihin vastaaviin. Lisäksi kolme pistettä tai enemmän kysymyksestä 4.
	2	Vähäistä kuvailua kontekstista/asetelmasta.
	1	Ei kuvailua kontekstista/asetelmasta.
Hyödynnettävyys	4	Tuottaa jotakin uutta ja/tai eroavaa ymmärryksen, näkemyksen tai perspektiivin tasolla. Esittää ideoita jatkotutkimuksiin. Ehdottaa parannuksia käytänteisiin ja/tai käytäntöön.
	3	Kaksi ylläolevista täyttyy (tuo esille puuttuva kommentteissa).
	2	Vain yksi ylläolevista täyttyy.
	1	Mikään ylläolevista ei täyty.

## Aineiston esittely

Nro	Tekijät	Julkaisu- vuosi	Artikkelin nimi	Tarkoitus ja menetelmä	Tulokset	Laadun arviointi
1	Rocco Salvatore Calabrò, Maria Accorinti, Bruno Porcari, Luigi Carrioti, Laura Ciatto, Luana Billeri, Veronica Agata Andronaco, Franco Galletti, Serena Filoni and Antonino Naro	2019	Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial	Tarkoitus: Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida kliinisiä ja neurofysiologisia vaikutuksia vertaamalla robotti-avusteisen käsitänterapiaa intensiiviseen toimintaterapiaan kroonisessa toipumisvaiheessa aivoverenkiertohäiriön jälkeen Menetelmä: Tutkimukseen osallistui 50 potilasta, ensimmäisen infarktin saaneita, jotka jaettu kahteen ryhmään. Toinen ryhmä Amadeon kanssa ja toiset tekivät perinteistä toimintaterapiaa (käden kuntoutusta). Molemmat ryhmät saivat 40 kuntoutus kertaa. Jokainen kerta kesti 45min 5krt viikossa 8 viikon ajan. Molemmat arvioitiin ennen ja jälkeen kuntoutuksen kliinisten testien avulla.	Tutkimuksesta ilmeni, että Amadeon kanssa kuntoutajat saivat paremmat tulokset kuin perinteistä toimintaterapiaa saavat potilaat. Tulokset ovat yhdensuuntaisia aivokuvantamistutkimuksiin nähden.	26/36

2	Yanhuan Huang, Chingyi Nam, Waiming Li, Wei Rong, Yunong Xie, Yangchen Liu, Qiuyang Qian and Xiaoling Hu	2020	A comparison of the rehabilitation effectiveness of neuromuscular electrical stimulation robotic hand training and pure robotic hand training after stroke: A randomized controlled trial	Tarkoitus: Verrata elektromyografian (EMG) ohjaaman neuromuskulaarisen kuntoutuksen vaikutuksia sähköstimulaation (NMES) robottikäsi ja EMG-ohjaama robottikäsi krooniseen aivoverenkiertohäiriöön. Menetelmä: Tämä tutkimus on satunnaisesti kontrolloitu tutkimus, jota seurattiin 3 kuukauden ajan. Kolmekymmentä kroonista AVH-potilasta määrättiin satunnaisesti saamaan 20 kertaa yläraajakuntoutusta joko EMG-ohjauksella NMES-robottikäden tai EMG-ohjaaman robottikäden avulla. Kuntoutuksen vaikutukset arvioitiin ennen kuntoutusta ja sen jälkeen sekä 3 kuukautta myöhemmin Fugl-Meyer-arviointin avulla (FMA), muokatulla Ashworth-asteikkolla (MAS), ARAT-nimisellä testillä sekä toimintakyvyn muutoksen seurantaan tarkoitettu mittaria (FIM).	Molemmat harjoitusjärjestelmät parantivat tehokkaasti distaalisia motorisia toimintoja pitkällä aikavälillä yläraajassa, jossa NMES-robotti-avustettu harjoittelu saavutti paremman motorisen palautumisen ja lihasten koordinaatio paranemisen sekä lihasten spastisuuden vähenemisen.	32/36
3	Antonino Naro, Antonino Leo, Margherita Russo, Carmela Casella, Antonio Buda, Aurelio Crespantini, Bruno Porcari, Luigi Carloti, Luana Billeri,	2017	Breakthroughs in the spasticity management: Are non-pharmacological treatments the future?	Tarkoitus: tarkoituksena on tutkia ei-lääketieteellisten hoitojen kuten neuro-robottien vaikutusta spastisuuden hoitoon. Menetelmä: Tutkimus on toteutettu narratiivisena kirjallisuuskatsauksena.	Tulokset osoittavat, että ei-lääketieteellisistä menetelmistä on hyötyä spastisuuden hoidossa. Ei voida kuitenkaan osoittaa mikä lääkkeetön menetelmä on tehokain. Yhdistettynä esim. toimintaterapiaan saavutetaan parhaimmat tulokset.	5/6

	Alessia Bramanti and 2 others					
4	Netta Gurari, Justin M. Drogos and Julius P. A. Dewald	2017	Individuals with chronic hemiparetic stroke can correctly match forearm positions within a single arm	Tarkoitus: Tutkimuksessa tutkitaan, onko kroonisen aivoverenkiertöhäiriön saaneilla ihmisillä, joilla on vaikeuksia käden asennonhallinnassa myös haasteita käden avaruudellisessa hahmottamisessa. Menetelmä: Tutkimukseen osallistui henkilöitä, jotka ovat sairastaneet aivoinfarktin ja sen myötä halvaantuneet. Tutkimukseen osallistui vastaava määrä henkilöitä, joilla ei ole neurologista haittaa, mutta ikä vastaa sairastunutta. Molemmat suorittivat erilaisia tehtäviä, jotka perustuivat robottiseen menetelmään.	12:sta 14:sta osallistujasta, jotka ovat sairastaneet aivoinfarktin suoriutuivat heikommin verokkiryhmään. Aktiiviset liikesarjat olivat verrattavissa verokki ryhmän tuloksiin.	31/36
5	Felipe Orihuela-Espina, Giovana Femat Roldán, Israel Sánchez-Villavicencio, Lorena Palafox, Ronald Leder, Luis Enrique Sucar and Jorge Hernández-Franco	2016	Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial	Tarkoitus: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mahdollistaako aktiivisia liikkeitä avustava robotti avusteinen terapia käden motorisen palautumisen, kun sitä annetaan subakuutin vaiheen aikana (alle 4 kuukautta tapahtumasta) meksikolaiselle aikuisväestölle, jolla on diagnosoitu aivoverenkiertöhäiriö. Menetelmä: Subakuutti aivoverenkiertöhäiriön potilailla tehtiin satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, jossa verrataan aktiivista robottihoidoa (RT) klassiseen toimintaterapiaan (OT).	Tulokset: Molemmat ryhmät saivat merkittäviä parannuksia ajan myötä. Hoitojen välisten erojen osalta; Fugl-Meyer-pisteet osoittivat merkittävän edun robotin käsiharjoittelulle. Robottivusteinen kuntoutus tekee eron klassiseen toimintaterapiaan, kun on kyse käden toiminnan palautumisesta	33/36

				Molemmat ryhmät saivat 40 kuntoutusker- taa, joka sisälsi vähintään 300 toistoa ker- taa kohden.	subakuutti vaihessa; suosi- tellaan varhaista puuttu- mista robottilaitteella.	
6	Seyed Farokh Atashzar, Mahya Shahbazi and Rajni V. Patel	2019	Haptics-enabled In- teractive Neu- roRehabilitation Mechatronics: Classi- fication, Function- ality, Challenges and Ongoing Research	Tarkoitus: Katsauksen tarkoituksena on ka- ventaa kuilua neurologisen tekniikan ja bio- mekaniikan välillä koomalla yhteistä käsit- teistöä. Tarkoituksena oli antaa visio (a) tarpeesta, (b) toimivuudesta, (c) tehokkuu- desta ja d) nykytilan teknisistä haasteista (mukaan lukien valvonta) tekniikan hyödyntämistä.  Menetelmä: Kirjallisuuskatsaus tuntoais- tiinperustuvasta interaktiivisesta robotti- neurokuntoutuksesta	Tulokset: Katsauksen tulokset osoitta- vat, että yhteinen käsitteistö helpottaa kahden tieteen- alan kehittymistä ja yhteis- työtä niiden välillä.	8/10
7	Anna Letizia Al- legra Mascaro, Emilia Conti, Ste- fano Lai, Anto- nino Paolo Di Gio- vanna, Cristina Spalletti, Claudia Alia, Alessandro Panarese, Ales- sandro Scaglione, Leonardo Sac- coni, Silvestro Mi- cera and 2 others	2019	Combined Rehabili- tation Promotes the Recovery of Struc- tural and Functional Features of Healthy Neuronal Networks after Stroke	Tarkoitus: Tutkimuksen tarkoituksena on saada uutta tietoa aivoverenkiertohäiriön jälkeisestä kuntoutuksesta; kortikaaliana- tomian ja toiminnallisen sopeutumisen nä- kökulmasta.  Menetelmä: Tutkimus toteutettiin eläinko- keena (hiirillä)	Tulokset: Tässä tutkimuksessa osoite- taan, että kuntoutus edistää terveiden hermoverkkojen rakenteellisten ominaisuuksien palautumista. Lisäksi eri terapiamuodot sekä lääke- hoito yhdistettynä kuntou- tukseen pystyy muokkaama- an hermosolujen satun- naista orientaatiota ja sa- malla tukemaan synapisten kontaktien vakauttamista.	29/36

8	Capone F, Miccinilli S, Pellegrino G, Zollo L, Simonetti D, Bressi F, Florio L, Ranieri F, Falato E, Di Santo A, Pepe A, Guglielmelli E, Sterzi S, Di Lazzaro V.	2017	Transcutaneous Vagus Nerve Stimulation Combined with Robotic Rehabilitation Improves Upper Limb Function after Stroke	Tarkoitus: Arvioimme ei-invasiivisten VNS-yhdistelmien turvallisuutta, toteutettavuutta ja tehokkuutta toteutettuna robottikontoutuksella, yläraajojen toiminnan parantamiseksi aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla. Menetelmä: 14 aivoverenkiertohäiriön saanutta potilasta osallistuvat VNS-pilotti tutkimukseen.	Tulokset: Tulokset viittaavat siihen, että kroonisessa aivoverenkiertohäiriössä VNS edistää toipumistaindusoimalla neuroplastisuutta.	32/36
9	Xianwei Huang, Fazel Naghdy, Golshah Naghdy, Haiping Du and Catherine Todd	2018	The Combined Effects of Adaptive Control and Virtual Reality on Robot-Assisted Fine Hand Motion Rehabilitation in Chronic Stroke Patients: A Case Study	Tarkoitus: Tämän tutkimuksen tarkoituksena on arvioida VR-pohjaisten Robottiterapia-hoitojen tehokkuutta adaptiivisella ohjausmenetelmällä, joka on otettu käyttöön robottiharjoittelulaitteissa Menetelmä: Tutkimus on toteutettu yhdellä potilaalla, joka täyttää tarkoin määritellyt kriteerit Amadeo-robottia käyttäen.	Tulokset: Tutkimuksen mukaan Amadeo-robottia hyödyntävän miehen yläraajassa on tapahtunut muutoksi erityisesti hienomotorisissa otteissa ja liikkeissä. Lisäksi tutkimus kumosi yleisen väitteen siitä, että käden kuntoutuksessa olisi lähdeittävä liikkeelle proximallisesti etenemään kohti distaalista osaa.	32/36
10	Davide Simonetti, Loredana Zollo, Eugenia Papaleo, Giorgio Carpino and Eugenio Guglielmelli	2017	Reprint of "Multimodal adaptive interfaces for 3D robot-mediated upper limb neuro-rehabilitation: An overview	Tarkoitus: Artikkelin tarkoituksena on antaa yleiskatsaus biomekaanisista robottijärjestelmistä kuntoutuksessa, kiinnittäen erityistä huomiota 3D-multimodaalisiin adaptiivisiin rajapintoihin tarkastelemalla kirjallisuutta. Kirjallisuudella haetaan selityksiä	Tulokset: Avain asiat biomekaanisissa robottijärjestelmissä ovat asiakkaan sama välitön aistijärjestelmiin perustuva palaute suoriutumuksesta sekä	6/10

			of bio-cooperative systems”	käsitteille, jonka pohjalta luodaan esimerkki tutkimus aiheesta. Menetelmä: Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena.	robotin keräämä multimodaalinen data asiakkaan tilasta. Multimodaalinen ihmisrobotialusta sisältää edeltä mainitut asiat.	
11	Kristina Daunoraviciene, Ausra Adomaviciene, Agne Grigonyte, Julius Griškevičius, Alvydas Juocevicius and Julius Griškevičius.	2018	Effects of robot-assisted training on upper limb functional recovery during the rehabilitation of poststroke patients	Tarkoitus: Tunnistaa robottivusteisen harjoittelun vaikutus käsivarren toiminnalliseen palautumiseen. Menetelmä: Yhteensä 34 aivoverenkiertohäiriö potilasta jaettiin kahteen ryhmään; kontrolliryhmä ja varsinainen koeryhmä. Molemmat ryhmät arvioitiin kliinisesti ennen ja kuntoutuksen jälkeen. Varsinainen koeryhmä käytti Armeo springiä tavallisen toimintaterapian ohella. Kontrolliryhmä kuntoutti itseään tavanomaisen toimintaterapian keinoin.	Tulokset: Koeryhmän potilaat osoittivat tilastollisesti merkittävää parannusta yläraajojen motorisessa toiminnassa verrattuna kontrolliryhmään. Tulokset osoittavat, että robotin kuntoutus Armeo Springillä parantaa motorista vajavuutta tehokkaammin kuin perinteinen terapia. Tehtävälähtöinen robottiharjoittelu oli turvallista ja lisäsi paitsi motorista toimintaa myös aivoverenkiertohäiriö potilaiden kognitiivisia kykyjä.	34/36
12	Stefano Mazzone, Christophe Duret, Anne Gaëlle Grosmaire and Elena Battini	2017	Combining Upper Limb Robotic Rehabilitation with Other Therapeutic Approaches after Stroke: Current Status, Rationale, and Challenges	Tarkoitus: Tämän artikkelin tarkoituksena on saada ajantasainen katsaus yhdistetyistä kuntoutusmenetelmistä (virtuaalinen todellisuus, aivostimulaatio, lihaksen elektroninen stimulaatio, hermoruiskeet) ja analysoida niiden tarkoitusta. Menetelmä:	Tulokset: Katsauksen tulokset osoittavat, että yhdistelmä terapiat saattavat olla tehokkampia kuin perinteiset terapiat/hoidot. Katsauksessa korostetaan ro-	6/10

				Kirjallisuuskatsaus yhdistetyistä kuntoutusmenetelmistä, jotka perustuvat robottiseen kuntoutukseen	bottiavusteisen yläraajakuntoutuksen hyötyjä yhdistettynä muihin lähestymistapoihin.	
13	Davide Simonetti, Loredana Zollo, Stefano Milighetti, Sandra Miccinilli, Marco Bravi, Federico Ranieri, Giovanni Magrone, Eugenio Guglielmelli, Vincenzo Di Lazzaro and Silvia Sterzi	2017	Literature Review on the Effects of tDCS Coupled with Robotic Therapy in Post Stroke Upper Limb Rehabilitation	<p>Tarkoitus:  Tutkimuksen tarkoituksena on tehdä kirjallisuusanalyysi aivoverenkiertohäiriön jälkeisestä motorisesta ja toiminnallisesta palautumisesta. Lisäksi tarkoituksena on täydentää nykyistä tietoa yläraajakuntoutuksesta arvioimalla kriittisesti ja vertaamalla käytävissä olevia tutkimustuloksia sekä keskustelemalla epäjohdonmukaisuuksista ja mahdollisista kysymyksistä.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on tarjota kirjallisuusanalyysi sähköisen aivostimulaation yhdistämisestä yläraajarobottikuntoutukseen.</p> <p>Menetelmä:  Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena</p>	<p>Tulokset:  Tutkimuksen tuloksia pidetään positiivisina. Tulokset ovat ristiriitaisia, koska siihen vaikuttaa yksilölliset tekijät kuten vammautuneen persoonallisuustekijät, kuntoutuksen ajoitus, vamman laajuus, kuntoutuksen kesto, aivostimulaation polarisaatio yms, jonka vuoksi yhtenevistä analyysia on vaikea tehdä.</p>	7/10