



Erigo Pro:n käyttö AVH-kuntoutuksessa ja sen vaikuttavuuden arvioinnissa käytettävät toimintakyvyn mittarit

Ville Lehtinen & Eetu Karvinen

Julkaisuvuosi **Laurea**



Laurea-ammattikorkeakoulu

Erigo Pro:n käyttö AVH-kuntoutuksessa ja sen vaikuttavuuden arvioinnissa käytettävät toimintakyvyn mittarit

Ville Lehtinen & Eetu Karvinen
Fysioterapia
Opinnäytetyö
Helmikuu 2025

Ville-Hermann Lehtinen, Eetu Karvinen

Erigo Pro:n käyttö AVH-kuntoutuksessa ja sen vaikuttavuuden arvioinnissa käytettävät toimintakyvyn mittarit

Vuosi 2025 Sivumäärä 62

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaisia toimintakyvyn arviointimenetelmiä ja mittareita voitiin käyttää Erigo Pro -kuntoutusrobotin yhteydessä aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvien potilaiden kanssa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Helsingin kaupungin fysioterapia, Laakson sairaalan yksikkö. Työn tavoitteena oli tukea kuntoutuspalveluiden kehittämistä tuottamalla tutkimusnäyttöön perustuvaa tietoa käytännön arvioinnin tueksi.

Työ toteutettiin narratiivisena kirjallisuuskatsauksena. Tietoperustana hyödynnettiin tieteellisiä julkaisuja, suosituksia ja kansallisia ohjeistuksia, kuten TOIMIA-tietokantaa ja Käypä hoito -suosituksia. Aineisto rajattiin koskemaan AVH-kuntoutusta ja erityisesti niitä mittareita, joita voitiin käyttää Erigo Pro -kuntoutusrobotin vaikuttavuuden arviointiin ennen ja jälkeen kuntoutusjakson.

Tulosten perusteella Erigo Pro -kuntoutusrobotin kanssa voitiin käyttää sekä objektiivisia suoritusmittareita että subjektiivisia kyselyitä. Suositeltavia mittareita olivat muun muassa FAC (Functional Ambulation Classification), 10 metrin kävelytesti (10MWT) ja Bergin tasapainotesti. Näiden mittareiden käyttö mahdollisti kuntoutuksen vaikuttavuuden monipuolisen ja systemaattisen arvioinnin.

Johtopäätöksenä todettiin, että toimintakyvyn mittaaminen Erigo Pro -kuntoutusrobotiharjoittelun yhteydessä oli mahdollista ja suositeltavaa, mutta mittarien valinta tuli tehdä yksilöllisesti kuntoutujan toimintakyvyn ja tavoitteiden perusteella. Jatkossa olisi suositeltavaa laatia yhtenäinen arviointikäytäntö Erigo Pro -kuntoutusrobotia hyödyntävään kuntoutukseen.

Asiasanat: Toimintakyky, AVH, Erigo Pro, toimintakyvynmittarit

Ville-Hermann Lehtinen, Eetu Karvinen

Use of Erigo Pro in stroke rehabilitation and the functional capacity assessment tools used in connection with it

Year	2025	Pages	62
------	------	-------	----

The aim of this thesis was to identify functional capacity assessment methods and measurement tools applicable in the rehabilitation of stroke patients using the Erigo Pro robotic rehabilitation device. The thesis was commissioned by the Physiotherapy Unit of Laakso Hospital, City of Helsinki. The objective was to support the development of rehabilitation services by providing evidence-based knowledge to assist in practical assessment.

The thesis was conducted as a narrative literature review. The knowledge base included scientific publications, national guidelines, and recommendations, such as the TOIMIA database and Current Care Guidelines. The material was limited to stroke rehabilitation and specifically to assessment tools suitable for evaluating the effectiveness of the Erigo Pro device before and after the rehabilitation period.

The results indicated that both objective performance measures and subjective questionnaires can be used in conjunction with the Erigo Pro. Recommended tools include the Functional Ambulation Classification (FAC), the 10-Meter Walk Test (10MWT), and the Berg Balance Scale. These tools enable a systematic and versatile assessment of rehabilitation outcomes.

It was concluded that assessing functional capacity during Erigo Pro training is both feasible and advisable. However, the selection of assessment tools should be based on the individual's functional status and rehabilitation goals. In the future, the development of a standardized assessment protocol for Erigo Pro-based rehabilitation is recommended.

Keywords: functional capacity, stroke, Erigo Pro, Functional capacity assessment tools

Sisällys

1	Johdanto.....	7
2	Opinnäytetyön työelämäkumppani	8
3	Aivoverenkiertohäiriö AVH	8
3.1	Esiintyvyys ja kuolleisuus	9
3.2	Taloudellinen merkitys	9
3.3	Riskitekijät	10
3.4	Aivoverenkiertohäiriöiden eri muodot	11
3.5	Oireet	12
4	Keskus- ja ääreishermosto	13
4.1	Keskushermosto	14
4.2	Ääreishermosto	15
4.3	AVH vaikutus hermostoon	16
5	Kävelyn vaiheet ja biomekaniikka	16
5.1	Aivoverenkiertohäiriön vaikutus kävelyyn	18
6	Toimintakyky.....	20
6.1	Toimintakyvyn arviointi	20
6.2	Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn arviointi.....	21
6.3	Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn mittarit	21
7	Aivoverenkiertohäiriön kuntoutus.....	22
7.1	Alkuvaiheen kuntoutus	23
7.2	Aktiivinen kuntoutus	23
7.3	Myöhäisvaiheen kuntoutus	24
8	Robottiikka kuntoutuksessa	24
9	Erigo Pro-kuntoutusrobotti.....	25
10	Tutkimusmenetelmän kuvaus.....	27
10.1	Aineiston kerääminen ja rajaaminen.....	28
10.2	Aineiston kerääminen ja tutkimusten valinta	30
11	Tulokset.....	36
11.1	Käytetyt toimintakyvyn mittarit ja testaus.....	38
11.2	Yleiset toimintakyvyn mittarit AVH-kuntoutuksessa	42
11.3	Tulosten yhteenveto	46
12	Johtopäätökset	47
13	Pohdinta	49
13.1	Jatkotutkimus ehdotus	50
13.2	Eettisyys.....	51
13.3	Opinnäytetyön prosessin pohdinta	52

Lähteet.....	53
Taulukot	60
Liitteet	61

1 Johdanto

Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) ovat merkittävä kansanterveydellinen haaste, joka voi heikentää toimintakykyä ja itsenäistä selviytymistä (Käypä hoito 2024; Kauranen 2021, 378-382). Kuntoutuksessa pyritään tukemaan toipumista ja edistämään liikkumis- ja toimintakyvyn palautumista (Kaste ym. 2015c). Yksi kehittyvistä menetelmistä AVH-kuntoutuksessa on robotiikan hyödyntäminen, erityisesti kävelyrobotit, jotka mahdollistavat varhaisen ja turvallisen liikeharjoittelun. (Töytäri & Kanto-Ronkanen 2022.)

Erigo Pro-kuntoutusrobotti on robottiaivusteinen laite, joka tukee pystyasennon harjoittelua ja alaraajojen aktivoimista. Sen avulla voidaan tarjota progressiivista ja yksilöllisesti säädettyä kuntoutusta, mikä voi auttaa AVH-kuntoutujia liikkumiskyvyn edistämisessä. (Hocoma 2023; Hocoma 2025.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää mitä toimintakykyä mittaavia mittareita kuntoutuksessa käytetään Erigo Pro-kuntoutusrobotin kanssa. Työssä tarkastellaan, millä menetelmillä ja mittareilla laitteen kuntoutuksellisia vaikutuksia on arvioitu. Koska alalla ei ole vielä vakiintuneita arviointikäytäntöjä, opinnäytetyö pyrkii kokoamaan tietoa käytössä olevista mittareista ja arviointimenetelmistä.

Opinnäytetyössä keskeiset tutkimuskysymykset olivat, mitä toimintakykymittareita on käytetty AVH-kuntoutujien arvioinnissa Erigo Pro -kuntoutusrobotin yhteydessä ja miten nämä mittarit soveltuvat sen käyttöön kuntoutuksessa. Tutkimuskysymykset nousivat opinnäytetyön tilaajan ja tekijöiden yhteisestä tavoitteesta selvittää Erigo Pro -robotin käyttöä AVH-potilaiden kuntoutuksessa sekä mittareita, joilla laitteen vaikuttavuutta voidaan arvioida.

Opinnäytetyö toteutetaan narratiivisena kirjallisuuskatsauksena, jonka avulla tarkastellaan aiempaa tutkimusta ja jäsennetään tietoa Erigo Pro-kuntoutusrobotista. Tulokset voivat tarjota hyödyllistä tietoa fysioterapian ja kuntoutuksen ammattilaisille sekä auttaa kehittämään arviointimenetelmiä robottiaivusteisen kuntoutuksen vaikuttavuuden mittaamiseen.

2 Opinnäytetyön työelämäkumppani

Opinnäytetyö tehdään Helsingin kaupungin fysioterapialle, joka toimii toimeksiantajana ja vielä tarkemmin Laakson sairaalan yksikölle, jossa itse laite sijaitsee. Työ liittyy Helsingin kaupungin Sosiaali-, terveys- ja pelastustoimialan sairaala-, kuntoutus- ja hoivapalveluihin.

Opinnäytetyön tilaaja toivoi selvitystä siitä, miten Erigo Pro-kuntoutusrobotia voitaisiin hyödyntää aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvien potilaiden toimintakyvyn parantamisessa sekä millä menetelmillä sen vaikuttavuutta voitaisiin arvioida. Tällä hetkellä käytännön työssä ei ole käytössä varsinaisia toimintakyvyn mittareita Erigo-kuntoutusroboti kuntoutujille. Ennen harjoittelun aloittamista käydään läpi kontraindikaatiolista (liite 1) ja mikäli vasta-aiheita ei ilmene, pyydetään lääkäriltä kirjallinen lupa harjoitteluun. Laitteesta on saatavilla harjoitteludataa, kuten askelnopeus, kallistuskulma ja harjoituksen kesto, mutta tämä tieto ei yksin riitä kuvaamaan kuntoutujan toimintakykyä tai sen muutoksia ilman lisäseurantaa, kuten verenpaineen tai yleisvoiminnan mittaamista. Tämän vuoksi hoidon vaikuttavuuden arviointi on haastavaa.

Tilaaja toivoi, että opinnäytetyön avulla voitaisiin löytää tutkimusnäyttöön perustuvia, luotettavia toimintakyvyn mittareita, joita voitaisiin käyttää kuntoutuksessa Erigo Pro-kuntoutusrobotin kanssa ennen ja jälkeen harjoittelujakson. Tavoitteena on saada käyttöön konkreettisia mittareita, joiden avulla voidaan arvioida harjoittelun vaikutuksia toimintakykyyn ja tuke näin kuntoutuksen vaikuttavuuden seurantaa käytännön työssä.

Työn tavoitteena on siis selvittää, mitä toimintakyvyn arviointimenetelmiä voidaan käyttää aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvien potilaiden toimintakyvyn mittaamiseen Erigo Pro-kuntoutusrobotin käytön yhteydessä. Tällä hetkellä ei ole käytössä standardoituja tai vakiintuneita mittareita, joten kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään kokoamaan ajankohtainen ja tutkimusnäyttöön perustuva katsaus käytössä olevista arviointimenetelmistä.

Tarkoituksena on tunnistaa mittareita, jotka soveltuvat käytettäväksi ennen ja jälkeen harjoittelujakson ja jotka mahdollistavat kuntoutuksen vaikuttavuuden seurannan.

Tutkitun tiedon pohjalta laadittava katsaus tukee Helsingin kaupungin fysioterapian kuntoutuspalveluiden kehittämistyötä, sekä tarjoaa käytännön työn tueksi luotettavaa tietoa toimintakyvyn muutosten arvioimiseksi. Näin opinnäytetyö palvelee tilaajan toivetta saada käyttöön selkeitä ja konkreettisia välineitä Erigo Pro-kuntoutusrobotin tulosten arviointiin.

3 Aivoverenkiertohäiriö AVH

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on yhteisnimitys, joka kattaa aivoverisuonten ja aivoverenkierron sairaudet kuten aivohalvaus, aivoinfarkti, aivojensisäinen verenvuoto (ICH), lukinkalvonalainen verenvuoto (SAV) ja aivolaskimoiden tromboosi (sinustromboosi) (Käypä hoito 2024).

Aivojen toiminta on jatkuvasti riippuvainen hapen ja glukoosin saannista verenkierron kautta, joten verenkierron häiriöt voivat johtaa vakaviin vaurioihin keskushermostossa (Kaste ym. 2015a).

3.1 Esiintyvyys ja kuolleisuus

Suomessa aivohalvauksen esiintyvyys vuonna 2009 oli noin 82 000, mikä vastasi noin 1,5 % väestöstä (Meretoia ym. 2011). Aivoverenkiertohäiriöihin sairastuu Suomessa vuosittain noin 24 000 henkilöä, joista neljännes on työikäisiä (Kaste ym. 2015a). Aivoinfarkti muodostaa suurimman osan aivoverenkiertohäiriöistä, ollen 79 % kaikista tapahtumista Suomessa vuonna 2013. Aivoinfarktien ilmaantuvuus on pienentynyt 2000-luvulla ja samankaltaista kehitystä on havaittu hyvinvointivaltioissa maailmanlaajuisesti. Kansainvälisesti aivoverenkiertohäiriöt ovat neljänneksi yleisin kuolinsyy. (Käypä hoito 2024; Feign ym. 2014.)

Vuonna 2010 keski-ikä ensimmäiseen aivoinfarktiin sairastuneilla oli 72,7 vuotta, 51,2 % sairastuneista oli miehiä ja 21 % potilaista oli työikäisiä. Yksi kymmenestä sai uuden aivoverenkiertohäiriön vuoden sisällä. Aivoinfarkteihin sairastuneiden vuosittainen määrä on pysynyt lähes samana 2000-luvulla, vaikka tapahtumien määrä on vähentynyt, eli uudelleen aivoinfarktiin sairastuneiden määrä on siis pienentynyt väestön ikääntymisestä huolimatta. Kuitenkin Suomessa alle 45-vuotiaiden miesten sairastuvuus on noussut 1,5-kertaiseksi 2010 mennessä. (Käypä hoito 2024.)

Aivoinfarkteihin kuoli Suomessa 2013 yhteensä 2 686 henkilöä, joka on 5 % kaikista kuolemansyistä ja kaikkiin aivoverenkiertohäiriöihin kuoli noin 5 000 henkilöä, joka on 8 %. Aivoverenkiertohäiriöt ovat kolmanneksi yleisin kuolinsyy Suomessa ja maailmanlaajuisesti aivoverenkiertohäiriöt ovat neljänneksi yleisin kuolinsyy. Niiden osuus kaikista kuolemista on noin 12 %. Kuolleisuus on vähentynyt hyvinvointivaltioissa, mutta aivoinfarktin kuolleisuus alle 50-vuotiailla on moninkertainen normaaliin väestöön verrattuna. (Kaste ym. 2015a; Käypä hoito 2024.)

3.2 Taloudellinen merkitys

Aivoverenkiertohäiriöt (AVH) aiheuttavat merkittäviä kustannuksia terveydenhuoltojärjestelmälle. Suomessa ensi kertaa aivoinfarktiin sairastuneen ensimmäisen vuoden suorien terveydenhuoltokulujen mediaani oli vuonna 2007 noin 15 500 dollaria ja keskimääräiset kustannukset olivat 29 600 dollaria. Elinikäisten kustannusten arvioidaan olevan noin 86 000 euroa, josta kaksi kolmasosaa aiheutuu suoraan AVH:sta. (Käypä hoito 2024.)

Akuuttihoidon ja varhaisen kuntoutuksen osuus ensimmäisen vuoden kustannuksista on yli puolet ja toimintakyvyn heikkeneminen lisää hoitokuluja merkittävästi. Aivoinfarktin uusiutuminen ensimmäisen vuoden aikana kasvattaa vuosikustannuksia jopa 46 %. (Käypä hoito 2024.)

Nopeasti toteutettu tutkimus ja hoito voivat vähentää ensimmäisten kolmen kuukauden hoitokustannuksia (Meretoja ym. 2011).

AVH on Suomessa kolmanneksi kallein kansantauti mielenterveyden häiriöiden ja dementian jälkeen. Sen hoitoon kuluu vuosittain noin 400 000 erikoissairaanhoidon ja 1,5 miljoonaa perusterveydenhuollon hoitopäivää. Vuonna 1999 aivoverenkiertohäiriöiden hoitokustannukset Suomessa olivat noin 436 miljoonaa euroa, mikä vastasi 6,1 % terveydenhuollon kokonaiskustannuksista. Väestön ikääntyessä sairastuneiden ja hoitopäivien määrä voi jopa kaksinkertaistua vuoteen 2030 mennessä, ellei ehkäisyä, hoitoa ja kuntoutusta kehitetä merkittävästi. (Kaste ym. 2015a.)

3.3 Riskitekijät

Aivoverenkiertohäiriöiden riskiin vaikuttavat sekä yksilölliset tekijät, kuten ikä ja sukupuoli, että elintavat, kuten tupakointi, ravitsemus ja liikunnan määrä. Tietty sairaudet, kuten koronnut verenpaine ja diabetes, voivat lisätä sairastumisriskiä. Koska suurin osa aivoverenkiertohäiriöistä ovat iskeemisiä, niiden taustalla on usein ateroskleroosi, jota edistävät samat tekijät kuin sydän- ja verisuonisairauksissa. Ennaltaehkäisyn kannalta keskeistä on riskitekijöiden hallinta, erityisesti elämäntapamuutosten ja sairauksien tehokkaan hoidon avulla. (Kaste ym. 2015b.) Aivoverenkiertohäiriöiden riskitekijät voidaan jakaa niihin, joihin ei voida vaikuttaa, sekä elintapoihin ja sairauksiin, joihin voidaan vaikuttaa hoidolla ja elämäntapamuutoksilla (Käypä hoito 2024).

Aivoverenkiertohäiriöiden riskiin vaikuttavat tekijät, joihin ei voida suoraan vaikuttaa, kuten ikä, sukupuoli, perinnöllisyys ja etnisyys. Aivoinfarktin riski kasvaa iän myötä. Alle 75-vuotiailla miehillä se on kaksinkertainen verrattuna naisiin. Kuitenkin naiset sairastuvat useammin vanhemmalla iällä kuin miehet. Geneettiset tekijät vaihtelevat aivoinfarktin eri etiologiaryhmissä. Myös etnisyys vaikuttaa sairastumisriskiin. Esimerkiksi afroamerikkalaisilla riski on keskimääräistä suurempi. (Käypä hoito 2024.)

Elintavoilla on merkittävä vaikutus aivoverenkiertohäiriöiden riskiin. Tupakointi, runsas alkoholin käyttö, lihavuus, epäterveellinen ruokavalio, vähäinen liikunta ja korkea suolansaanti lisäävät sairastumisriskiä. Psykkinen kuormitus, matala koulutustaso ja alhainen sosioekonominen asema voivat osaltaan lisätä alttiutta sairastua. (Käypä hoito 2024.)

Tupakointi moninkertaistaa aivoinfarktin riskin ja edistää verisuonimuutoksia, kuten aneurysman kehittymistä ja repeämistä. Riski kasvaa annosriippuvaisesti ja myös passiivinen tupakointi lisää sairastumisriskiä. Runsa alkoholin käyttö, erityisesti humalahakuinen juominen sekä yli 30 annosta kuukaudessa, kasvattaa aivoverenkiertohäiriöiden todennäköisyyttä. Lisäksi huumeiden käyttö voi lisätä sekä aivoinfarktin että aivoverenvuodon riskiä. (Käypä hoito 2024; Kaste ym. 2015b.)

Epäterveellinen ravitsemus vaikuttaa sydämen ja verenkierron terveyteen, lisäten siten myös aivoverenkiertohäiriöiden riskiä. Kohonneet kolesterolitasot ja rasva-aineenvaihdunnan häiriöt liittyvät iskeemisiin aivoverenkiertohäiriöihin. Runsas suolan käyttö kohottaa verenpainetta, mikä puolestaan lisää aivohalvauksen vaaraa. Myös D-vitamiinin puute voi olla yhteydessä suurentuneeseen riskiin. Lihavuus ja siihen liittyvät aineenvaihdunnalliset häiriöt sekä suuri vyötärö-lantiosuhde lisäävät sairastumisen todennäköisyyttä. Vähäinen liikunta on myös merkittävä riskitekijä. (Käypä hoito 2024; Kaste ym. 2015b.)

Sairauksista erityisesti kohonnut verenpaine on merkittävin hoidettavissa oleva riskitekijä ja sen hallinta voi vähentää aivoverenkiertohäiriöiden riskiä jopa 35 prosenttia. Muita merkittäviä riskitekijöitä ovat diabetes, dyslipidemia, sydänsairaudet, kaulavaltimoahtauma, kuorsaus ja uniapnea sekä migreeni, erityisesti nuorilla naisilla. Lisäksi suun terveyteen liittyvät periodontaaliset sairaudet voivat olla yhteydessä aivoverenkiertohäiriöiden esiintymiseen. Näiden sairauksien hoito joko lääkityksellä tai elämäntapamuutoksilla on keskeinen osa ennaltaehkäisyä ja riskin pienentämistä. (Käypä hoito 2024.)

3.4 Aivoverenkiertohäiriöiden eri muodot

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on yleisnimitys aivojen verenkierron häiriöille. Aivoverenkiertohäiriöt voidaan jakaa iskeemisiin aivoverenkiertohäiriöihin ja valtimovuotoihin. Iskeemisiä aivoverenkiertohäiriöitä on ohimenevä iskeeminen kohtaus, eli TIA ja aivoinfarkti, jota jaetaan suurten suonten tautiin (brain infarct), pienten suonten tautiin (lacunar infarct) ja sydänperäisiin embolioihin (cardiac embolism). Näistä voidaan myös käyttää perinteistä kliinistä nimitystä aivohalvaus. Valtimovuotoihin kuuluvat valtimovuoto aivoaineeseen eli aivoverenvuoto (haemorrhagia cerebialis, brain hemorrhage), sekä valtimovuoto lukinkalvonalaan eli subaraknoidaalivuoto, SAV (subarachnoidal hemorrhage). (Kaste ym. 2015a; Käypä hoito 2024.)

Aivohalvaus voi johtua, kun aivovaltimo joko tukkeutuu tai vuotaa. Valtimon tukkeuma johtaa hapenpuutteeseen verisuonen suonitusalueella, mikä aiheuttaa aivokudoksen alueelle kuolion, eli infarktin. Infarktin oireisiin vaikuttaa mihin aivoalueeseen se syntyy. Aivoverenvuodossa veren vuotaminen aivokudokseen lisää painetta ympäröivälle alueelle, häiriten hermokudoksen toimintaa. (Atula 2023a.)

Ohimenevän TIA:n syyt ovat samat kuin aivohalvauksessa, mutta ei tee pysyvää vahinkoa ja oireet poistuvat usein tunnin sisällä ja viimeistään 24 tunnin kuluessa. Vaikka oireet poistuvat ei tämä tarkoita, että tilanne on vaaraton. Noin yhdeksän kymmenestä saa aivohalvauksen viikon sisään TIA-oireestaan. (Atula 2023b.)

Aivovaltimon veritulppa johtuu yleensä valtimoiden kovettumataudista eli ateroskleroosista, mikä lisää sepelvaltimotaudin riskiä. Ateroskleroosin kaventamaan suoneen voi kehittyä

verihyytymä, joka lopulta tukkii sen. Noin neljäsosa aivoinfarkteista johtuu sydäimestä lähtöisin olevasta verihyytymästä eli emboliasta. Embolia kulkeutuu veren mukana valtimoita pitkin, kunnes se tukkii aivovaltimon haaran. Noin 15 % aivohalvauksista aiheutuu aivovaltimon repeämisestä ja sitä seuranneesta verenvuodosta aivokudoksen sisään. (Atula 2023a.)

3.5 Oireet

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) voi aiheuttaa laaja-alaisia fyysisiä, kognitiivisia ja psyykkisiä oireita, jotka vaikuttavat merkittävästi toimintakykyyn ja elämänlaatuun. Oireiden esiintyvyys ja vaikeusaste riippuvat vaurion sijainnista ja laajuudesta. (Kauranen 2021, 378-382.) Keskushermosto tarvitsee jatkuvasti happea ja glukoosia, joita se saa verenkierron välityksellä. Verenkierron häiriöt voivat johtaa nopeasti keskushermoston pysyviin vaurioihin. (Kaste ym. 2015.)

AVH vaikuttaa usein lihastoimintoihin ja tuntoaistimuksiin. Yleisimmät motoriset oireet ovat spastisuus ja hypotonia, jotka ilmenevät lihasten jäykkyytenä tai heikkoutena. Apraksia eli kyvyttömyys suorittaa tahdonalaisia liikkeitä voi vaikeuttaa päivittäisiä toimintoja. Proprioseptiikan heikentyminen (30 %) eli kehon asennon ja liikkeen hahmottamisen vaikeus voi heikentää liikkumista ja tasapainoa. Tuntohäiriöt ovat yleisiä (70 %) ja voivat ilmetä esimerkiksi tunnottomuutena tai poikkeavana tuntoaistimuksena. (Kauranen 2021, 382.)

Puheen ja kielen tuottaminen sekä ymmärtäminen voivat heikentyä. Afasiat, kuten puheen tuottamisen ja ymmärtämisen vaikeudet (30 %), voivat vaikeuttaa vuorovaikutusta. Dysartria (50 %) eli puheen motorinen häiriö voi aiheuttaa epäselvää ja heikosti artikuloitua puhetta. Myös nielemisvaikeudet, eli dysfagia (50 %) on yleinen AVH:n jälkiseurauksena ja siihen liittyy pureskeluvaikeuksia, viivästynyttä nielemistä, vajavaista nielemisrefleksiä sekä aspiraatioriski, mikä voi altistaa keuhkokuumeelle. (Kauranen 2021, 382.)

Aivoverenkiertohäiriöön voi vaikuttaa muistiin, tarkkaavaisuuteen ja toiminnanohjaukseen. Muistiongelmät (30 %) ja tarkkaavaisuushäiriöt voivat heikentää arjessa selviytymistä. Lisäksi voi esiintyä juuttumista, multi-infarktidentiaa (10 %) ja deliriumia, joka ilmenee sekavuutena. Akuuttivaiheessa voi esiintyä tajunnan tason heikentymistä, joka vaihtelee lievästä sekavuudesta tajuttomuuteen. (Kauranen 2021, 382.)

Mielialan vaihtelut ovat tavallisia Aivoverenkiertohäiriön jälkeen. Masennusta esiintyy 40 %:lla potilaista ja joillakin ilmenee pakkoitua ja -aurua (20 %), apatiaa (20 %) tai euforiaa. Lisäksi voi ilmetä vaikeuksia tunneilmaisussa ja -tulkinnassa. (Kauranen 2021, 382.)

Aivoverenkiertohäiriö voi vaikeuttaa päätöksentekoa ja ongelmanratkaisua. Tavallisia oireita ovat keskittymisvaikeudet, toiminnan lyhytjännitteisyys, ajatuksen katkeilu ja virheelliset havainnot ja tulkinnat. (Kauranen 2021, 382.)

Hahmottamisen ongelmia esiintyy 40 %:lla Aivoverenkiertohäiriö potilaista. Visuaalinen, audiitiivinen ja taktilinen agnosia voivat vaikeuttaa esineiden ja äänien tunnistamista. Neglect-oireyhtymä tarkoittaa vaurion vastakkaisen puolen huomiotta jättämistä. Pusher-oire voi aiheuttaa kehon epäsymmetristä kallistumista ja vaikeuttaa pystyasennon hallintaa. Anosognosia eli oireiden tiedostamattomuus voi vaikeuttaa kuntoutusta. (Kauranen 2021, 382.)

Aivoverenkiertohäiriö voi myös aiheuttaa virtsaamisvaikeuksia, kuten inkontinenssi (30 %), tihentynyttä virtsaamistarvetta ja virtsatieinfektiota. Myös ummetusta, ripulia ja ulosteen pidätyskyvyttömyyttä voi esiintyä. (Kauranen 2021, 382.)

AVH lisää verenkiertohäiriöiden riskiä. Syvä laskimotromboosi (50 %) ja keuhkoembolia voivat vaarantaa potilaan terveyden. Lisäksi voi esiintyä sydän- ja keuhkofunktioiden heikentymistä, kuormittumisherkkyttä ja kestävyden heikentymistä. Pitkittynyt liikunnan puute ja lihasten heikentyminen voivat johtaa lihasatrofiaan, osteoporoosiin ja olkanivelen subluksaatioon. Myös kaatumis- ja murtumisriski on lisääntynyt. (Kauranen 2021, 382.)

Aivoverenkiertohäiriöistä hengissä selvinneistä noin puolelle jää tuntuva haitta, kuten halvaus, afasia tai muu kognitiivinen häiriö. Kolmen kuukauden kuluttua sairastumisesta noin kaksi kolmasosaa eloonjääneistä on omatoimisia päivittäisissä toiminnoissaan ja vain noin 10 % tarvitsee jatkuvaa apua vuode- tai pyörätuolipotilaana. (Kaste ym. 2015.)

4 Keskus- ja ääreishermosto

Päivittäisten toimintojen toteutuminen on riippuvainen hermoston ja elinjärjestelmien välisestä yhteistyöstä. Hermosto kerää ja yhdistää elimistön sisä- ja ulkopuolelta peräisin olevat ärsykkeet kokonaisuudeksi ja säätelee esimerkiksi luustolihaksien toiminnan sopivaksi ympäristöön. (Sandström & Ahonen 2011, 3.) Rakenteensa puolesta ihmisen hermosto voidaan jakaa kahteen osaan keskushermostoon, joka koostuu aivoista sekä selkäytimestä ja ääreishermostoon, joka sisältää aivo ja selkäydinhermot (Risto 2023a, 88).

Hermosto koostuu hermosoluista eli neuroneista ja tuki- eli gliasoluista. Neuronit ovat erikoistuneet fysikaalisiin ja kemiallisiin ärsykkeisiin ja ne tuottavat sekä välittävät sähköisiä signaaleja eli aktiopotentiaaleja sekä erittävät välittäjäaineita. Neuronien toiminnot mahdollistavat muun muassa oppimisen, aistimisen, muistin ja lihasten toiminnan säätelyn. (Risto 2023b, Hermostolujen fysiologiaa.) Gliasolutyyppejä on useita ja näillä on useita erilaisia tehtäviä. Gliasolujen tehtäviin kuuluu muun muassa hermosoluja suojaavan tukiverkon muodostaminen ja hermosoluja ympäröivän kudoksen koostumuksen pysyminen mahdollisimman vakaana. (Sand, Sjaastad, Haug Bjålie & Toverud 2012, 105.)

4.1 Keskushermosto

Keskushermosto, johon kuuluvat aivot ja selkäydin, säätelee motorisia toimintoja, elinjärjestelmiä ja korkeampia kognitiivisia prosesseja. Se yhdistää motoriset toiminnot aistiärsyksiin ja ylläpitää homeostaasia. (Risto 2023a, 102.) Ihmisen keskushermoston muodostavat aivot ja selkäydin (Soinila 2015a).

Aivot koostuvat isoaivoista, väliaivoista, keskiaivoista, taka-aivoista ja aivorungosta (Risto 2023a, 102). Aivojen ylin osa on isoivot, joka koostuu kahdesta puoliskosta eli hemisfääristä. Väliaivot yhdistävät isoivot aivorunkoon, joka jakautuu kolmeen osaan: keskiaivot, taka-aivot ja ydinjatke. Aivot ja selkäytimen yhdistää ydinjatke, joka on aivojen alin osa. Ydinjatkeen alaosa kapenee ja muuttuu ilman selkeää rajaa selkäytimeksi. (Soinila 2015a.) Selkäydin sijaitsee selkärangan sisällä olevassa selkäydinkanavassa ja ulottuu kallonpohjan aukosta (foramen magnum) alas ensimmäisen lannenikaman alaosan tasolle. Se on noin 40-60 cm pitkä ja 1-1,5 cm paksu hermorakenne. (Soinila 2015b).

Isot aivot (cerebrum) muodostavat 80 % aivojen kokonaismassasta ja jakautuvat kahteen puoliskoon, joita yhdistää aivokurkiainen (corpus callosum). Aivokuori (korteksi) on 2-4 mm paksu harmaan aineen kerros, jonka alla on valkoinen aine. Aivopuoliskot jakautuvat lohkoihin: otsalohko säätelee liikkeitä, päälakilohko aistikokemuksia, ohimolohko ääniä ja visuaalisia ärsykeitä, takaraivolohko näköaistimuksia ja aivosareke autonomisia toimintoja. Peilisolut yhdistävät aistitiedon ja motoriset toiminnot ja vaikuttavat sosiaalisiin taitoihin. (Risto 2023a, 102.)

Väliaivot (diencephalon) sisältävät talamuksen, epitalamuksen, hypotalamuksen ja osan aivolisäkkeestä. Talamus toimii aistitiedon jakelukeskuksena, epitalamus säätelee vuorokausirytmiiä ja hypotalamus ohjaa nälkää, janoa, hormonieritystä ja tunteita. Aivolisäke (hypofyyysi) erittää hormoneja, jotka vaikuttavat kehon toimintoihin. (Risto 2023a, 111.)

Keskiaivot (mesencephalon) säätelevät motorisia toimintoja sekä näkö- ja kuuloaistimuksia. Tärkeisiin rakenteisiin kuuluvat isoaivoarret, punatumake ja mustatumake, jotka osallistuvat liikkeiden säätelyyn. (Risto 2023a, 112-113.)

Taka-aivot (rhombencephalon) sisältävät aivosillan, pikkuaivot ja ydinjatkoksen. Aivosilta yhdistää pikkuaivot muihin aivoalueisiin ja osallistuu hengityksen säätelyyn. Pikkuaivot kontrolloivat liikkeiden tarkkuutta ja motorista oppimista. Ydinjatkos yhdistää aivot ja selkäytimen ja säätelee elintärkeitä autonomisia toimintoja. Sen pyramidiradoissa tapahtuu hermoratojen risteäminen, mikä mahdollistaa kehon vastakkaisten puolien motorisen hallinnan. (Risto 2023a, 113.)

Selkärangassa sijaitsevassa selkäytimessä on nousevia sekä laskevia hermoratoja. Nousevat hermoradat välittävät aistitietoa iholta, lihaksista, nivelistä sekä sisäelimestä aivokuorelle, jossa tiedon laatu ja voimakkuus tulkitaan. Aistitieto risteää ydinjatkoksessa tai selkäytimen tasolla, minkä vuoksi kehon vasemman puolen aistitieto käsitellään oikeassa aivopuoliskossa. Laskevat hermoradat jaetaan pyramidaali- ja ekstrapyramidaaliratoihin. Pyramidaaliradoilla säädellään lähinnä tahdonalaisista, tarkkuutta vaativista liikkeistä, eli hienomotoriikkaa. Suurin osa näistä radoista risteää ydinjatkoksessa, minkä vuoksi oikean aivopuoliskon vaurio vaikuttaa kehon vasemmalle puolelle. Ekstrapyramidaaliradat säätelevät automaattisia motorisia toimintoja, kuten tasapainoa ja lihasjäntevyyttä, eli karkeamotoriikkaa. (Risto 2023a, 114.)

4.2 Ääreishermosto

Keskushermoston ja muun elimistön välisistä neuraalisista yhteyksistä vastaavat ääreishermosto (Soinila 2015c). Ääreishermosto muodostuu selkäytimestä ja aivorungosta lähtevistä hermopareista (Sand, Sjaastad, Haug Bjälje & Toverud 2012; Risto 2023b, Keskus- ja ääreishermosto).

Aivohermoja on 12 paria ja niiden järjestysnumero ilmaisee lähtökohdan siinä järjestyksessä missä ne sijoittuvat edestä taakse ja niiden nimet viittaavat niihin yhteydessä oleviin rakenteisiin. (Risto 2023b, Keskus- ja ääreishermosto; Soinila 2015). Aivohermot ovat toiminnallisesti monimuotoinen ryhmä, johon kuuluu somatomotorisia, somatosensorisia, aisteihin liittyviä sekä parasympaattisen hermoston viskeraalisia motorisia ja sensorisia hermoja (Soinila 2015). Aivohermoja ovat seuraavat: I, hajuhermot (nervus olfactorius), II, näköhermo (nervus opticus), III, silmän liikehermo (nervus oculomotorius), IV, telahermo (nervus trochlearis), V, kolmoishermo (nervus trigeminus), VI, loitontajahermo (nervus abducens), VII, kasvohermo (nervus facialis), VIII, kuulo-tasapainohermo (nervus vestibulocochlearis), IX, kieli-kitahermo (nervus glossopharyngeus), X, kiertäjähermo (nervus vagus), XI, lisähermo (nervus accessorius) ja XII, kielen liikehermo (nervus hypoglossus) (Risto 2023b, Keskus- ja ääreishermosto).

Selkäydinhermoja on 31, joista 8 lähtee kaularangan (C0-C7), 12 rintakehän (Th1-Th12), 5 lannerangan, 5 ristiluun (S1-S5) ja 1 häntäluun (Co) alueelta. Selkäydinhermoista kaikki ovat sekahermoja eli ne sisältävät sekä motorisia että sensorisia hermosäikeitä. Selkäydinhermo jakautuu takajuureen ja etujuureen. Takajuuren kautta aistireseptoreista tuleva tieto siirtyy selkäytimen aistiratoihin, kun taas etujuuren kautta liikehermot välittävät käskyjä lihaksiin. Takajuuren kohdalla on laajentuma, spinaaliganglio, jossa sijaitsevat aistihermosolujen solukeskukset. Somaattisten liikehermosolujen solukeskukset puolestaan sijaitsevat selkäytimen harmaan aineen etusarvessa, kun taas autonomisen hermoston motoristen hermosolujen solukeskukset sijaitsevat selkäytimen ulkopuolisissa hermosolukeskuksissa eli ganglioissa. (Risto 2023b, Keskus- ja ääreishermosto.)

4.3 AVH vaikutus hermostoon

Aivoverenkiertohäiriö vaikuttaa sekä keskushermostoon, että autonomiseen hermostoon, aiheuttaen laaja-alaisia muutoksia, joilla voi olla pitkäaikaisia seurauksia. Aivoverenkiertohäiriön (AVH) jälkeen keskushermosto mukautuu vaurion aiheuttamiin muutoksiin ajan myötä. Aluksi motorisen verkoston yhteydet heikentyvät, mutta kuntoutuksen ja ajan myötä ne voivat vahvistua ja saavuttaa terveiden henkilöiden tasoa. Yhteyksien lisääntyminen on yhteydessä motorisen toimintakyvyn paranemiseen. Pitkällä aikavälillä voi muodostua uusi satunnaisempi yhteysverkosto. (Desowska & Turner 2019.)

Aivoverenkiertohäiriön jälkeinen hermoston sopeutumis- ja uudelleenjärjestäytymisprosessi tunnetaan nimellä neuroplastisuus (Mojtabavi, Shaka, Momtazmanesh, Ajdari & Rezaei 2022). Suurinta plastisuutta havaitaan aivoverenkiertohäiriön jälkeen ensimmäisen 1-3 kuukauden aikana. Harjoittelu ei vain hyödynnä olemassa olevaa plastisuutta, vaan suuntaa sitä. Esimerkiksi motoristen taitojen harjoittelu voi laajentaa motorisen aivokuoren aktivoitumista vaurioalueen ympärille. Ilman harjoittelua plastisuus voi suuntautua tehottomasti tai jopa haitallisesti. Näiden ensimmäisten kuukausien aikana synapsien muodostus, hermosolujen muovautuvuus ja Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) ovat huipussaan. (Zeiler & Krakauer 2013.) BDNF on hermokasvutekijä, jolla on keskeinen rooli neuroplastisuuden säätelyssä aivoverenkiertohäiriön jälkeen ja sen aleneminen vaikuttaa kielteisesti neuroplastisuuteen, eli hermoston kykyyn sopeutua ja uusiutua. BDNF:n lasku myös haittaa kognitiivista ja motorista toimintaa, sekä tunne-elämää ja vaikutus voi olla pysyvä ilman kuntoutusta. (Mojtabavi ym. 2022.)

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) vaikuttaa myös merkittävästi autonomisen hermoston toimintaan. Sympaattisen hermoston yliaktiivisuus ja parasympaattisen hermoston toiminnan heikkeneminen voivat osaltaan lisätä sydämen rytmihäiriöiden riskiä ja heikentää sydämen sykkeen vaihtelua. Lisäksi nämä autonomisen hermoston muutokset ovat yhteydessä aivoverenkiertohäiriön jälkeiseen kohonneeseen infektioriskiin. (Dorrance & Fink 2015.)

AVH käynnistää immuuni- ja tulehdusreaktioita sekä vaurioituneella aivoalueella että muualla elimistössä. Vaikka immuunivasteen heikkeneminen voi vähentää aivovaurion laajuutta, se myös hidastaa aivojen korjaantumista ja lisää vakavien bakteeri-infektioiden riskiä. Autonominen hermosto on keskeinen tekijä immuunijärjestelmän säätelyssä, ja sympaattisen sekä parasympaattisen hermoston muutokset vaikuttavat immuunivasteeseen välittäjäaineiden ja niiden reseptorien kautta (Zhu ym. 2022.)

5 Kävelyn vaiheet ja biomekaniikka

Ihmisen kävelyä voidaan analysoida tarkastelemalla askelsykliä. Yhdessä askelsykliässä otetaan askelpari eli askelletaan kerran molemmalla jalalla. (Sandström & Ahonen 2011, 297.) Askel

jakautuu tuki- ja heilahdusvaiheeseen, josta tukivaihe käsittää noin 60 % ja heilahdusvaihe noin 40 % askelsyklin ajallisesta kestosta. Näistä tukivaihe voidaan jakaa vielä viiteen osaan ja heilahdusvaihe kolmeen. (Väyrynen 2023.)

Askelsyklin aloittaa alkukontakti ja kuormitusvaste, joista ensimmäinen on hyvin lyhyt, vain noin kaksi prosenttia syklistä ja yhdessä kuormitusvasteen kanssa ne käsittävät 10 % syklin alusta (Sandström & Ahonen 2011, 297-298; Väyrynen 2023). Alkukontaktissa ylempi nilkkanivel on 90 asteen kulmassa, alempi nilkkanivel 2-4 astetta supinaatiossa, jolloin kantapään keskikohta osuu alustalle ja kantaluu rullautuu kantaluun kyhmyn yli. Kuormitusvasteessa tapahtuu ensimmäinen iskunvaimennus alustasta välittyvää reaktivoimaa vastaan, jolloin vastaanotossa syntyy jalkaterässä pronaatio ja tukiraja kiertyy aavistuksen sisäänpäin. Jalkapohjassa kuormituslinja kulkee kaarevasti kantapään keskiosasta, kohti jalkaterän ulkoreunaa ja edelleen ensimmäisen ja toisen jalkapöytäluun kärkipäiden alueelle. Kehon kuormitus siirtyy tukirajalle ja takimmainen alaraaja irtoaa alustasta. Liike rullautuu eteenpäin kantakeinun kautta. (Väyrynen 2023)

Keskitukivaihe voidaan jakaa kahteen osaan: varhaiseen ja myöhäiseen keskitukivaiheeseen ja se käsittää noin 20 % askelsyklistä. Vaiheen aikana jalkaterä on kiinni alustalla ja kehon painopiste siirtyy runsaasti eteenpäin. Jalkapohjassa kuormitus siirtyy kantapään lisäksi jalkaterän keskiosan kautta etuosaan ja varpasiin. Varhaisessa keskitukivaiheessa kehon painopiste siirtyy nilkkakeinun yli eteenpäin, polvi koukistuu noin 15-20 asteetta, lantio kiertyy horisontaalisesti kohti keskiasentoa ja kuormitus siirtyy yhden alaraajan varaan, jolloin alaraajassa havaitaan hieman sisäkiertoa osana kehon luontaista iskunvaimennusta. Myöhäisessä keskitukivaiheessa lantio jatkaa kiertymistä, mikä aiheuttaa tukirajaan ulkokiertoa ja tämän myötä alemman nilkkanivelen supinaatiota. Ylemmän nilkkanivelen dorsaalifleksio lisääntyy sääriin liikkeessä eteenpäin ja polvi ojentuu, jonka vuoksi myös lonkassa tapahtuu ojennus passiivisesti. Horisontaalitasolla lantio on kiertynyt tukirajan puolelta taaksepäin ja lonkkanivelessä tapahtuu pieni lähennysliike. (Väyrynen 2023.)

Päätöstukivaiheessa alussa tukirajan kantapää irtoaa alustasta ja se päättyy, kun vastakkaisen alaraajan kantapää koskettaa alustaa. Vaihe käsittää noin 20 % askelsyklistä ja liikkeen tukipiste on päkiänivelillä kehon kuormituksen liikkeessä päkiäkeinun yli. Päätöstukivaiheessa kantapään irrotessa alustalta kehon paino on hetkellisesti pienen tukipinnan varassa tukirajan etuosassa. Ylemmässä nilkkanivelessä ollessa 90 asteen kulmassa alaraajan lihasten työkentely muuttuu konsentrisesta eksentriseksi. Polvinivel suoristuu suorimilleen, jolloin se lisää askelpituutta, mutta pysyy kuitenkin muutaman asteen koukistuneena. Tukirajan ollessa takana lonkkanivelessä tapahtuu ojennusta, loitonusta sekä ulkokiertoa ja vastakkaisen puolen lantio nousee vaakatasoon. (Väyrynen 2023.)

Esiheilahdusvaihe käsittää noin 10 % syklistä ja alkaa, kun tukiraaajan vastapari osuu alustaan ja päättyy taaemman eli ponnistavan jalan varpaiden irrotessa alustasta. Varpaiden alustasta irrotessa nilkassa on plantaarifleksio, joka on maksimissaan noin 20 astetta ja jalkaterän supinaatio jatkuu aina heilahdusvaiheeseen asti. Vaiheen alussa lonkan ojennus muuttuu koukistukseksi saavuttaen neutraaliasennon vaiheen lopussa. Polvi koukistuu ja kiertyy ulospäin passiivisesti ja alaraajan ollessa vielä alustalla. Kehon painopiste siirtyy vastakkaiselle raajalle ja näin ollen ponnistavan raajan lantionpuolisko laskee frontaalitasossa. (Väyrynen 2023.)

Alkuheilahdusvaihe aloittaa kävelysyklin heilahdusvaiheen ja se käsittää noin 13 % koko syklistä. Vaiheen alussa varpaiden irrotessa alustalta alkaa eteenpäin liikettä vievä alaraajan kiihdytysvaihe. Lonkka koukistuu vaiheessa noin 15 astetta ja polvi noin 60 astetta. (Väyrynen 2023.) Alkuheilahdusvaihe päättyy, kun heilahtava alaraajan nilkka ohittaa sivustapäin katsottuna tukijalan nilkan (Sandström & Ahonen 2011, 297-298).

Askelsykli jatkuu keskiheilahduksella, mikä käsittää noin 14 % syklistä. Keskiheilahduksessa liikkeen eteneminen on pienempää edelliseen vaiheeseen verrattuna ja se päättyy heilahtavan säären saavuttaessa sagittaalitasolla pystysuoran asennon. Alemmassa nilkkanivelessä on koko vaiheen ajan supinaatio ylemmän nilkkanivelen kääntyessä lievään dorsaalifleksioon. Polvessa tapahtuu ekstensio, jonka vuoksi vaiheen lopussa nivelessä on noin 30 asteen koukistuskulma. Heilahtavan alaraajan puolella lantio kiertyy horisontaalitasolla eteenpäin ja vaiheessa tapahtuva lonkan koukistuminen johtaa syklin maksimaaliseen lonkan koukistuskulmaan, joka on noin 30 astetta. (Väyrynen 2023.)

Askelsyklin viimeinen vaihe on loppuheilahdus käsittäen noin 13 % syklistä. Vaiheessa liike etenee heilahtavan alaraajan vauhdittamana samalla, kun tukiraaaja siirtyy päätöstukivaiheeseen. Alemman nilkkanivelen supinaatio pienenee ja ylemmässä nilkkanivelessä havaitaan aktiivinen dorsaalifleksio. Heilahtavassa alaraajassa heiluriliike kiihtyy ja samalla puolella lantio etenee ja kiertyy horisontaalitasolla. Lonkkanivelen koukistuskulma pysyy noin 30 asteessa ja polvi ojentuu suoraksi ennen vaiheen ja askelsyklin loppua, joka tapahtuu, kun heilahtava alaraaja osuu alustalle. (Väyrynen 2023.)

5.1 Aivoverenkiertohäiriön vaikutus kävelyyn

Aivoverenkiertohäiriön sairastaneilla kävelynopeus ja -kestävyys ovat yleensä heikentyneet. Subakuutissa vaiheessa kävelynopeus on merkittävästi alhaisempi kuin itsenäiseen arjessa selviytymiseen ja esteettömään liikkumiseen vaadittava taso. (Tasseel-Ponche ym 2022.) Kävelynopeus on läheisesti yhteydessä vaurioituneen jalan voimaan ja voimakkaimmat korrelaatiot havaitaan henkilöillä, joilla on vakavampia kävelyvaikeuksia (Dorsch, Ada, Sorial & Fanayan 2021).

Kävelykyky heikentyy paitsi lihasvoiman alenemisen myös keskushermoston säätelymuutosten vuoksi. Kortikospinaalisten ratojen lisäksi myös aivorungon laskevat radat, kuten retikulo- ja vestibulospinaaliset radat, voivat aktivoitua liiallisesti, mikä johtaa spastisuuteen ja epätoivottuun lihasten samanaikaiseen aktivoitumiseen. (Li, Franisco & Zhou 2018.) Keskushermoston toiminnan muutokset ilmenevät myös aivojen aktivointimalleissa kävelyn aikana. AVH:sta toipuvilla henkilöillä havaitaan lisääntyneitä ja epäsymmetristä aivotoimintaa erityisesti otsa- ja päälakilohkojen alueilla verrattuna terveisiin henkilöihin. Kuntoutuksen edetessä ja kävelykyvyn parantuessa tämä poikkeava aktivaatio voi vähentyä. (Lim ym. 2021)

Aivoverenkiertohäiriö voi johtaa lisääntyneeseen mediaalilateraaliseen kehon heiluntaan ja muuttuneeseen keskivartalon koordinaatioon kävelyn aikana. Nämä muutokset lisäävät epävakautta ja epäsymmetriaa ja ne ovat selvemmin havaittavissa hitailla kävelynopeuksilla. (Van Crieke ym. 2017.)

Biomekaanisesti tarkasteltuna AVH:n jälkeen alaraajojen välillä esiintyy merkittäviä eroja voiman- ja tehontuotossa. Vaurioitunut eli parettinen raaja tuottaa vähemmän konsentrista lihastyötä erityisesti vartalon painopisteen siirtymävaiheessa, mikä lisää terveille raajalle kohdistuvaa kuormitusta ja kasvattaa energiankulutusta. (Mahon, Farris, Sawicki & Lewek 2015.) Jalkaterän roikkuminen, jolloin nilkan aktiivinen dorsifleksio ja plantaarfleksio ovat heikentyneet, on tyypillinen seuraus hemiplegiasta, tämän seurauksena jalkaterä ei nouse riittävästi maasta, mikä vaikeuttaa kävelyä tai jopa estää sen (Marquez-Chin & Popovic, 2020).

Lisäksi AVH:n jälkeen esiintyy poikkeavaa lihasryhmien samanaikaista aktivoitumista, erityisesti polven ja nilkan nivelten alueilla. Pareettisella puolella lihasryhmien samanaikainen aktivaatio lisääntyy polvessa heilurivaiheen aikana ja nilkassa toisen kaksoistukivaiheen aikana, kun taas ei-pareettisella puolella sitä esiintyy yksittäisen tukivaiheen aikana. (Souissi, Zory, Bredin, Roche & Gerus 2017.) Tämä kompensatiomekanismi voi tukea kävelyn vakautta, mutta samalla se lisää energiankulutusta ja heikentää kävelyn tehokkuutta.

Nivelten liikevaihtelun lisääntyminen, erityisesti nilkan ja polven alueilla, on havaittavissa kävelyn heilurivaiheessa AVH:n jälkeen. Tämä liittyy alentuneeseen kävelynopeuteen ja heikentyneeseen tasapainoon (Cho, Lee, Kim & Kim 2024). Tämä korostaa molempien alaraajojen hallinnan merkitystä tehokkaassa kuntoutuksessa.

Spatiotemporaaliset kävelyparametrit, kuten lyhentynyt askelpituus, pidentynyt heilurivaihe ja pidempi kaksoistukivaihe, muuttuvat erityisesti hitaasti kävelevillä AVH-potilailla. Näitä parametreja voidaan käyttää herkkinä mittareina kävelyhäiriöiden arvioinnissa. (Wang ym., 2020.)

Aivoverenkiertohäiriö vaikuttaa siis merkittävästi kävelykykyyn, mikä ilmenee usein kävelynopeuden hidastumisena, muuttuneina kävelymalleina ja heikentyneenä kestävyysnä. Nämä

muutokset johtuvat neurologisista ja fyysisistä toimintahäiriöistä, jotka vaikuttavat lihasvoimaan, koordinaatioon ja tasapainoon.

6 Toimintakyky

Käsitteellä toimintakyky tarkoitetaan henkilön kykyä selviytyä arjen tehtävistä edellytystensä mukaisesti (Saltychev & Pohjolainen 2024a). Se kattaa ihmisen fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset valmiudet suoriutua merkityksellisistä ja välttämättömistä jokapäiväisen elämän toiminnoista, kuten työstä, opiskelusta, vapaa-ajasta, harrastuksista sekä itsestä huolehtimisesta, omassa elinympäristössään (THL 2023a).

Ihmisen toimintakykyä kuvatessa, kuvataan tasapainotilaa henkilön valmiuksien ja arkielämänsä vaatimusten välillä. Toimintakykyä kuvaava tila ei ole staattinen, sillä henkilön toiminnallinen tila voi muuttua, kuten myös arkielämän asettamien vaatimusten taso. (Saltychev & Pohjolainen 2024b.)

6.1 Toimintakyvyn arviointi

Toimintakyvyn arviointi on olennainen osa sosiaali- ja terveysalan ammattilaisten työtä. Arviointiin käytetään erilaisia menetelmiä, joiden avulla selvitetään asiakkaan toimintakykyä. Yksilön toimintakykyä arvioidessa kerätään ja yhdistetään sekä kuvailevaa tietoa että mittaus- ja arviointituloksia. Kokonaiskäsitys henkilön toimintakyvystä syntyy asiakkaan itsensä, hänen läheistensä ja ammattilaisen antamien arvioiden perusteella. (THL 2023b.)

Toimintakykyä arvioidessa käytetään ICF-toimintakykyluokitusta, joka tarkastelee toimintakykyä, toimintarajoitteita ja terveyttä biopsykososiaalisen mallin mukaisesti. Se kuvaa toimintakykyä dynaamisena kokonaisuutena, jossa terveydentila, yksilölliset tekijät ja ympäristötekijät vaikuttavat toisiinsa. (THL 2023a.) ICF eli International Classification of Functioning, Disability and Health on WHO:n vuonna 2001 hyväksymä kansainvälinen luokitus, joka toimii standardina väestön toimintakyvyn kuvaamisessa. ICF luokittelee terveydentilaan liittyvän toimintakyvyn ja toiminnan vajauksen, tarjoten kattavan viitekehyksen toimintakyvyn arviointiin. (Saltychev & Pohjolainen 2024b.)

ICF-luokituksen toimintakykyä ja toimintarajoitteita kuvaava osa jakautuu ruumiin/kehon toimintoihin ja rakenteisiin, sekä suorituksiin ja osallistumiseen. Kehon toimintoissa ja rakenteissa kuvataan elinjärjestelmien fysiologisia ja psykologisia toimintoja tai kehon/ruumiin anatomisia osia. Suorituksissa ja osallistumisessa kuvataan kaikkia elämän osa-alueita. ICF-luokituksessa on näiden lisäksi myös kontekstuaalisia tekijöitä kuvaava osa, joka käsittää ympäristötekijät ja yksilötekijät. (THL 2023c.)

6.2 Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn arviointi

Aivohalvauksen jälkeisessä kuntoutuksessa fysioterapeutin keskeinen tehtävä on arvioida alaraajojen lihasvoimaa, tasapainoa ja kävelykykyä, sillä nämä tekijät ovat merkittävässä roolissa potilaan toimintakyvyn ja itsenäisyyden kannalta. Kävelynopeuden on todettu olevan vahvasti yhteydessä alaraajojen lihasvoimaan, ja erityisesti vaikeasti heikentyneen kävelykyvyn omaavilla potilailla tämän yhteyden merkitys korostuu. Tästä syystä fysioterapian tulee sisältää perusteellinen alaraajojen lihasvoiman arviointi ja sen kohdennettu vahvistaminen osana kuntoutusprosessia (Dorsch, Ada, Sorial & Fanayan, 2021).

Kävelynopeuden edistäminen on tärkeää paitsi liikkumiskyvyn kannalta, myös potilaan yleisen selviytymisen, itsenäisen toimintakyvyn, sosiaalisen osallistumisen ja elämänlaadun kannalta (Tasseel-Ponche ym., 2022). Fysioterapeutin tekemä arviointi mahdollistaa yksilöllisten kuntoutusohjelmien suunnittelun, joissa voidaan hyödyntää erilaisia harjoitusmenetelmiä, apuvälineitä ja ortooseja motoristen puutosten hallintaan.

Lisäksi tutkimukset osoittavat, että kävelynopeuden kasvu edistää luonnollisempaa vartalon liikemallia ja parantaa tasapainoa sekä koordinaatiota (Van Criekinge ym., 2017). Näin ollen fysioterapeuttisen arvioinnin tulisi sisältää paitsi lihasvoiman mittaaminen, myös tasapainon ja kävelyn laadun seuranta. Näiden arviointien perusteella voidaan määrittää yksilöllisesti soveltuvimmat kuntoutusmenetelmät, joiden avulla voidaan tukea potilaan toimintakyvyn palautumista mahdollisimman tehokkaasti.

6.3 Aivoverenkiertohäiriö ja toimintakyvyn mittarit

TOIMIA-tietokannassa on suositus aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden toimintakyvyn vähimmäisarvioinnista kuntoutustarpeen arvioinnissa ja kuntoutuspalveluissa, jonka tavoitteena on yhtenäistää toimintakyvyn arviointia ohjeistamalla vähimmäisvaatimukset toimintakyvyn mittareille, joita tulee käyttää sosiaali- ja terveystieteissä kuntoutustarpeen ja kuntoutuksen tulosten arvioinnissa. Suositus kattaa neljä aihealuetta, joita ovat yleinen toimintakyky, mieliala, liikkuminen sekä yläraajojen toiminta. (Valkeinen yms. 2024.)

Yleistä toimintakykyä arvioidaan WHODAS 2.0 -mittarilla sekä PROMIS Yleinen terveys -mittarilla, jotka löytyvät TOIMIA-tietokannasta. Mielialan arvioinnissa hyödynnetään PROMIS Yleinen terveys -mittarin mielenterveyden ulottuvuutta. Liikkumisen arviointiin suositellaan FAC-luokitusta (Functional Ambulation Classification). Yläraajojen toimintaa mitataan yläraajojen nostolla sivukautta sekä käden puristusvoimalla. Lisäksi suosituksessa huomioidaan PASS-mittari (Patient Acceptable Symptom State) ja GRC (Global Rating of Change), jotka ovat osa TOIMIA-tietokannan suositeltuja arviointimenetelmiä. (Valkeinen yms. 2024.)

Aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden toimintakyvyn vähimmäisarviointiin kuuluvien mittareiden lisäksi suositellaan käytettäväksi myös muita arviointimenetelmiä, kuten liikkumisen arviointiin soveltuvia mittareita, joita ovat esimerkiksi EMS (Elderly Mobility Scale), RMA (Rivermead Motor Assessment) ja RMI (Rivermead Mobility Index). Kävelyn arviointiin soveltuvia testejä ovat FAC:n lisäksi muun muassa DGI (Dynamic Gait Index) ja 6 minuutin kävelytesti, sekä tasapainoa voidaan arvioida esimerkiksi Bergin tasapainotestillä tai Timed up and go -testillä. (Hiekkala ym. 2024.)

7 Aivoverenkiertohäiriön kuntoutus

Aivoverenkiertohäiriöpotilas tarvitsee laajan oirekuvansa vuoksi monipuolista kuntoutusta. Moniammatilliseen kuntoutustyöryhmään kuuluvat lääkäri, sairaanhoitaja, fysioterapeutti, toimintaterapeutti, puheterapeutti, neuropsykologi, sosiaalityöntekijä, AVH-yhdyshenkilö ja myöhemmin myös kuntoutusohjaaja (Käypä hoito 2024). Useimmilla aivohalvauspotilailla esiintyy halvausoireita, minkä vuoksi fysioterapia on keskeisin kuntoutusmuoto. Fysioterapian tavoitteena on edistää itsestään tapahtuvaa paranemista, ehkäistä virheellisiä asento- ja liiketottumuksia sekä normalisoida lihastonusta. Fysioterapiassa harjoitellut liikemallit pyritään siirtämään toimintaterapiassa jokapäiväisiin toimintoihin, jolloin myös apuvälineiden tarve kartoitetaan ja niiden käytön opetus järjestetään oikea-aikaisesti. (Kaste ym. 2015c.)

Aivohalvauksen jälkeen kävelynopeus on merkittävästi yhteydessä vaurioituneen alaraajan lihasvoimaan. Henkilöillä, joilla kävelynopeus on erityisen heikentynyt, tämä yhteys on vielä selvempi ja fysioterapeutin tuleekin keskittyä alaraajan voiman vahvistamiseen kävelykyvyn parantamiseksi (Dorsch, Ada, Sorial & Fanayan, 2021). Kävelynopeuden parantaminen tulisi asettaa keskeiseksi kuntoutustavoitteeksi, sillä sen on todettu vaikuttavan paitsi kävelytoimintoihin myös selviytymiseen, itsenäiseen toimintakykyyn, sosiaaliseen osallistumiseen ja elämänlaatuun (Tasseel-Ponche ym., 2022).

Erityisesti kohdennetut harjoitusohjelmat, apuvälineet ja ortoosit voivat auttaa hallitsemaan aivohalvauksen aiheuttamia motorisia puutoksia. Lisäksi tutkimukset osoittavat, että luonnollisemmat vartalon liikkeet kävellessä ilmenevät silloin, kun kävelynopeus kasvaa (Van Crieke ym., 2017). Aivoverenkiertohäiriöpotilaiden alkuvaiheen kuntoutusta voi kuitenkin vaikeuttaa väsymys, tajunnantason lasku, muisti- ja hahmotushäiriöt sekä näkökenttäpuutokset. Kommunikoinnissa suositellaan selkeää ja rauhallista puhetapaa sekä riittävää aikaa asiakkaan reaktioille. (Kauranen 2021, 383.)

Aivoverenkiertohäiriön saaneen potilaan fysioterapian aloitus ajoittuu akuuttivaiheeseen, kun asiakkaan tila on riittävän vakaa. Tähän vaiheeseen kuuluu toimintakyvyn alustava arviointi, komplikaatioiden ehkäisy, asiakkaan ja omaisten ohjaus sekä varhainen mobilisointi.

(Kauranen 2021, 383.) Kuntoutuksen tavoitteena on kudosisvaurion aiheuttaman vajaatoiminnan korjaaminen ja sen aiheuttaman haitan minimointi (Kaste ym. 2015c).

Aivoverenkiertohäiriö vaikuttaa siis kävelykykyyn vähentämällä nopeutta, muuttamalla askelusta sekä heikentämällä tasapainoa ja koordinaatiota. Kuntoutusstrategiat, kuten lihasvoiman vahvistaminen, korkean intensiteetin harjoittelu sekä apuvälineteknologioiden käyttö, voivat edistää kävelytoimintojen palautumista. Yksilöllisesti suunnitellut kuntoutusmenetelmät ovat keskeisiä tehokkaan toipumisen kannalta. Fysioterapeutin tulee arvioida kattavasti alaraajojen lihasvoimaa, tasapainoa ja kävelykykyä, jotta kuntoutus voidaan kohdentaa mahdollisimman tehokkaasti ja potilaan toimintakykyä tukea parhaalla mahdollisella tavalla. (Dorsch, Ada, Sorial & Fanayan, 2021.)

7.1 Alkuvaiheen kuntoutus

Potilaan kuntoutuspolku alkaa siis kuntoutusarviolla, joka tehdään ensimmäisen viikon kuluessa tai potilaan kokonaistilan salliessa. Arvio kattaa fyysisen, kognitiivisen ja psykososiaalisen kuntoutuksen tarpeen. Moniammatillinen asiantuntijaryhmä tekee yksilöllisen arvion kuntoutuksen hyödyistä potilaalle ja todettu kuntoutustarve kirjataan kuntoutussuunnitelmaan. Suunnitelma laaditaan yhteistyössä hoidosta vastaavan yksikön, moniammatillisen työryhmän, potilaan ja hänen läheistensä kanssa. (Käypä hoito 2024.)

Ensimmäisinä päivinä keskeisiä toimenpiteitä ovat asentohoito ja trombiprofylaksia, joiden avulla ehkäistään makuuhaavoja, keuhkokuumetta sekä laskimotukoksia. Trombiprofylaksiaan kuuluu toimivien raajojen aktiiviset liikkeet, hypotonisten raajojen passiivinen käsittely, asentohoito sekä seisomis- ja kävelyharjoitukset. (Kauranen 2021, 383.)

Varhainen mobilisaatio on keskeistä toimintakyvyn palautumisessa. Se sisältää asennonmuutokset, siirtymisharjoitukset, päivittäisten toimintojen harjoittelun sekä istumis- ja kävelyharjoitukset, jotka samalla toimivat arviointimenetelminä. Ensimmäisten mobilisaatioiden aikana on tärkeää seurata asiakkaan vitaalitoimintoja, kuten sykettä, verenpainetta ja happisaturatiota. (Kauranen 2021, 383.)

7.2 Aktiivinen kuntoutus

Asentohoidon jälkeen aktiivinen kuntoutus aloitetaan heti, kun potilaan tila on riittävän vakaa (Käypä hoito 2024). Viikon kuluessa aloitettu kuntoutus on tehokkaampaa kuin myöhemmin aloitettu (Salter ym. 2006). Kognitiivinen kuntoutus tulisi myös aloittaa mahdollisimman varhain. Aktiivisen kuntoutuksen tärkeimpiä menetelmiä ovat intensiivinen harjoittelu toiminnan palauttamiseksi, haittaa kompensoivien toimintojen tai apuvälineiden harjoittelu, psyykinen ja psykososiaalinen tuki, sekä potilaan omaisten huomioiminen. (Käypä hoito 2024.)

Fysioterapian intensiteetin lisääminen edistää liikkumisen kuntoutumista, erityisesti varhaisessa vaiheessa aloitettuna (Wang, Camicia, Terdiman, Mannava & Sandel 2012). Kävelyharjoittelu tukee kävelykyvyn palautumista ja ei-itsenäisille kävelijöille suositellaan elektromeekaanisia harjoituslaitteita, kun taas itsenäiset kävelijät hyötyvät mattoharjoittelusta (Käypä hoito 2024).

Yläraajan kuntoutuksessa käytetään erilaisia menetelmiä, joiden tavoitteena on aktivoida vaurioituneen aivoalueen toimintaa ja ehkäistä opittua käyttämättömyyttä. Tehostettu harjoittelu parantaa käden toimintakykyä subakuutissa vaiheessa, mutta lyhyemmällä jaksolla vaikutus on vähäisempi. Kaksikäsinen harjoittelu, peiliterapia ja mielikuvaharjoittelu voivat edistää yläraajan liikehallintaa. (Oujamaa, Relave, Froger, Mottet & Pelissier 2009.)

Kuntoutumisen alkuvaiheessa oireiden nopea lievittyminen liittyy aivojen plastisiteettiin ja aivoödeeman häviämiseen. Ensimmäisten viikkojen ja kuukausien aikana kuntoutuminen on nopeaa ja noin 70 % aivoinfarktipotilaista saavuttaa itsenäisen toimintakyvyn. Jos kuntoutuksen avulla ei saavuteta mitään tuloksia kolmen kuukauden sisällä, sen jatkaminen ei yleensä ole kannattavaa. Kuntoutuksen vaikuttaessa sitä voidaan jatkaa jopa vuoden ajan. Kuntoutumisen ennusteeseen vaikuttavat aivoverenkiertohäiriön vaikeusasteen lisäksi potilaan ikä, virtsanpidätyskyky, halvaantuneen käden toimintakyky sekä kognitiivinen taso ja motivaatio. Parhaat tulokset saavutetaan varhain aloitetulla kuntoutuksella. (Kaste ym. 2015.)

7.3 Myöhäisvaiheen kuntoutus

Myöhäisvaiheessa kuntoutus jatkuu yksilöllisten tarpeiden mukaan. Aivoinfarkti voi joillakin potilailla olla krooninen sairaus ja toimintakyky voi heikentyä ajan myötä. Avokuntoutuksella voidaan edistää toimintakykyä ainakin vuoden ajan sairastumisesta. Heikentyneitä toimintakykyä omaaville laaditaan kuntoutussuunnitelma, jota tarkistetaan tilanteen muuttuessa. Kodin ja lähiympäristön muutostyöt tukevat itsenäistä selviytymistä. Vaikeavammaiset saattavat tarvita pitkäkestoista kuntoutusta kotona selviytymisen tueksi. (Käypä hoito 2024.) Tutkimusten perusteella fysioterapia, puheterapia ja toimintaterapia ovat keskeisiä vaikuttavia kuntoutusmuotoja (Paltamaa, Karhula, Suomela-Markkanen & Autti-Rämö 2011, 181-183).

8 Robottiikka kuntoutuksessa

Robottiikkaa hyödynnetään erityisesti neurologisessa kuntoutuksessa, jossa kävelyrobotit ja eksoskeletoinit mahdollistavat kävelyharjoittelun (Töytäri & Kanto-Ronkanen 2022). Aivoverenkiertohäiriö heikentää usein pysyvästi toimintakykyä ja kävelykyvyn palauttaminen on keskeinen tavoite kuntoutuksessa. Robottiaivusteinen kävelyharjoittelu mahdollistaa toistuvan, säädeltyvän ja tavoitteellisen harjoittelun, mikä voi parantaa kävelynopeutta, -matkaa ja toiminnallista liikkumiskykyä. Sen yhdistäminen fysioterapiaan ja kevennettyyn

painonsiirtoharjoitteluun voi tehostaa kuntoutusta erityisesti vaikeasti liikuntavammaisilla potilailla. (Moucheboeuf ym. 2020.)

Moucheboeuf ym. (2020) mukaan varhainen ja intensiivinen kuntoutus on ratkaisevaa toipumiselle ja robotiikka voi mahdollistaa aikaisemman ja tehokkaamman harjoittelun. Meta-analyysit osoittavat, että robottivusteinen harjoittelu yhdistettynä fysioterapiaan edistää kävelykyvyn palautumista.

Robotiikkaa hyödynnetään erityisesti neurologisessa kuntoutuksessa, jossa kävelyrobotit ja eksoskeletoinit mahdollistavat kävelyharjoittelun. Kävelyrobotti voi olla kiinteä laitteisto, joka sisältää robotisoidut tukilaitteet, painokevennysjärjestelmän, kävelymaton ja ohjauksikön tai puettava ulkoinen tukiranka, joka tukee pystyasentoa ja kävelyä erilaisissa ympäristöissä. Kävelyrobottien vaikutus perustuu suurten toistomäärien harjoitteluun ja niistä on saatu hyviä tuloksia sekä kansainvälisesti että Suomessa. (Töytäri & Kanto-Ronkanen 2022.)

Calabro ym. (2021) tekemässä systemaattisessa katsauksessa todettiin, että vaikka alaraajojen robottivusteinen terapia on yleistynyt, niin sen käyttöönotto on kliinisessä työssä edelleen rajallista. Katsauksessa selvisi, että robottivusteista terapiaa suositellaan yleisesti alaraajojen motorisen toiminnan, kuten kävelyn ja voiman parantamiseen. Täyttä yksimielisyyttä ei silti ollut milloin hoito pitäisi aloittaa ja kuinka usein ja pitkään harjoituksia tulisi tehdä, sekä millaiset potilaat hyötyisivät terapiasta eniten. Toisaalta katsauksen perusteella robottivusteinen kuntoutus on osa aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksen tulevaisuutta, vaikka sen käytännön soveltaminen vaatii edelleen kehittämistä. Etenkin robottivusteisen kävelyharjoittelun kliinisiä suosituksia tulisi täsmentää ja kehittää sen käytettävyyttä.

Warutkar, Dagal & Mangulkarin (2023) katsauksen mukaan robotiikkaa voidaan hyödyntää erityisesti aivoverenkiertohäiriön kävelykuntoutuksessa. Aivoverenkiertohäiriön jälkeen potilailla esiintyy usein kävelyyyn liittyviä haasteita, kuten alaraajojen jäykkyyttä, epäsymmetristä askellusta sekä heikentynyttä painonsiirto- ja tasapainokykyä. Robottivusteinen kävelyharjoittelu voi edistää kävelykyvyn ja motoristen toimintojen palautumista tarjoamalla intensiivistä ja toistuvaa harjoittelua.

9 Erigo Pro-kuntoutusrobotti

Erigo Pro-kuntoutusrobotti on robottivusteinen kuntoutuslaite, joka mahdollistaa turvallisen pystyasentoon siirtymisen ja alaraajojen varhaisen aktivoinnin potilailla, joilla on merkittävästi heikentynyt liikkumiskyky tai tarve pyörätuolille. Laitteessa yhdistyvät robottivusteinen askellusliike, hallittu pystyasennon saavuttaminen sekä alaraajojen kuormittaminen, mikä tukee hermo-lihasjärjestelmän aktivoitumista ja kuntoutumisen edistymistä. Portaattomasti säädettävä vertikalisointi ja syklinen kävelystimulointi aktivoivat sydän- ja

verenkiertoelimistöä sekä parantavat ortostaattista kestävyyttä. Toiminnallinen sähköstimulaatio (FES) voidaan synkronoida jalkojen liikkeeseen, mikä edistää motorista palautumista ja tukee lihasaktivaatiota. Varhainen mobilisaatio vähentää vuodelepoon liittyviä haittavaikutuksia, kuten lihasheikkoutta ja aineenvaihdunnan hidastumista, mikä puolestaan voi lyhentää sairaalahoidon kestoa (Hocoma 2023; Hocoma 2025).

Laitteiston säädettävät terapiaparametrit, kuten kallistuskulma, askellusnopeus ja alaraajojen kuormitus, mahdollistavat yksilöllisen kuntoutuksen, jossa pystyasentoon siirtymistä ja alaraajojen kuormitusta voidaan hallita tarkasti. Harjoittelun aikana rekisteröidyt tiedot mahdollistavat hoidon seurannan ja mukauttamisen potilaan tarpeisiin. Sisäänrakennettu tietokone ja kosketusnäyttö tukevat potilastietojen tallennusta ja harjoitusparametrien ohjelmointia, mikä auttaa kuntoutuksen tavoitteiden saavuttamisessa. Laitteen siirrettävyys ja turvajärjestelmät takaavat turvallisen käytön erilaisissa kuntoutusympäristöissä, kuten tehohoidossa, varhaiskuntoutusyksiköissä ja sairaaloiden kuntoutusosastoilla. Monipuolisten ominaisuuksiensa ansiosta Erigo Pro-kuntoutusrobotti soveltuu erityisesti neurologiseen ja tehohoidon jälkeiseen kuntoutukseen, joissa varhainen pystyasentoon nousu ja aktiivinen liike ovat keskeisiä toimintakyvyn palautumisen kannalta. (Hocoma 2025.)

Näytön mukaan Erigo Pro-kuntoutusrobotti tukee aivohalvauspotilaiden varhaista kuntoutusta, edistäen lihasvoiman ja elämänlaadun paranemista tehokkaammin kuin perinteinen fysioterapia. Robottiaivusteinen kuntoutus mahdollistaa turvallisen, asteittaisen pystyasennon harjoittelun samalla, kun se tukee kehon painoa ja tarjoaa sensorista palautetta. Tämä vähentää ortostaattisia ongelmia, parantaa verenkiertoa ja ehkäisee lihasten käyttämättömyydestä johtuvia haittoja. Erigo Pro-kuntoutusrobotti aktivoi aivojen motorisia alueita ja edistää neuroplastisuutta, mikä tukee liikkeen ja toimintakyvyn palautumista. Sen avulla voidaan ehkäistä lihasjäykkyyttä, edistää keuhkojen toimintaa ja tukea sydämen toimintaa. Tutkimusten mukaan Erigo-kuntoutusrobotti pohjainen kuntoutus lisää alaraajojen lihasvoimaa ja kävelykykyä jo varhaisessa vaiheessa, mikä edistää nopeampaa toipumista ja itsenäistä toimintakykyä. (Kumar, Yadav & Afrin 2020a.)

ErigoPro-kuntotuslaitteen toiminnallisen sähköstimulaation moduuli mahdollistaa lihasten stimuloimisen synkronoidusti robotin ohjaaman askellusliikkeen kanssa (Hocoma 2025). Toiminnallinen sähköstimulaatio tuottaa ihmiselle lihassupistuksia toiminnan aikana (Hiekkala 2016). Sitä käytetään yleisesti keskushermostovaurioiden kuntoutuksessa, ja sen on todettu parantavan motorisia toimintoja, oppimista sekä lisäävän aivokuoren aktiivisuutta (Miyoshi, Yamashita & Nishida 2017).

Toiminnallisen sähköstimulaation päätavoitteena on edistää vapaaehtoisten liikkeiden palautumista tukemalla keskushermoston uudelleenoppimista heikentyneiden toimintojen osalta. Alun perin sitä käytettiin jalkaterän roikkumisen kuntoutuksessa aivohalvauksen jälkeen,

mutta nykyään sitä hyödynnetään myös muiden vaurioituneiden lihasten, kuten jalkaterää ylöspäin nostavien lihasten, stimuloimiseen. (Khan, Zafar, Mahmood & Raza 2017.)

Erigo Pro-kuntoutusrobotin ja FES-laitteen yhteisvaikutusta on arvioitu muun muassa vuonna 2022 julkaistussa tutkimuksessa, jossa tavoitteena oli selvittää robottiaivusteisen alaraajojen askelharjoittelun ja FES-laitteen yhdistelmän vaikutukset kävelyyn spastista hemiplegiaa sairastavilla aivohalvauspotilailla. Tutkimuksessa havaittiin, että Erigo Pro-kuntoutusrobotin ja FES:n yhdistelmällä 10 metrin kävelynopeus kasvoi enemmän verrattuna pelkkään Erigo Pro-kuntoutusrobotin käyttöön. Askelpituus kasvoi myös merkittävästi 10 metrin matkalla verrattuna verrokkiryhmään. (Cheng, Xie, Zhang, Zhang & Gao 2022.)

10 Tutkimusmenetelmän kuvaus

Tässä opinnäytetyössä käytettiin narratiivista kirjallisuuskatsausta, eli kuvailevaa kirjallisuuskatsausta. Menetelmän avulla voidaan tunnistaa keskeisiä käsitteitä, niiden välisiä suhteita sekä tarkastella aiemmassa tutkimuksessa käytettyjä tutkimusasetelmia ja teoreettisia kehyksiä. Sen avulla voidaan järjestää hajanaista tietoa yhtenäiseksi kokonaisuudeksi ja tunnistaa tutkimusaiheeseen liittyviä tietoaukkoja. (Vilkkä 2023.)

Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on tiedonhaun ja aineiston valinnan osalta muita katsaustyypejä vapaampi. Se etenee prosessina, jossa tutkijan ymmärrys aiheesta syvenee kehämäisesti aineiston analysoinnin myötä. Menetelmä mahdollistaa joustavan etenemisen ylä- ja alakäsitteiden välillä sekä aiheen tarkastelun eri näkökulmista. Se sallii tutkimuskysymysten täsmennyksen katsausprosessin aikana. Narratiivista kirjallisuuskatsausta on kritisoitu sen subjektiivisuudesta ja tiedonhaun sattumanvaraisuudesta, mutta sen vahvuutena on mahdollisuus tarkastella erityiskysymyksiä aineistolähtöisesti ja joustavasti. (Vilkkä 2023.)

Tässä opinnäytetyössä narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla selvitettiin Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikuttavuuden mittaamista kuntoutuksessa. Katsauksessa analysoitiin aiempaa tutkimustietoa Erigo Pro-kuntoutusrobotin käytöstä ja arviointimenetelmistä, joilla sen vaikuttavuutta on mitattu. Tavoitteena oli muodostaa kokonaiskuva siitä, millä mittareilla ja menetelmillä Erigo Pro-kuntoutusrobotin kuntoutuksellisia vaikutuksia on arvioitu ja mitä tietopohjaisia johtopäätöksiä voidaan tehdä laitteen tehokkuudesta.

Kun Erigo Pro-kuntoutusrobotin liittyvä tutkimustieto oli koottu ja analysoitu, tarkasteluun otettiin lisäksi aivoverenkiertohäiriöihin liittyviä meta-analyseja. Näiden avulla pyrittiin tunnistamaan arviointimenetelmiä, joita on yleisesti käytetty AVH-kuntoutuksen vaikuttavuuden mittaamisessa. Näin voidaan laajentaa ymmärrystä laitteen käytön kontekstista ja vahvistaa suosituksia vaikuttavien mittareiden valinnasta AVH-kuntoutujien toimintakyvyn arviointiin.

10.1 Aineiston kerääminen ja rajaaminen

Kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jonka avulla kootaan ja analysoidaan olemassa olevaa tutkimustietoa tietyistä aiheista. Tarkoituksena on tunnistaa, arvioida ja yhdistää aiempien alkuperäistutkimusten keskeinen sisältö vastaukseksi ennalta määriteltyyn tutkimuskysymykseen. Katsauksen tavoitteena on muodostaa kriittisesti tarkasteltu ja jäsennelty kokonaiskuva valitusta ilmiöstä. (Vilkkä 2023.)

Ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin tutkimuskysymykset. Tässä työssä keskeiset tutkimuskysymykset ovat, mitä toimintakyky mittareita on käytetty AVH-kuntoutujien arvioinnissa Erigo Pro-kuntoutusrobotin yhteydessä ja miten nämä mittarit soveltuvat kuntoutukseen Erigo Pro-kuntoutusrobotin kanssa.

Tutkimuskysymyksen taustalla oli opinnäytetyön tilaajan ja tekijöiden yhteinen tavoite selvittää Erigo Pro-kuntoutusrobotin käyttöä aivoverenkiertohäiriöstä (AVH) kuntoutuvien potilaiden hoidossa sekä toimintakyvyn arviointiin käytettäviä mittareita laitteen vaikuttavuuden arvioimiseksi.

Kirjallisuuskatsauksen aineiston keräämisessä ensisijaisena tavoitteena on löytää relevantteja tutkimuksia aihealueesta, ei täydellisiä tutkimuksia. Tärkeintä on arvioida, miten tutkimus liittyy tutkimuskysymykseen, miksi se on olennaista katsaukselle ja miten se vastaa asetettuun tutkimuskysymykseen. (Vilkkä 2023.)

Tunnistamisvaiheessa määritellään aiheen ja hakukriteerien rajat. Tällöin luodaan alustavat sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteerit. Poissulkemisessa kriteereinä voivat toimia tutkimuksen ajankohtaisuus, konteksti, laajuus, saatavuus sekä kirjoittajan auktoriteetti. Tunnistamisvaiheessa tutkimuksia karsitaan tarkastelemalla tutkimusten otsikoita ja tiivistelmiä, ja tarvittaessa käytetään useampia kriteerejä karsinnan selkeyttämiseksi. Tämä lähestymistapa mahdollistaa relevanttien tutkimusten tunnistamisen ja perustellun poissulkemisen, mikä tukee kirjallisuuskatsauksen systemaattisuutta ja kattavuutta. (Vilkkä 2023.)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteereiden mukaisesti valittiin valituista tietokannoista julkaisuja vuodesta 2015 eteenpäin, joiden julkaisukieli oli englanti tai suomi. Haku tietokannoista tehtiin 28.3.2025-11.4.2025 välisenä aikana. Julkaisuissa kohderyhmänä aivoverenkiertohäiriökuntoutujat ja heidän kuntoutuksensa Erigo Pro-kuntoutusrobotilla tai vastaavalla dynaamisella/robotic tilt table kävelylaitteella. Oleellista tälle kirjallisuuskatsaukselle oli myös toimintakyvyn mittaus, sekä käytössä olevat mittarit, niin nämä myös otettiin mukaan kriteereiksi. Näiden lisäksi myös julkaisujen täytyi olla maksuttomia ja vapaasti saatavilla.

Taulukko 1: Sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteerit

Sisällyttämisen- ja poissulkemiskriteerit	
Aineiston julkaisuvuosi	2015-2025
Julkaisukieli	Suomi tai englanti
Kohderyhmä	Aivoverenkiertohäiriökuntoutujat
Aihe	Aivoverenkiertohäiriö kuntoutus Erigo Pro:lla ja sen vaikuttavuuden arvioinnissa käytettävät mittarit
Ammattiala	Fysioterapia tai monialainen kuntoutus
Julkaisupaikka ja muoto	Tieteelliset julkaisut
Maksullisuus	Maksuttomat artikkelit/ julkaisut

Tässä opinnäytetyössä käytettiin PICO-mallia hakusanojen ja mukaanotto kriteerien valinnassa. PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome) ohjaa tutkimuskysymyksen muotoilua määrittelemällä kohdejoukon (Population), tutkittavan toimenpiteen (Intervention), vertailukohteen (Comparison) sekä tulokset (Outcome). PICO-malli auttaa myös tiedonhaun suunnittelussa ja toteutuksessa. (Vilka 2023.) Hieman erilaisia hakusanoja ja hakumuotoja kokeiltiin eri tietokantoihin. Oleellimmat hakusanat olivat kuitenkin Erigo Pro, Stroke, Dynamic tilt table ja Robotic tilt table.

Taulukko 2: PICO-mallin mukainen käyttö hakusanoissa ja mukaanotto kriteereissä

PICO	P (Population)	I (Intervention)	C (Comparison)	O (Outcome)
	Aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvat potilaat	Erigo Pro -harjoittelu kuntoutuksen osana	Muu kuntoutusmuoto tai ei interventiota.	Toimintakyvyn muutokset ennen ja jälkeen harjoittelujakson.

Hakusanat	Stroke, cerebrovascular accident	Erigo Pro, robotic tilt table, early mobilization, robot-assisted gait training	Conventional physiotherapy, standard care, Lokomat	Functional outcomes, functional capacity, outcome measures, assessment tools, functional recovery
Mukaanottokriteerit	Potilaat, joilla diagnosoitu AVH	Käytetty Erigo Pro -laitetta osana kuntoutusta tai vastaavaa dynaamista kippiä	Fyysisen toimintakyvyn arviointi ennen ja jälkeen harjoittelujakson	Muutokset fyysisessä toimintakyvyssä Erigo Pro- kuntoutuksesta
Poissulkukriteerit	Tutkimus käsittelee muita neurologisia sairauksia kuin AVH	Ei käsitellä Erigo Pro -harjoittelua tai sen kaltaista teknologiaa	Ei sisällä fyysisen toimintakyvyn arviointia tai mittareita	Muut kuin fyysisistä toimintakykyä käsittelevät tulokset

10.2 Aineiston kerääminen ja tutkimusten valinta

Aineiston haku suoritettiin tieteellisistä tietokannoista PubMed, ScienceDirect, PEDro, ProQuest, EBSCO ja Biomed central. Taulukossa 3. tarkemmin tietokannat, hakusanat ja tuloksien määrä.

Taulukko 3: Tietokannat, hakusanat ja hakutulosten määrä

Tietokannat, hakusanat ja hakutulosten määrä		
Tietokanta	Hakusanat	Hakutulosten määrä
Pubmed	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo Pro 2. Erigo Pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. Dynamic tilt table AND Stroke 5. Robotic tilt table AND Stroke 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=2 2. N=1 3. N=3 4. N=3 5. N=4 6. N=4

	6. Tilt table AND stroke AND walking	
ScienceDirect	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo pro 2. Erigo Pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND "Stroke" 5. "Robotic tilt table" AND Stroke 6. "Tilt table" AND "stroke" AND "walking" 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=10 2. N=2 3. N=2 4. N=0 5. N=2 6. N=26
PEDro	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo pro 2. Erigo pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND "Stroke" 5. "Robotic tilt table" AND Stroke 6. "Tilt table" AND "stroke" AND "walking" 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=1 2. N=5 3. N=5 4. N=1 5. N=5 6. N=2
MDPI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo pro 2. Erigo pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND "Stroke" 5. "Robotic tilt table" AND Stroke 6. "Tilt table" AND "stroke" AND "walking" 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=2 2. N=1 3. N=1 4. N=0 5. N=0 6. N=0
ProQuest	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo pro 2. Erigo pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND "Stroke" 5. "Robotic tilt table" AND Stroke 6. "Tilt table" AND "stroke" AND "walking" 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=32 2. N=20 3. N=42 4. N=9 5. N=20 6. N=333
Biomed central	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo Pro 2. Erigo Pro AND Stroke 3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND Stroke 5. Robotic tilt table AND Stroke 6. Tilt table AND stroke AND walking 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=2 2. N=2 3. N=8 4. N=1 5. N=3 6. N=39
EBSCO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erigo pro 2. Erigo Pro AND Stroke 	<ol style="list-style-type: none"> 1. N=4 2. N=1

	3. Erigo tilt-table AND stroke 4. "Dynamic tilt table" AND "Stroke" 5. "Robotic tilt table" AND "Stroke" 6. "Tilt table" AND "stroke" AND "walking"	3. N=4 4. N=1 5. N=5 6. N=6
Manuaalinen etsintä		N=5

Tiedonhaussa alkuun valittiin tutkimukset otsikoiden perusteella. Haun jälkeen aineisto valittiin ja arvioitiin lukemalla abstraktit. Abstraktien perusteella valitaan relevantit tutkimukset ja tarkastellaan, mitä mittareita AVH-kuntoutujien arvioinnissa on käytetty ja soveltuvatko ne Erigo Pro-kuntoutusrobotin käyttöön. Tietokannoissa tuli vastaan maksumuuri tai kirjautumisorganisaatio vaatimuksia osalle julkaisuista ja näitä etsittiin manuaalisesti toisista tietokannoista. Nämä ovat eroteltuna manuaalisen haun kohtaan taulukoissa 3 ja 4. Taulukossa 4 havainnollistetaan manuaalinen karsinta tämän työn mukaanottokriteerien mukaisesti.

Taulukko 4: Tutkimusten manuaalinen karsinta

Tutkimusten manuaalinen karsinta			
	Hakutulosten määrä	Otsikoiden perusteella valitut	Abstraktin perusteiden valinta
Pubmed	17	5	3
ScienceDirect	42	8	0
ProQuest	456	15	4
MDPI	4	1	1
PEDro	19	4	1
Biomed central	55	5	1
EBSCO	14	12	0
Manuaalinen haku	5	5	1

Abstraktien lukemisen jälkeen valikoitui yhteensä 11 tutkimusta, joista kuusi oli päällekkäisyyksiä. Lopuksi kirjallisuuskatsaukseen valikoitui kriteerien mukaisesti mukaan viisi tutkimusta, jotka avataan kohdassa 11. Tutkimukset. Seuraavaksi tieto analysoitiin ja jäsennettiin

ryhmiin tietokantojen, toimintakykymittareiden ja niiden tulosten perusteella. Lisäksi tutkimuksia avattiin ja tarkasteltiin mitä mittareita Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksessa on ollut mukana. Näitä mittareita sitten verrattiin mitä mittareita on käytössä yleisesti AVH-kuntoutuksessa. Tätä varten valikoimme kolme Meta-analyysia ja kävimme läpi niiden tutkimusten mittarit. Tämä tarkemmin kohdassa 11.3 Vastaavien kuntoutusrobottien toimintakyvyn mittarit.

Taulukko 5: Tutkimukset

Tutkimus	Tutkijat ja vuosi	Tietokanta	Kohde-ryhmä	Testit	Tulokset	Huomioita
Comparison between Erigo tilt-table exercise and conventional physiotherapy exercises in acute stroke patients: a randomized trial	Kumar, S, Yadav, R & Afrin, A 2020	PEDro, ProQuest, PubMed, Biomed central	Määrä: 110 henkilöä Ajan-kohta: Akuutti (7-28 päivän sisään diagnoo-sista) Ikä: 30-60v Suku-puoli: Miehet & naiset	QOL SF-36 Manual Muscle testing (MMT) National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) Mini-Mental State Examination (MMSE) Modified Ashworth Scale (MAS)	QOL (SF-36): Tulokset paranivat MMT: Alaraajojen lihasvoima parani NIHSS: Tulokset paranivat MMSE: Tulokset paranivat Modified Ashworth Scale (MAS): Spastisuus väheni	Tulokset osoittivat, että Erigo-ryhmä saavutti suurempia parannuksia elämänlaadussa (QOL SF-36), NIHSS-asteikolla ja alaraajojen lihasvoimassa verrattuna perinteiseen fysioterapiaan.
Effects of Combination of Functional	Ueda, K, Umemoto, Y, Kamijo, Y, Sakurai,	PubMed, ProQuest	Määrä: 20	10m walking test (10MWT)	10m walking test (10MWT): Parannus askelmäärään,	Tutkimus osoitti, että avustettu

<p>Electric Stimulation and Robotic Leg Movement Using Dynamic Tilt Table on Walking Characteristics in Post-Stroke Patients with Spastic Hemiplegia: A Randomized Cross-over-Controlled Trial</p>	<p>Y, Araki, S, Ise, M, Yoshioka, I, Banno, M, Mochida, S, Iwahashi, T, Shimokawa, T, Nishimura, Y, & Tajima, F 2022.</p>		<p>Ajan-kohta: 6 kuu-kautta diagnoosista Ikä: Yli 20v Suku-puoli: Miehet & naiset</p>	<p>Modified Ashworth Scale (MAS) Fugl-Meyer Assessment (FMA) Range of motion (ROM) (polven ja nilkan)</p>	<p>nopeuteen ja kadenssiin. Modified Ashworth Scale (MAS): Vähensivät polven ja nilkan spastisuutta. Fugl-Meyer Assessment (FMA): Paransi pisteytystä Range of motion (ROM): Parannusta polven ja nilkan liikelaajuksissa</p>	<p>askeltamisen robotihoidon ja FES:n kanssa paransi kävelynopeutta spastisilla hemiplegiapotilailla verrattuna pelkkään robotihoittoon.</p>
<p>The Influence of Therapy Enriched with the Erigo®Pro Table and Motor Imagery on the Body Balance of Patients After Stroke—A Randomized Observational Study</p>	<p>Olczak, A, Carvalho, R, Stępień, A & Mróz, J 2025</p>	<p>Pubmed, ProQuest, MDPI</p>	<p>Määrä: 66 henkilöä Ajan-kohta: akuutti (6-8vko diagnoosista) Ikä: 38-85v Suku-puoli: miehiä ja naisia</p>	<p>trunk control test (TCT) Berg Balance Scale (BBS) Riablo™ EMG-Lihastestaus (multifidus & transversus abdominis käyttäen</p>	<p>Trunk control test (TCT): Tulokset paraniivat Berg Balance Scale (BBS): Tasapaino parani merkittävästi Riablo™: Staatinen tasapaino parani Lihastestaus: Keskivartalon stabilointilihas jännitys</p>	<p>TCT:ssä Motor imagery -ryhmä saavutti merkittävästi parempia tuloksia verrattuna Erigo®Pro-ryhmään, mutta ei eroja kontrolliryhmän kanssa</p>

				Luna EMG laitetta)	lisääntyi kai- kissa ryhmissä	
Effects of Rehabilita- tion Robot Training on Physical Function, Functional Recovery, and Daily Living Ac- tivities in Patients with Sub- Acute Stroke	Kim, S-Y, Lee, M-Y & Lee, B-H 2024	ProQuest	Määrä: 35 hen- kilöä Ajan- kohta: 6kk si- sällä diagnoo- sista Ikä: RRT ryhmä KA 63.4v, control group 60.4v Suku- puoli: Miehiä ja naisia	Manual Muscle Testin (MMT) Berg Bal- ance Scale (BBS) Functional Ambula- tion Cate- gory (FAC) Functional Balance Grade (FBG) Functional Independ- ence Measure (FIM) Modified Barthel Index (MBI)	Manual Muscle Testin (MMT): merkittäviä parannuksia li- hasvoimassa alaraajoissa Berg Balance Scale (BBS): merkittävä parannus Functional Am- bulation Cate- gory (FAC): Merkittävä parannus kävelykyvyssä Functional Ba- lance Grade (FBG): Paran- nuksia istuma- ja seisoma- asennossa Functional In- dependence Measure (FIM): Suuri parannus päivittäisissä toiminnoissa Modified Bart- hel Index	Robottikun- tousryh- mässä ha- vaittiin merkittäviä parannuk- sia lihasvoi- massa, ta- sapainossa, kävelyky- vyssä ja päivittäi- sissä toi- minnoissa verrattuna kontrolli- ryhmään.

					(MBI): Merkit- tävä parannus	
The effec- tiveness of a robotic tilt table on the muscle strength and qual- ity of life in individ- uals fol- lowing stroke: a random- ised con- trol trial	Kumar, S, Yadav, R & Afrin, A 2020	Manu- aalinen	Määrä: 110 hen- kilöä Ajan- kohta: 7-28 päi- vää diagnoo- sista Ikä: 30- 60v Suku- puoli: Miehiä & Naisia	QOL SF-36 Manual Muscle testing (MMT)	QOL SF-36: Pa- rantui Manual Muscle testing (MMT): Parantui	Kuntoutus Erigo Pro:lla johti mer- kittävästi suurempiin parannuk- siin osallis- tujen elä- mänlaa- dussa ja li- hasvoi- massa ver- rattuna pe- rinteiseen fysioterapi- aan.

11 Tulokset

Kumar, Yadav & Afrin (2020b) vertasivat tutkimuksessaan Erigo Pro-kuntoutusrobotti terapiaa perinteiseen fysioterapiaan aivohalvauksen akuutissa vaiheessa 110 potilaalla. Erigo Pro-kuntoutusrobotti ryhmä saavutti merkittävämpiä parannuksia elämänlaadussa (QOL), NIHSS-asteikolla ja alaraajojen lihasvoimassa manuaalisesti mitattuna (MMT) verrattuna perinteiseen fysioterapiaan. Lisäksi Erigo Pro-kuntoutusrobotti ryhmässä havaittiin vähemmän lihasjäykkyyttä (Ashworth-asteikolla). Erigo Pro-kuntoutusrobotti hoito mahdollisti intensiiviset, toistuvat harjoitukset, jotka paransivat aivoverenkierron säätelyä, mikä saattaa entisestään tukea aivojen plastisuutta ja näin ollen johtaa motoristen ja kognitiivisten toimintojen paranemiseen. Vaikka molemmat hoitomuodot olivat hyödyllisiä, Erigo Pro-kuntoutusrobotti terapia tuotti merkittävämpiä parannuksia.

Ueda ym. (2022) tutkimuksessa tarkasteltiin dynaamisen seisontakippiterapian (DTTRLM) ja toiminnallisen sähköstimulaation (FES) yhdistelmän vaikutuksia kävelynopeuteen post-stroke-potilailla, joilla on spastinen hemiplegia. Tutkimuksessa 20 potilasta jaettiin satunnaisesti kahteen ryhmään, joista toinen sai dynaamista seisontakippia yhdistettynä FES-hoitoon ja

toinen pelkkää dynaamista seisontakippää. Hoitojen vaikutuksia arvioitiin 10 metrin kävelytestillä (10MWT) sekä Modified Ashworth -asteikolla (MAS), Fugl-Meyer-arvioinnilla (FMA) ja liikelaaajuuden mittauksilla (ROM) ennen ja jälkeen hoitojaksoja. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että dynaaminen seisontakoppi yhdistettynä FES:ään paransi merkittävästi kävelynopeutta, askelmäärää ja nilkan inversion liikelaajuutta verrattuna pelkkään dynaamiseen seisontakoppiin. Haittavaikutuksia ei raportoitu tutkimuksessa. Yhteenvetona voidaan todeta, että robottiterapia ja FES-hoito yhdessä paransivat 10 metrin kävelynopeutta post-stroke-potilailla, joilla on spastinen hemiplegia. Lisätutkimuksia tarvitaan yhdistelmähoidon pitkäaikaisvaikutusten arvioimiseksi.

Olczak, Carvalho, Stępień & Mróz (2025) tutkimuksen tavoitteena oli parantaa akuutista aivohalvauksesta toipuvien potilaiden tasapainoa yhdistämällä Erigo Pro-kuntoutusrobotti ja motorinen mielikuvaharjoittelu (motor imagery). Tutkimukseen osallistui 66 potilasta, jotka jaettiin kolmeen ryhmään: perinteinen terapia, perinteinen terapia yhdistettynä Erigo Pro-kuntoutusrobotilla ja perinteinen terapia Erigo Pro-kuntoutusrobotilla, johon sisältyi motor imagery.

Motor imagery (MI) on mielikuvaharjoittelua, jossa motorisia toimintoja harjoitellaan ilman fyysistä liikettä. Se sisältää visuaalisen ja kinesteettisen mielikuvan, jossa henkilö kuvittelee liikkeitä tai eleitä mielessään. MI:n avulla voidaan parantaa motorista suorituskkyä, ja se on hyödyllinen erityisesti aivohalvauksen potilaille, koska se aktivoi motorisen järjestelmän ja edistää kuntoutusta ilman jäänteistä toimintakyvystä. (Li, Li, Tan, Chen & Lin 2017.)

Hoito kesti kaksi viikkoa, ja potilaita arvioitiin ennen ja jälkeen hoitoa. Tasapainoa arvioitiin Trunk Control Test (TCT) ja Bergin tasapainotestillä (BBS), lisäksi tasapainoa mitattiin Riablo™-laitteella ja lihasten jännitystä arvioitiin EMG:llä. Tulokset osoittivat, että kaikissa tutkimusryhmissä hoidot paransivat merkittävästi vartalon vakautta ja tasapainoa. Motor imagery:ä sisältänyt terapia tuotti tilastollisesti merkittäviä parannuksia sagittaali- ja frontaalitalolla mitatussa tasapainossa ja lisäsi transversus abdominis -lihaksen jännitystä merkittävästi. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että motor imagery -harjoittelu paransi parhaiten keskivartalon stabiliteettia, tasapainoa ja lihasten jännitystä, mikä edisti potilaiden kehon hallintaa ja tasapainoa aivohalvauksen jälkeen. (Olczak, Carvalho, Stępień & Mróz 2025.)

Kim, Lee ja Lee (2024) tutkimuksessa vertaillaan robottikuntoutuksen vaikutuksia aivohalvauspotilaiden fyysiseen toimintakykyyn, toiminnalliseen palautumiseen ja päivittäisten toimintojen suorittamiseen. Potilaat jaettiin kahteen ryhmään: robottikuntoutusta saaneeseen kokeelliseen ryhmään, joka käytti Erigo Pro-kuntoutusrobotia, ja kontrolliryhmään, joka käytti perinteistä MOTomed viva2 light -kuntoutuslaitetta. Kumpikin ryhmä sai neljän viikon ajan päivittäistä fysioterapiaa, toimintaterapiaa ja puheterapiaa.

Robottikuntoutusryhmässä havaittiin merkittäviä parannuksia lihasvoimassa, tasapainossa, kävelykyvyssä ja päivittäisissä toiminnoissa verrattuna kontrolliryhmään. Esimerkiksi Berg Balance Scale (BBS) ja Functional Balance Grade (FBG) -mittareilla robottikuntoutusryhmän tasapainotulos parani merkittävästi, kun taas kontrolliryhmässä parannus ei ollut tilastollisesti merkittävä. Samoin robottikuntoutusryhmässä havaittiin tilastollisesti merkittäviä parannuksia lihasvoimassa, erityisesti lonkan, polven ja nilkan alueilla. Päivittäisissä toiminnoissa (FIM ja MBI) ja kävelykyvyssä (FAC) saavutettiin merkittäviä parannuksia robottikuntoutusryhmässä, mutta kontrolliryhmässä parannukset olivat pienempiä ja eivät aina tilastollisesti merkittäviä. (Kim, Lee & Lee 2024.)

Kumar, Yadav & Afrin (2020a) tutkimuksen tarkoituksena oli arvioida Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikutusta lihaksiston voimakkuuteen ja elämänlaatuun aivohalvauksen sairastaneilla yksilöillä. Tutkimukseen osallistui yhteensä 110 potilasta, jotka satunnaistettiin vastaanottamaan joko tavanomaista fysioterapiaa (ryhmä A) tai Erigo Pro-kuntoutusrobotin harjoittelua (ryhmä B). Molemmat ryhmät osallistuivat 30 päivän kestäneeseen interventio-ohjelmaan. Elämänlaatu ja lihaksiston voimakkuutta arvioitiin lähtötasolla (päivä 0), intervention lopussa (päivä 30) ja seurannassa (päivä 90). Laadun arviointi tehtiin SF-36-terveyslomakkeella ja lihasvoima mitattiin Medical Research Councilin manuaalisella lihastestauksella (MMT). Molemmat kuntoutusmuodot toteuttivat sama fysioterapeutti ja hoitoon sisältyi säännöllinen seuranta. Sekä elämänlaatu että lihaksiston voimakkuus parantuivat merkittävästi lähtötasosta seurantaan molempien interventioiden osalta. Ryhmän A Erigo Pro-kuntoutusrobotti johti merkittävästi suurempiin parannuksiin verrattuna tavanomaiseen fysioterapiaan.

11.1 Käytetyt toimintakyvyn mittarit ja testaus

Kävelyn mittarit:

- 10m walking test (10MWT) kävellään 14 metrin matkalla mahdollisimman nopeasti, mutta mittaukset otetaan vain 2-12 metrin väliin, jotta kiihtyvyys ja hidastuminen eivät vaikuta tulokseen. Kävelyn nopeus lasketaan 10 metrin ajan perusteella ja askelmäärä lasketaan samalla matkalla. Kadenssi lasketaan keskimääräisistä askeleista ja ajasta 10 metrin matkalla. Mittaukset tehdään kahdesti, 10 minuutin ja 3 minuutin levon jälkeen ja niiden keskiarvo otetaan. Testi mittaa kävelyn nopeutta, rytmisiä askeleita (askeleet minuutissa) ja yleistä kävelykykyä. (Ueda ym. 2022.)
- Functional Ambulation Category (FAC) -mittari on tehokas ja luotettavaksi todettu arviointimenetelmä, jolla selvitetään aivohalvaukspotilaan kävelykykyä ja tarvittavan avun määrää. Mittarissa käytetään kuusiportaista asteikkoa (0-5), jossa: 0 = potilas ei pysty kävelemään ja 5 = potilas kävelee täysin itsenäisesti. Mitä korkeampi pistemäärä, sitä parempi liikuntakyky ja kävelyn itsenäisyys. FAC mahdollistaa kävelykyvyn arvioinnin nopeasti ja helposti, ja se soveltuu erityisesti aivohalvaukspotilaiden

kävelytaidon seurantaan. Mittari on osoittautunut erittäin luotettavaksi. (Kim, Lee & Lee 2024.)

Tasapainon mittarit:

- Berg Balance Scale (BBS) on kehitetty erityisesti vanhusten tasapainon arviointiin kliinisessä ympäristössä. Testin kehityksessä määriteltiin tasapainon kolme ulottuvuutta: asennon ylläpito, reaktiot ulkoisiin häiriötekijöihin ja tahdonalaisten liikkeiden säätely. Näiden pohjalta valittiin 14 nimikettä, jotka muodostavat testin sisällön. Testi on osoittanut hyvää validiteettia ja ennustaa kaatumisriskiä tulevassa vuodessa. Testin pistemäärä liittyy myös potilaan toimintakykyyn. Se on sovellettavissa eri ikäryhmille, kunhan tutkittavilla on tasapainohäiriöitä. Aivoverenkiertohäiriöön liittyen Bergin tasapainotestin tulos ennusti sairaalassaoloaikaa, kotiutuspaikkaa, motorista suorituskkyä puolen vuoden kuluttua sairastumisesta sekä vammahaittaa 90 päivän kuluttua sairastumisesta, mutta ei pystynyt ennustamaan kaatumisia. (Terveysportti 2024.)
- Trunk control test (TCT) mittari on suunniteltu arvioimaan neljää keskeistä keskivartalon liikettä ja tasapainon hallintaa, keskittyen erityisesti ei-vestibulaariseen tasapainoon ja toimintakyvyn arviointiin potilaan kyvystä hallita liikkeitään eri asennoissa. Nämä asennot ovat; pyöriminen heikommalle puolelle, pyöriminen vahvemmalle puolelle, tasapaino istuma-asennossa ja makuulta istumaan nousu. Pisteytyksessä 0 tarkoittaa, ettei liikettä voi suorittaa ilman apua, 12 tarkoittaa, että liike sujuu epänormaalilla tavalla, ja 25 tarkoittaa normaalisti suoritettua liikettä. Keskimääräinen pistemäärä kussakin osa-alueessa on 0-25, ja kokonaisscore vaihtelee 0:sta 100:aan, joka kuvastaa parasta mahdollista suoritusta. (Shirley Ryan Abilitylab 2016.)
- Functional Balance Grade (FBG) -mittari arvioi henkilön tasapainokykyä sekä istuen että seisten, erikseen staattisessa ja dynaamisessa tilanteessa. Se luokittelee tasapainon tason asteikolla Poor-Normal, jossa *Normal* edustaa parasta tasapainoa. Parantuminen mittarilla etenee heikosta normaaliin. Mittari on erittäin luotettava, ja sen sisäinen toistettavuus on korkea. (Kim, Lee & Lee 2024.)

Motorisen toiminnan mittarit:

- MMT, eli manuaalinen lihastestaus on menetelmä, jolla arvioidaan lihasvoimaa. Testissä käydään läpi ylä- ja alaraajojen tärkeimmät lihasryhmät, ja kutakin liikettä arvioidaan asteikolla 0-5 lihasvoiman mukaan. (Kumar, Yadav & Afrin 2020b.) Arvosana 0 tarkoittaa, ettei lihasaktivaatioita ole havaittavissa. Arvosanalla 1 lihaksessa on havaittavissa pientä aktivaatiota, kuten nykäys, mutta liikettä ei tapahdu. Arvosana 2 tarkoittaa, että lihas pystyy suorittamaan liikkeen, kun painovoima on poistettu.

Arvosanalla 3 lihas pystyy liikuttamaan raajaa painovoimaa vastaan. Arvosana 4 kuvaa lihaksen kykyä tuottaa liikettä painovoimaa vastaan ja lisäksi jonkin verran ulkoista vastusta vastaan. Arvosana 5 merkitsee normaalia lihasvoimaa, eli lihas kykenee liikkeeseen täydellä liikeradalla painovoimaa ja ulkoista vastusta vastaan. (Naqvi & Sherman 2023.)

- MAS, eli Modified Ashworth Scale mittarilla arvioidaan lihasten spastisuutta eli lihastonuksen lisääntymistä. Se sisältää kuusi tasoa, joilla mitataan, kuinka vastustavaa liike on passiivisesti liikutettaessa raajaa. Käytetään yleisesti neurologisilla potilailla. (Kumar, Yadav & Afrin 2020b.) 0 tarkoittaa, ettei lihastonuksessa ole lisäystä. Arvolla 1 lihastonus on hieman lisääntynyt ja ilmenee liikeradan lopussa. Arvolla 2 lihastonus on selvästi lisääntynyt, mikä ilmenee jäykkyytenä liikeradan keskivaiheessa, ja vastus jatkuu liikeradan loppuun asti, mutta lihas on edelleen helposti liikuteltavissa. Arvolla 3 lihastonus on huomattavasti lisääntynyt, ja passiivinen liike on hankalaa. Arvolla 4 lihas on jäykkä joko fleksiossa tai ekstensiossa. (Harb, Margetis & Kishner 2025.)
- Fugl-Meyer Assessment (FMA) arvioi motorista toimintakykyä, tasapainoa, tuntoaistia ja niveltoimintaa hemiplegiapotilailla, erityisesti aivohalvauksen jälkeen. FMA perustuu kumulatiiviseen numeeriseen pistemäärään, joka heijastaa potilaan suorituskkyä eri osa-alueilla. Mittari seuraa potilaan toipumista, erityisesti motoristen toimintojen kehittymistä ja parantumista. Se auttaa arvioimaan terapeuttien toimenpiteiden tehokkuutta ja on erityisen hyödyllinen kontraktuurien ehkäisemisessä varhaisessa vaiheessa. FMA antaa arvokasta tietoa potilaan kuntoutuksesta ja motorisen käyttäytymisen kehityksestä. (Fugl-Meyer, Jääskö, Leyman, Olsson & Steglind 1975.)
- Range of motion (ROM) tarkoittaa nivelten liikkumisalueen laajuutta, joka mitataan yleensä asteina. Liikelajuus jaetaan kahteen pääkategoriaan: aktiivinen liikelajuus, jossa henkilö liikuttaa niveltä itsenäisesti ja passiivinen liikelajuus, jossa liikettä avustaa toinen henkilö, kuten terveydenhuollon ammattilainen. Liikelajuuden arviointi on olennainen osa liikuntakyvyn ja kuntoutuksen seuranta. Fysioterapeutit mittaavat liikelajuutta usein goniometrillä. (Campell 2023.)
- EMG lihastestaus on tutkimusmenetelmä, jolla mitataan lihaksen sähköistä aktiivisuutta hermon stimulaation seurauksena. EMG:tä käytetään neuromuskulaaristen häiriöiden tunnistamiseen. Tutkimuksessa lihakseen asetetaan ohut neulaelektrodi, jonka avulla seurataan lihaksen toimintaa levossa, kevyessä ja voimakkaassa supistuksessa. Lihas ei normaalisti tuota sähköistä aktiivisuutta levossa. Supistuksen aikana syntyvät toimintapotentialit kertovat lihaksen ja hermon välisestä toiminnasta. (John Hopkins Medicine 2025.)
- NIHSS, eli National Institute of Health Stroke Scale on mittari, jolla arvioidaan aivohalvauksen aiheuttaman vaurion vaikeusastetta. Se koostuu 11 osa-alueesta, kuten tajunnantasosta, puheesta, silmien liikkeistä, raajojen motoriikasta ja tuntoaistista.

Jokainen osa-alue pisteytetään, ja kokonaispistemäärä kuvaa toimintahäiriön laajuutta. (Kumar, Yadav & Afrin 2020b.)

Päivittäistoimintojen (ADL) mittarit:

- Functional Independence Measure (FIM) on standardoitu mittari, joka arvioi yksilön toimintakykyä ja päivittäisistä toiminnoista selviytymistä. Se perustuu WHO:n kansainväliseen toiminta- ja toimintarajoitteiden luokitukseen ja sitä käytetään laajasti erityisesti neurologisten potilaiden, kuten AVH-kuntoutujien, arvioinnissa. FIM-mittari koostuu 18 osiosta, joista 13 liittyy motorisiin toimintoihin ja 5 kognitiivisiin perustoi-mintoihin, kuten muistamiseen ja ongelmanratkaisuun. Jokainen toiminto arvioidaan 7-portaisella asteikolla, jossa 1 tarkoittaa täydellistä avuntarvetta ja 7 itsenäistä suo-riutumista. Kokonaispistemäärä vaihtelee 18 ja 126 välillä ja mitä korkeampi piste-määrä, sitä itsenäisempi potilas on. Arviointi tehdään yleensä hoitajakson alussa ja lopussa, jolloin voidaan tarkastella potilaan edistymistä. FIM-mittari antaa monipuoli-sen kuvan toimintakyvyn tasosta ja tarvittavan avun määrästä arjessa. (Shirley Ryan Abilitylab 2015.)
- Modified Barthel Index (MBI) mittari on yleisesti käytetty väline arvioitaessa aivohal-vauspotilaiden toimintakykyä arjessa. Se mittaa potilaan kykyä selviytyä päivittäisistä toiminnoista, kuten pukeutumisesta, peseytymisestä, syömisestä, wc-käynneistä ja liikkumisesta. MBI:tä käytetään sekä kliinisessä työssä että tutkimuksessa arvioimaan, missä määrin potilas pystyy suoriutumaan itsenäisesti ilman avustusta. Mittari antaa tietoa siitä, voiko potilas jatkaa kuntoutumista kotona vai tarvitaanko laitostuntou-tusta. MBI soveltuu erityisesti aivohalvauksen jälkeisen toimintakyvyn arviointiin ja se tarjoaa yksityiskohtaista tietoa potilaan toimintakyvystä etenkin silloin, kun kyseessä on keskivaikea tai vaikea jälkioireisto. (Kamdi, Shafei, Musa, Hanafi & Suliman 2023.)

Muut mittarit ja kyselyt:

- QOL SF-36 on itse täytettävä lyhyt terveyttä mittaava kysely, jossa on 36 kysymystä yleisen terveydentilan arvioimiseksi väestötasolla. Kysymykset kattavat fyysisen toi-mintakyvyn, toimintakyvyn fyysisten ja emotionaalisten roolien osalta, kivun, yleisen terveydentilan, vireyden, sosiaalisen toimintakyvyn ja mielenterveyden. Vastausvaih-toehdot on numeroitu vasemmalta oikealle alkaen numerosta 1. Kyselystä voi saada maksimissaan 149 pistettä, mikä merkitsee parasta elämänlaatua (QOL), ja minimis-sään 36 pistettä, mikä merkitsee heikointa elämänlaatua. (Kumar, Yadav & Afrin 2020b.)
- Mini-Mental State Examination (MMSE) on 30-pisteinen kyselylomake, jota käytetään laajasti kliinisissä ja tutkimusympäristöissä kognitiivisen vajeen mittaamiseen. Testin suorittaminen vie noin 5-10 minuuttia ja se arvioi muun muassa seuraavia toimintoja:

rekisteröinti (nimettyjen kehotusten toistaminen), tarkkaavaisuus ja laskeminen, muistaminen, kieli, kyky seurata yksinkertaisia käskyjä ja suuntautuneisuus. 24 pistettä tai enemmän (30:stä) tarkoittavat normaalia kognitiota. Alle 24 pistettä voi viitata kognitiiviseen heikkenemiseen, joka voi olla vakavaa (≤ 9 pistettä), kohtalaista (10-18 pistettä) tai lievää (19-23 pistettä). (Kumar, Yadav & Afrin 2020b.)

- Riablo™ on ortopediseen kuntoutukseen suunniteltu pelipohjainen järjestelmä, joka tukee potilaita sekä sairaalassa että kotiin suuntautuvassa kuntoutuksessa. Järjestelmä tarjoaa potilaille välineet suorittavat kuntoutusharjoituksia itsenäisesti, oikealla tavalla ja miellyttävällä tavalla, mikä parantaa koko kuntoutusprosessin laatua. RIABLO hyödyntää pelien mahdollisuuksia ortopedisessä fysioterapiassa ja keskittyy siihen, miten pelit voivat edistää kuntoutusta ja parantaa potilaiden motivaatiota ja sitoutumista hoitoon. (Costa, Tacconi, Tomasi & Calva 2013.)

11.2 Yleiset toimintakyvyn mittarit AVH-kuntoutuksessa

Verrokkitutkimuksiksi valittiin kolme ajankohtaista ja vertaisarvioitua julkaisua, jotka käsittelevät robottiavusteisen kävelykuntoutuksen vaikuttavuutta aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvilla potilailla. Näissä tutkimuksissa käytettiin yleisesti suositeltuja toimintakyvyn mittareita, kuten Berg Balance Scale (BBS) ja 10 metrin kävelytesti (10 Meter Walk Test, 10MWT) -testejä, mikä mahdollistaa vertailun Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksessa käytettyihin arviointimenetelmiin. Lisäksi tutkimukset keskittyvät kävelykyvyn kuntoutukseen akuutin tai subakuutin AVH:n jälkeen, jolloin niillä on sisällöllisesti suora yhteys Erigo Pro-kuntoutusrobotti laitteen käyttötarkoitukseen varhaisen vaiheen mobilisaatiossa. Tämän lisäksi katsottiin TOIMIA-tietokannan suositukset aivoverenkiertohäiriöön sairastuneen toimintakyvyn mittaukseen. (Yang, Kim 2023; Mehrholz ym. 2020; Moucheboeuf ym. 2020.)

TOIMIA-tietokannan suositusten mukaan aivoverenkiertohäiriön (AVH) sairastaneiden toimintakyvyn vähimmäisarviointiin kuuluu useita mittareita eri toimintakyvyn osa-alueiden arvioimiseksi. Yleistä toimintakykyä arvioidaan WHODAS 2.0 -mittarilla sekä PROMIS Yleinen terveys -mittarilla, joista jälkimmäisen mielenterveyden osa-alue soveltuu myös mielialan arviointiin. Liikkumisen arviointiin suositellaan FAC-luokitusta (Functional Ambulation Classification), ja yläraajojen toimintaa mitataan yläraajojen nostolla sivukautta sekä käden puristusvoimalla. Lisäksi suositellaan käytettäväksi PASS-mittaria (Patient Acceptable Symptom State) ja GRC-mittaria (Global Rating of Change), jotka tarjoavat tietoa potilaan subjektiivisesta kokemuksesta toimintakyvyn muutoksista. (Valkeinen ym. 2024.)

Näiden lisäksi suosituksissa tuodaan esiin muita täydentäviä mittareita liikkumisen ja kävelyn arvioimiseksi, kuten EMS (Elderly Mobility Scale), RMA (Rivermead Motor Assessment), RMI (Rivermead Mobility Index), DGI (Dynamic Gait Index), sekä 6 minuutin kävelytesti. Tasapainon

arviointiin suositellaan Bergin tasapainotestiä ja Timed Up and Go (TUG) -testiä. (Hiekkala ym. 2024.)

Yang & Kimin (2023) meta-analyysissä tutkittiin motorisen uudelleenoppimisen, neurofysiologisten ja tuki- ja liikuntaelimestön menetelmien vaikutuksia aivohalvauspotilaiden motorisen toiminnan paranemiseen. Systemaattiseen katsaukseen sisällytettiin vain satunnaistetut kontrolloidut tutkimukset (RCT), jotka vertasivat näitä interventioita. Tutkimukset haettiin kolmesta kansainvälisestä tietokannasta: MEDLINE, Embase ja Cochrane Library. Alla taulukko osa-alueittain käytetyistä mittareista.

Taulukko 6: Yang & Kim 2023 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit

Yang & Kim 2023 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit	
Mittausalue	Mittarit
Tasapaino	<ul style="list-style-type: none"> • Bergin tasapainotesti (Berg Balance Scale, BBS) • Keskivartalon hallinnan mittari (Trunk Impairment Scale, TIS) • Ulottuvuustesti (Functional Reach Test, FRT)
Kävely	<ul style="list-style-type: none"> • 6 minuutin kävelytesti (6 Minute Walk Test, 6MWT) • 10 metrin kävelytesti (10 Meter Walk Test, 10mWT) • Tuolilta ylösnousu ja kävely -testi (Timed Up and Go Test, TUG)
Motorinen toiminta	<ul style="list-style-type: none"> • Fugl-Meyerin arviointi (Fugl-Meyer Assessment, FMA) • Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM) • Motorinen arviointiasteikko (Motor Assessment Scale, MAS) • Rivermeadin motorinen arviointi (Rivermead Motor Assessment, RMA)
Toiminnalliset päivittäiset taidot (ADL)	<ul style="list-style-type: none"> • Barthel-indeksi (Barthel Index, BI) • Muokattu Barthel-indeksi (Modified Barthel Index, MBI) • Toiminnallisen itsenäisyyden mittari (Functional Independence Measure, FIM)

Mehrholz Thomas, Kugler, Pohl & Elsner (2020) Cochrane-katsauksessa tarkasteltiin, parantaako sähkömekaaninen ja robottivusteinen kävelyharjoittelu aivohalvauksen jälkeen kävelykykyä verrattuna tavanomaiseen hoitoon. Kyseessä on päivitys aiemmasta Cochrane-katsauksesta, joka julkaistiin alun perin vuonna 2007 ja päivitettiin edellisen kerran vuonna 2017. Katsauksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää, johtaako sähkömekaaninen ja robottivusteinen harjoittelu itsenäisen kävelykyvyn palautumiseen tehokkaammin kuin tavallinen fysioterapia. Toissijaisina tavoitteina arvioitiin vaikutuksia kävelynopeuteen, kävelykapasiteettiin, hoidon hyväksyttävyyteen sekä kuolleisuuteen interventiovaiheen loppuun mennessä. Alla taulukko osa-alueittain käytetyistä mittareista.

Taulukko 7: Mehrholz ym. 2020 Cochrane-katsauksen toimintakyvyn mittarit

Mehrholz ym. 2020 Cochrane-katsauksen toimintakyvyn mittarit	
Mittausalue	Mittarit
Tasapaino	<ul style="list-style-type: none"> • Berg Balance Scale (BBS) • Tinetti Balance and Gait Test • Performance-Oriented Mobility Assessment - Balance (POMA-B) • Trunk Control Test (TCT) • Scale for Contraversive Pushing (SCP) • Subjective Visual Vertical (SVV) • Scale for Assessment and Rating of Ataxia
Kävely	<ul style="list-style-type: none"> • Functional Ambulation Category (FAC) • 10 Meter Walk Test (10MWT) • 6 Minute Walk Test (6MWT) • Timed Up and Go Test (TUG) • Hochzirl Walking Aids Profile (H-WAP) • Modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP) • Mobility Milestones (MMs) • Rivermead Mobility Index (RMI) • Gait parameters (askeleen pituus, askelnopeus, askelrytmi, tukivaihe, heilurivaihe, sykli jne.)

Motorinen toiminta	<ul style="list-style-type: none"> • Fugl-Meyer Assessment (FMA) • Motricity Index (MI) • Manual Muscle Testing (MRC) • Modified Ashworth Scale (MAS)
Toiminnalliset päivittäiset taidot (ADL)	<ul style="list-style-type: none"> • Barthel Index (BI) • Modified Barthel Index (MBI) • Functional Independence Measure (FIM) • Stroke Impact Scale (SIS)

Moucheboeuf ym. (2020) meta-analyysissä tutkittiin robottiväesteen kävelyharjoittelun vaikutuksia aivohalvauksen jälkeisessä kuntoutuksessa sekä pyrittiin selittämään aiempien meta-analyysien liittyvää heterogeenisuutta. Tutkimukseen sisällytettiin 33 satunnaistettua tutkimusta, joissa oli yhteensä 1466 osallistujaa. Kuntoutusohjelman aikana mitattiin kävelynopeus, kävelykestävyys, Berg Balance Scale (BBS), Functional Ambulation Classification (FAC) ja Timed Up and Go (TUG) -testit. Tulokset osoittivat, että fysioterapia yhdistettynä kevenneen painonsiirron harjoitteluun ja robottiväesteen kävelyharjoitteluun paransi merkittävästi kävelynopeutta, FAC- ja BBS-pisteystä verrattuna pelkkään fysioterapiaan. Lisäksi tulosten perusteella tulevissa tutkimuksissa suositetaan käyttämään herkempiä arviointimenetelmiä kuin pelkkä FAC tai kävelynopeus, esimerkiksi ABILICO-mittaria, joka mahdollistaa kolmiulotteisen arvioinnin. Alla taulukko osa-alueittain käytetyistä mittareista.

Taulukko 8: Moucheboeuf ym. 2020 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit

Moucheboeuf ym. 2020 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit	
Mittausalue	Mittarit
Tasapaino	<ul style="list-style-type: none"> • Bergin tasapainotesti (Berg Balance Scale, BBS)
Kävely	<ul style="list-style-type: none"> • Functional Ambulation Classification (FAC) • Kävelynopeus (gait speed) • Kävelykestävyys (gait endurance)
Motorinen toiminta	<ul style="list-style-type: none"> • Timed Up and Go -testi (TUG)

11.3 Tulosten yhteenveto

Lopuksi Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksista sekä aiheeseen liittyvistä meta-analyyseistä tarkasteltiin, mitä toimintakyvyn arviointimenetelmiä oli ollut yhteisesti käytössä. Tavoitteena oli selvittää, mitkä mittarit toistuivat useissa eri lähteissä ja ovat siten vakiintuneita arviointimenetelmiä AVH-potilaiden kuntoutuksen vaikuttavuuden ja toimintakyvyn arvioinnissa. Näiden pohjalta muodostettiin käsitys siitä, millä mittareilla arvioidaan tyypillisimmin esimerkiksi tasapainoa, kävelykykyä, motorista toimintaa ja päivittäisiä toimintoja.

Tämän jälkeen perehdyttiin TOIMIA-tietokannan suosituksiin aivoverenkiertohäiriön sairastuneiden toimintakyvyn vähimmäisarvioinnista. Tässä opinnäytetyössä TOIMIA-tietokannasta valittiin tarkasteluun ainoastaan ne arviointimenetelmät, jotka olivat yhteisiä Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa ja meta-analyyseissä esiintyneiden mittareiden kanssa. Näin haluttiin varmistaa, että mukaan valitut mittarit ovat sekä kansallisesti suositeltuja että kansainvälisesti tutkittuja ja laajasti käytettyjä. Vertailun tulokset on koottu taulukkoon 9.

Taulukko 9. Mittarit Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa, TOIMIA-tietokannassa ja verrokkitutkimuksissa

Mittarit Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa, TOIMIA-tietokannassa ja verrokkitutkimuksissa			
Mittari	TOIMIA	Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimukset	Verrokkitutkimukset
FAC (Functional Ambulation Classification)	x	x	x
10 metrin kävelytesti (10MWT)		x	x
Bergin tasapainotesti (BBS)	x	x	x
Trunk Control Test (TCT)		x	x
Fugl-Meyer Assessment (FMA)		x	x

Modified Ashworth Scale (MAS)		x	x
Manual Muscle Testing (MMT/MRC)		x	x
Modified Barthel Index (MBI)		x	x
FIM (Functional Independence Measure)		x	x

Tasapaino: Yhteisesti käytössä ollut mittari tasapainon arviointiin oli Bergin tasapainotesti (Berg Balance Scale, BBS), joka esiintyi sekä TOIMIA-suosituksissa, Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa, että meta-analyyseissä. Trunk Control Test (TCT) puolestaan esiintyi Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa ja meta-analyyseissä.

Kävely: Functional Ambulation Classification (FAC) -luokitusta käytettiin laajasti kävelykyvyn ja toiminnallisen liikkuvuuden arviointiin, ja se oli mukana kaikissa tarkastelluissa lähteissä: TOIMIA-suosituksissa, Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa ja meta-analyyseissä. 10 metrin kävelytesti (10MWT) esiintyi kahdessa lähteessä: Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa ja meta-analyyseissä.

Motorinen toiminta: Motorisen toiminnan arviointiin yleisesti käytettyjä mittareita, jotka esiintyivät Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa ja meta-analyyseissä, olivat Fugl-Meyerin arviointi (Fugl-Meyer Assessment, FMA), Modified Ashworth Scale (MAS) sekä Manual Muscle Testing (MMT/MRC).

Toiminnalliset päivittäiset taidot (ADL): Päivittäisten toimintojen arviointiin käytettyjä mittareita, jotka esiintyivät sekä Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa, että meta-analyyseissä, olivat Modified Barthel Index (MBI) ja Functional Independence Measure (FIM).

12 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, millä toimintakyvyn mittareilla voidaan arvioida Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksen vaikuttavuutta aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvien potilaiden kohdalla. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, jonka avulla karotettiin aiempaan tutkimusnäyttöön perustuvia toimintakyvyn arviointimenetelmiä ja

pyrittiin vastaamaan Helsingin kaupungin fysioterapian tarpeeseen kehittää vaikuttavuuden seurantaan Erigo Pro-kuntoutusrobotin käytössä.

Helsingin kaupungin fysioterapialla käytännön työssä Erigo-kuntoutusrobotti kuntoutuksessa ei tällä hetkellä hyödynnetä varsinaisia toimintakyvyn mittareita. Ennen harjoittelun aloittamista tarkastetaan kontraindikaatiolista (liite 1), ja mikäli vasta-aiheita ei esiinny, pyydetään lääkäriltä kirjallinen lupa harjoitteluun. Laitteen oma data antaa tietoa harjoittelun sisällöstä, mutta se ei yksinään riitä kuvaamaan kuntoutujan toimintakyvyn tasoa tai sen muutoksia.

Kirjallisuuskatsaus ei tuonut esiin yhtenäistä tai vakiintunutta arviointimallia, jota käytettäisiin järjestelmällisesti Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksen vaikuttavuuden mittaamiseen. Sen sijaan katsauksen perusteella kuntoutusta on arvioitu useilla validoiduilla ja laajasti hyväksytyillä mittareilla eri toimintakyvyn osa-alueilta. Tasapainon arvioinnissa yleisimmin hyödynnetyt mittarit olivat Bergin tasapainotesti (Berg Balance Scale, BBS) sekä Trunk Control Test (TCT). Toiminnallista liikkuvuutta ja kävelyä arvioitiin erityisesti Functional Ambulation Classification (FAC) -luokituksella sekä 10 metrin kävelytestillä (10MWT). Motorisen toiminnan mittaamiseen käytettiin Fugl-Meyerin arviointia (Fugl-Meyer Assessment, FMA), Modified Ashworth Scalea (MAS) sekä lihasten voiman arviointia manuaalisin menetelmin (Manual Muscle Testing, MMT). Toiminnallisia päivittäisiä taitoja (ADL) arvioitiin puolestaan Modified Barthel Indexin (MBI) ja Functional Independence Measure (FIM) mittarien avulla.

Löydökset osoittavat, että Erigo Pro-kuntoutusrobotti voi tukea AVH-potilaiden kuntoutusta erityisesti varhaisvaiheen mobilisaatiossa ja alaraajojen aktivaation käynnistämisessä. Tutkimusten mukaan laitteen käyttö voi vaikuttaa myönteisesti kävelykykyyn, tasapainoon ja motorisiin toimintoihin. Vaikka laite tuottaa teknistä dataa harjoituksen kulusta, esimerkiksi askelmääristä ja harjoitteluajasta, nämä tiedot eivät yksinään riitä kuvaamaan toimintakyvyn muutoksia. Näiden vaikutusten arviointi edellyttää moniulotteista mittaristoa, jossa yhdistyvät sekä objektiiviset testit että potilaan oma arvio toimintakyvystään.

Tutkimuskysymykset olivat mitä toimintakykymittareita on käytetty AVH-kuntoutujien arvioinnissa Erigo Pro -kävelyrobotin yhteydessä ja miten nämä mittarit soveltuvat Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutukseen. Kirjallisuuskatsauksen perusteella siihen vastaus on, että vaikuttavimpina ja laajimmin käytettyinä mittareina Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksen arvioinnissa näyttäytyivät tasapainoa mittaavat Berg Balance Scale (BBS) ja Trunk Control Test (TCT), kävelykykyä ja toiminnallista liikkuvuutta arvioivat Functional Ambulation Classification (FAC) -luokitus sekä 10 metrin kävelytesti (10MWT), motorisen toiminnan mittareista Fugl-Meyer Assessment (FMA) ja Modified Ashworth Scale (MAS) sekä päivittäisten toimintojen arviointiin soveltuvat Modified Barthel Index (MBI) ja Functional Independence Measure (FIM). Nämä mittarit kattavat laajasti toimintakyvyn eri osa-alueet ja mahdollistavat sekä

objektiivisen arvioinnin että kuntoutujan toimintakyvyn muutosten seuraamisen. Näin ollen ne soveltuvat hyvin Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutuksen vaikuttavuuden arviointiin, erityisesti osana moniulotteista ja systemaattista arviointimallia.

Opinnäytetyön tulokset tukevat alkuperäistä tavoitetta tarjota konkreettisia, näyttöön perustuvia mittareita Erigo Pro-kuntoutusrobotti harjoittelun vaikuttavuuden seurantaan. Tulokset ovat sovellettavissa niin käytännön fysioterapiatyössä kuin laajemmin kuntoutuksen tutkimuskentässä, erityisesti robotiikan hyödyntämisen näkökulmasta.

13 Pohdinta

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella yleisesti Erigo Pro-kuntoutusrobotilla tehtävä kuntoutus näyttää tukevan aivohalvauspotilaiden varhaista toimintakyvyn palautumista erityisesti silloin, kun potilas ei vielä kykene itsenäiseen pystyasentoon tai kävelyyn. Tämä robottiaivusteinen harjoitusmuoto mahdollistaa turvallisen ja toistuvan pystyasentoharjoittelun sekä alaraajojen aktivaation, mitkä ovat keskeisiä tekijöitä neurologisen toipumisen tukemisessa varhaisvaiheessa. (Kumar, Yadav & Afrin 2020a.)

Tutkimuskysymyksen mittareiden osalta kirjallisuuskatsauksessa ilmeni, että mittarivalinnat vaihtelivat paljon tutkimusten välillä, mikä vaikeuttaa niiden vertailua ja yleistettävyyttä. Monissa tutkimuksissa otokoot olivat pieniä ja seuranta-aika lyhyt. Lisäksi tutkimusasetelmat olivat usein heterogeenisiä, mikä heikentää johtopäätösten luotettavuutta (Moucheboeuf ym. 2020). Käytännön tasolla olisi suositeltavaa kehittää yhtenäinen arviointimalli Erigo Pro-kuntoutusrobotti harjoitteluun, jossa yhdistyvät kliiniset toimintakyvyn mittarit ja potilaan oma arvio. Lisäksi kuntoutusorganisaatioiden olisi hyödyllistä laatia ohjeistuksia suositeltavista mittareista, jotta arviointi olisi johdonmukaista ja vertailukelpoista eri toimintaympäristöissä.

Koska Erigo Pro-kuntoutusrobotti kuntoutus sijoittuu kuntoutusprosessin akuuttiin vaiheeseen, tulee myös arviointimenetelmien olla tämän vaiheen tarpeisiin sopivia. Potilaan toimintakyky voi olla hyvin rajallinen, mikä edellyttää mittareilta herkkyyttä pienille muutoksille sekä soveltuvuutta tilanteisiin, joissa potilas ei pysty suoriutumaan vaativista fyysisistä tehtävistä. Useissa tutkimuksissa esiintyivät kuitenkin myös haastavimmat tai dynaamiset mittarit, kuten 6 minuutin kävelytesti (6MWT) ja Timed Up and Go (TUG), jotka edellyttävät vähintään osittaista liikkumiskykyä. Näiden käyttö Erigo Pro-kuntoutusrobotti hoidon alkuvaiheessa voi olla rajoittunutta, minkä vuoksi on tärkeää valita mittareita, jotka toimivat myös silloin, kun toimintakyvyn taso on matala.

Myös työelämäkumppanin palautteen perusteella arviointimenetelmien valinnassa on tärkeää huomioida potilasprofiili ja hoitoympäristö. Erigo Pro-kuntoutusrobotia käytetään usein potilaille, joiden toimintakyky on merkittävästi heikentynyt. Tällöin mittareilta edellytetään

paisi herkkyyttä myös soveltuvuutta tilanteisiin, joissa potilas tarvitsee apua liikkumisessa tai ei kykene suorittamaan testejä itsenäisesti. Kirjallisuuskatsauksen perusteella on havaittavissa, että osa tutkituista mittareista (esim. BBS & FAC) on suunnattu jo parempikuntoisille kuntoutujille, kuin toimeksiantajalla on, joka rajoittaa niiden käyttöä hoidon alkuvaiheessa. Jatkossa toimintakykymittareiden valinnassa tulisi huomioida erityisesti niiden käytettävyys akuutin vaiheen fysioterapiassa ja potilaan yksilölliset edellytykset osallistua arviointiin. Näin voidaan varmistaa, että arviointi tukee kuntoutussuunnitelman laatimista myös vaikeasti toimintarajoitteisten kohdalla.

Lihassoiman ja spastisuuden arviointi on yksi keskeinen osa-alue, mutta siihen liittyy myös mittauksellisia haasteita. Esimerkiksi Modified Ashworth Scale (MAS) on laajasti käytetty, mutta sen arviointiluotettavuus voi vaihdella arvioijan mukaan. Myös manuaalinen lihastes-taus on altis arviointivirheille, eikä se välttämättä ole riittävän tarkka pienimuotoisten muutosten havaitsemiseksi. Näin ollen arviointimenetelmien valinnassa tulisi suosia mahdollisimman objektiivisia ja toistettavia mittareita.

Katsauksen rajoituksena voidaan pitää juuri hyvin akuutin tilanteen tai luotettavien herkkien mittareiden puute, tutkimusten heterogeenisyyttä sekä usein pientä otoskokoa, mikä vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen. Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikuttavuutta käsittelevää tutkimusnäyttöä on toistaiseksi saatavilla varsin rajallisesti. Vaikka alustavat tulokset viittaavat positiivisiin vaikutuksiin erityisesti varhaisvaiheen mobilisaation ja alaraajojen aktivoinnin osalta, tarvitaan lisää korkealaatuista, vertaisarvioitua ja pitkäkestoista tutkimusta. Nykyisten tutkimusten vähäinen määrä rajoittaa mahdollisuuksia tehdä vahvoja johtopäätöksiä laitteen vaikuttavuudesta. Tämä luo selkeän tarpeen jatkotutkimukselle, jossa selvitetäisiin tarkemmin Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikutuksia toimintakykyyn eri AVH-potilasryhmissä ja eri kuntoutusvaiheissa, sekä tarkentaen käytettävää mittaristoa. Erityisesti toimintakyvyn arvioinnin tarkentamiseksi on tärkeää ottaa käyttöön monipuolisempia ja herkempiä mittareita, jotka huomioivat sekä motoriset, kognitiiviset että osallistumisen osa-alueet. Näin voidaan saada kattavampi kuva kuntoutuksen vaikutuksista potilaiden arjessa suoriutumiseen ja elämänlaatuun. Tulevaisuudessa olisi hyödyllistä toteuttaa interventiotutkimuksia suomalaisissa kuntoutusyksiköissä ja seurata Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikutavuutta pitkäkestoisesti.

13.1 Jatkotutkimus ehdotus

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella jatkotutkimukselle on selkeä tarve, erityisesti Erigo Pro-kuntoutusrobotin vaikuttavuuden tarkempaan arviointiin AVH-potilailla eri kuntoutusvaiheissa. Itse Erigo Pro-kuntoutusrobotista ei löydy suurta määrää tutkimuksia. Tulevissa tutkimuksissa olisi suositeltavaa keskittyä yhtenäisen ja kattavan arviointimallin kehittämiseen,

jossa yhdistyvät sekä kliinisesti validoidut mittarit että potilaan oma kokemus toimintakyvystään.

Koska Erigo Pro-kuntoutusrobotin käyttö kohdistuu erityisesti varhaiseen mobilisaatiovaiheeseen, olisi tärkeää, että jatkotutkimuksissa hyödynnettäisiin mittareita, jotka ovat herkkiä havaitsemaan pieniä toimintakyvyn muutoksia ja soveltuvat myös potilaille, joilla toimintakyky on vielä heikentynyt. Näin voitaisiin varmistaa, että arviointi palvelee sekä kliinistä päätöksentekoa että kuntoutuksen yksilöllistä suunnittelua.

Jatkotutkimuksessa olisi perusteltua toteuttaa pitkäkestoisia interventiotutkimuksia suomalaisissa kuntoutusyksiköissä, joissa seurattaisiin Erigo Pro-kuntoutusrobotin harjoittelun vaikutuksia potilaan toimintakykyyn systemaattisesti useilla eri mittareilla. Samalla olisi hyödyllistä vertailla, mitkä mittarit ovat kliinisessä työssä käyttökelpoisimpia ja toistettavimpia erityisesti silloin, kun potilaan fyysinen toimintakyky on rajallinen.

Lisäksi tutkimuksissa tulisi tarkastella mittareiden käyttöä eri potilasryhmissä esimerkiksi ikääntyneet AVH-potilaat, vaikeasti vammautuneet tai neurologisilta oireiltaan vaihtelevat sekä sitä, kuinka Erigo Pro-kuntoutusrobotin hyödyntäminen vaikuttaa kuntoutusprosessin etenemiseen kokonaisvaltaisesti.

13.2 Eettisyys

Katsaukseen valittavien tutkimusten laadunarvioinnissa keskeisiä käsitteitä ovat pätevyys (validiteetti), luotettavuus (reliabiliteetti), sovellettavuus, siirrettävyys ja yleistettävyys. Laadunarvioinnin tavoitteena on tarkastella tutkimusten sisäistä laatua sekä arvioida, miten mahdolliset vahvuudet ja puutteet vaikuttavat kirjallisuuskatsauksen kokonaisuuteen ja sen tulosten luotettavuuteen (Vilka 2023.)

Kirjallisuuskatsauksissa suurimpia haasteita ovat puutteellinen aineiston laadunarviointi ja heikkolaatuisten tutkimusten mukaanotto, sekä epätarkoituksenmukaisen aineiston sisältäminen työhön. Keskeisiä arviointikriteereitä ovat pätevyys, luotettavuus, sovellettavuus ja siirrettävyys. (Vilka 2023.)

Kirjallisuuskatsauksen aineisto on koottu luotettavista lähteistä ja lähteiden valinnassa, käytössä, sekä raportoinnissa on pyritty tieteelliseen objektiivisuuteen ja tarkkuuteen. Kaikki lähteet on merkitty asianmukaisesti ja viittaustekniikkaa on noudatettu huolellisesti. Tavoitteena on ollut tuottaa luotettavaa ja tutkimusnäyttöön perustuvaa tietoa, joka tukee kliinistä päätöksentekoa ja kuntoutuskäytäntöjen kehittämistä. Työn toimeksiantaja, Helsingin kaupungin fysioterapia, toivoi käyttöön konkreettisia arviointikeinoja, jotka pohjautuvat tutkituun tietoon ja tukevat näyttöön perustuvaa kuntoutusta. Eettisestä näkökulmasta keskeistä

on, että työssä käsiteltävät toimintakyvyn mittarit ovat tarkoituksenmukaisia, tasa-arvoisia ja turvallisia käytettäväksi aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) kuntoutuvien henkilöiden kanssa.

13.3 Opinnäytetyön prosessin pohdinta

Prosessina opinnäytetyön tekeminen oli aluksi haastavaa, sillä työn kokonaisuuden hahmottaminen tuntui vaikealta sen laajuuden vuoksi. Otsikko vaihtui työn edetessä useamman kerran, ja tutkimuksen aihe tiivistyi ajan myötä. Päätimme lähteä liikkeelle vain tietoperustan kirjoittamisesta ja edetä sen pohjalta, koska lisä tieto herättää lisää hyviä kysymyksiä. Tämä osoittautui toimivaksi ratkaisuksi ja kirjoitusprosessi lähti hyvin käyntiin ja työn rakenne alkoi vähitellen hahmottua pala palalta.

Tietopohjaa laatiessa tutustuimme ajankohtaisiin tutkimuksiin ja näyttöön perustuviin lähteisiin, mikä ohjasi työtä eteenpäin ja selkeytti sen suuntaa. Ohjaavien opettajien kanssa käydyt palaverit sekä väliversioiden toimittaminen toimeksiantajalle auttoivat jäsentämään kokonaisuutta ja toivat selkeitä kehitysehdotuksia. Vaikka osallistuimme vain kahteen ohjaukseen, niistä saatu palaute oli merkittävä apu työn etenemisessä. Työn valmistuessa prosessi tuntui jälkikäteen erittäin opettavaiselta ja antoisalta.

Lähteet

Atula, S. Aivohalvaus (aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Lääkärikirja Duodecim. 2023a. Viitattu 11.2.2025. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00001/aivohalvaus-aivoinfarkti-ja-aivoverenvuoto>

Atula, S. Ohimenevä aivoverenkiertohäiriö (TIA). Lääkärikirja Duodecim. 2023b. Viitattu 11.2.2025. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00591>

Calabrò, R. S., Sorrentino, G., Cassio, A., Mazzoli, D., Andrenelli, E., Bizzarini, E., Campanini, I., Carmignano, S. M., Cerulli, S., Chisari, C., Colombo, V., Dalise, S., Fundarò, C., Gazzotti, V., Mazzoleni, D., Mazzucchelli, M., Melegari, C., Merlo, A., Stampacchia, G., Boldrini, P., Mazzoleni, S., Posteraro, F., Benanti, P., Castelli, E., Draicchio, F., Falabella, V., Galeri, S., Gimigliano, F., Grigioni, M., Mazzon, S., Molteni, F., Morone, G., Petrarca, M., Picelli, A., Senatore, M., Turchetti, G., & Bonaiuti, D. 2021. Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: a systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33947828/>

Campbell, J. 2023. Range of motion. Viitattu 12.4.2025. <https://www.ebsco.com/research-starters/biology/range-motion>

Cheng, X., Xie, T., Zhang, S., Zhang, L., & Gao, F., 2022. Functional electrical stimulation in rehabilitation for patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. Viitattu 29.4.2025. <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/23/6911>

Cho, J., Ha, S., Lee, J., Kim, M. & Kim, H. 2024. Stroke walking and balance characteristics via principal component analysis. Viitattu 29.4.2025. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60943-5>

Costa, C. E., Tacconi, D., Tomasi, R. & Calva, F. 2013. RIABLO: A game system for supporting orthopedic rehabilitation. Viitattu 29.4.2025. https://www.researchgate.net/publication/257465305_RIABLO_A_game_system_for_supporting_orthopedic_rehabilitation

Desowska, A. & Turner, D. L. 2019. Dynamics of brain connectivity after stroke. Viitattu 1.5.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30768425/>

Dorsch, S., Ada, L., Soria, T. & Fanayan, E. 2021. The Relationship Between Strength of the Affected Leg and Walking Speed After Stroke Varies According to the Level of Walking Disability: A Systematic Review. Viitattu 26.4.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34636921/>

Dorrance, A. M. & Fink, G. 2015. Effects of Stroke on the Autonomic Nervous System. Viitattu 20.4.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26140717/>

Feigin, V. L., Forouzanfar, M. H., Krishnamurthi, R., Mensah, G. A., Connor, M., Bennett, D. A., Moran, A. E., Sacco, R. L., Anderson, L., Truelsen, T., O'Donnell, M., Venketasubramanian, N., Barker-Collo, S., Lawes, C. M. M., Wang, W., Shinohara, Y., Witt, E., Ezzati, M., Naghavi, M. & Murray, C. 2014. Global and regional burden of stroke during 1990-2010: Findings from the Global Burden of Disease Study 2010. Viitattu 2.5.2025

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4181600/>

Fugl-Meyer, A. R., Jääskö, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. 1975. The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. Viitattu 15.4.2025.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1135616/>

Harb, A., Margetis, K. & Kishner, S. 2025. Modified Ashworth Scale. Viitattu 12.4.2025.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554572/>

Hiekkala S. 2016. Toiminnallinen sähköstimulaatio (FES). Viitattu 21.2.2025.

<https://www.kaypahoito.fi/nak05568>

Hiekkala, S., Kyllönen, P., Pitkänen, K., Poutiainen, E., Marin, L., & Mattson, A. TOIMIA-suositus: Aivoverenkiertohäiriöön (AVH) sairastuneen henkilön toimintakyvyn arviointi. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, 2024. TOIMIA-tietokanta. Terveysportti, Duodecim Oy. Viitattu

21.2.2025. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tms00050/search/avh#s1>

Hocoma. 2023. Erigo® - Aikainen vertikalisaatio ja kävelystimulaatio turvallisesti. Fysioline.

Viitattu 4.2.2025. <https://shop.fysioline.fi/wp-content/uploads/Hocoma-Erigo-A4.pdf>

Hocoma. 2025. Erigo®. Intended Use & Indications. Viitattu 4.2.2025. <https://www.hocoma.com/solutions/erigo/intended-use-indications/>

John Hopkins Medicine. 2025. Electromyography (EMG). Viitattu 12.4.2025. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/electromyography-emg>

Kauranen, K. 2021 Fysioterapeutin käsikirja. 4. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kaste, M., Hernesniemi, J., Juvela, S., Lindsberg, P.-J., Palomäki, H., Rissanen, A., Roine, RO., Sivenius, J. & Vikatmaa, P. 2015a. Aivoverenkiertohäiriöt; Johdanto. Teoksessa Kaste, M. & Soinila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.

Kaste, M., Hernesniemi, J., Juvela, S., Lindsberg, P.-J., Palomäki, H., Rissanen, A., Roine, RO., Sivenius, J. & Vikatmaa, P. 2015b. Aivoverenkiertohäiriöiden vaaratekijät. Teoksessa Kaste, M. & Soinila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.

Kaste, M., Hernesniemi, J., Juvela, S., Lindsberg, P.-J., Palomäki, H., Rissanen, A., Roine, R.O., Sivenius, J. & Vikatmaa, P. 2015c. Aivoverenkiertohäiriöistä toipuminen ja kuntoutus. Teoksessa Kaste, M. & Soynila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.

Kamdi, M. K. A., Shafei, M. N., Musa, K. I., Hanafi, M. H., & Suliman, M. A. 2023. Comparison of the Modified Barthel Index (MBI) Score Trends Among Workers With Stroke Receiving Robotic and Conventional Rehabilitation Therapy. Viitattu 21.2.2025.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9957641/>

Khan, S. A., Zafar, M., Mahmood, M. S., & Raza, A., 2017. Effectiveness of functional electrical stimulation in rehabilitation of stroke patients: A review. Viitattu 21.3.2025.

<https://www.icjpsp.pk/archive/2017/Nov2017/09.pdf>

Kim, S.-Y., Lee, M.-Y. & Lee, B.-H. 2024. Effects of Rehabilitation Robot Training on Physical Function, Functional Recovery, and Daily Living Activities in Patients with Sub-Acute Stroke. Viitattu 15.3.2025. [https://www.pro-](https://www.proquest.com/docview/3059578340/203FE61B09DB4421PQ/1?sourcetype=Scholarly%20Journals)

[quest.com/docview/3059578340/203FE61B09DB4421PQ/1?sourcetype=Scholarly%20Journals](https://www.proquest.com/docview/3059578340/203FE61B09DB4421PQ/1?sourcetype=Scholarly%20Journals)

Kumar, S., Yadav, R. & Afrin, A. 2020a. The effectiveness of a robotic tilt table on the muscle strength and quality of life in individuals following stroke: a randomised control trial.

15.3.2025. https://www.researchgate.net/publication/347995175_The_effectiveness_of_a_robotic_tilt_table_on_the_muscle_strength_and_quality_of_life_in_individuals_following_stroke_a_randomised_control_trial

Kumar, S., Yadav, R. & Afrin, A. 2020b. Comparison between Erigo tilt-table exercise and conventional physiotherapy exercises in acute stroke patients: a randomized trial. 16.3.2025.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6998841/#CR22>

Käypä hoito. 2024. Aivoinfarkti ja TIA. Viitattu 4.2.2025. [https://www.kaypa-](https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50051#s7)
[hoito.fi/hoi50051#s7](https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50051#s7)

Li, S., Francisco, G.E. & Zhou, P. 2018. Post-stroke hemiplegic gait: New perspective and insights. Viitattu 29.4.2025. [https://www.frontiersin.org/journals/physiology/arti-](https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2018.01021/full)

[cles/10.3389/fphys.2018.01021/full](https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2018.01021/full)

Li, R. Q., Li, Z. M., Tan, J. Y., Chen, G. L., & Lin, W. Y. 2017. Effects of motor imagery on walking function and balance in patients after stroke: A quantitative synthesis of randomized controlled trials. 15.2.2025. [https://www.sciencedirect.com/science/arti-](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1744388117302049?via%3Dihub)

[cle/abs/pii/S1744388117302049?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1744388117302049?via%3Dihub)

- Lim, S. B., Louie, D. R., Peters, S., Liu-Amrose, T., Boyd, K. & Eng, J. 2021. Brain activity during real-time walking and with walking interventions after stroke: a systematic review. 15.4.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33451346/>
- Mahon, C.E., Farris, D.J., Sawicki, G.S. & Lewek, M.D. 2015. Individual limb mechanical analysis of gait following stroke. *Journal of Biomechanics*, 48(6), 984-989. Viitattu 29.4.2025 https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/sites.gatech.edu/dist/5/874/files/2018/08/mahonfarris-sawickilewek_JBmech_2015_strokeLM.pdf?bid=874
- Marquez-Chin, C., & Popovic, M. R. 2020. Functional electrical stimulation therapy for restoration of motor function after spinal cord injury and stroke: A review. Viitattu 30.4.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7245767/#Sec16>
- Meretoja, A., Roine, R. O., Kaste, M., Linna, M., Juntunen, M., Eirilä, T., Hillbom, M., Marttila, R., Rissanen, A., Sivenius, J., & Häkkinen, U. 2011. Stroke monitoring on a national level: PERFECT Stroke, a comprehensive, registry-linkage stroke database in Finland. Viitattu 2.5.2025. https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.110.595173?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
- Mehrholtz, J., Thomas, S., Kugler, J., Pohl, M., & Elsner, B. 2020. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. 15.3.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8189995/>
- Miyoshi, T., Yamashita, S. & Nishida, H., 2017. The effects of functional electrical stimulation on muscle tone and stiffness in stroke patients: A systematic review. 16.4.2025. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/29/2/29_jpts-2016-870/_pdf/-char/en
- Mojtabavi, H., Shaka, Z., Momtazmanesh, S., Ajdari, A., & Rezaei, N. Circulating brain-derived neurotrophic factor as a potential biomarker in stroke: a systematic review and meta-analysis. Viitattu 9.5.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8919648/>
- Moucheboeuf, G., Griffier, R., Gasq, D., Glize, B., Bouyer, L., Dehail, P., & Cassouesalle, H. 2020. Effects of robotic gait training after stroke: A meta-analysis. Viitattu 15.3.2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065720300658?via%3Dihub>
- Naqvi, U. & Sherman A. L. 2023. Muscle Strength Grading. Viitattu 12.3.2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436008/>
- Olczak, A., Carvalho, R., Stępień, A. & Mróz, J. 2025. The Influence of Therapy Enriched with the Erigo®Pro Table and Motor Imagery on the Body Balance of Patients After Stroke—A Randomized Observational Study. Viitattu 9.5.2025. <https://www.mdpi.com/2076-3425/15/3/275>

Oujamaa, L., Relave, I., Froger, J., Mottet, D. & Pelissier, J-Y. 2009. Rehabilitation of arm function after stroke. Literature review. Viitattu 28.4.2025 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065709000384?via%3Dihub#aep-abstract-id6>

Paltamaa, J., Karhula, M., Suomela-Markkanen, T. & Autti-Rämö, I. 2011. Hyvän kuntoutuskäytännön perusta - Käytännön ja tutkimustiedon analyysistä suositukseen vaikeavammaisten kuntoutuksen kehittämishankkeessa. Viitattu 2.5.2025. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/594997ff-c668-475a-ad43-c32624e281c4/content>

Risto, T. 2023a. Ihmisen Fysiologiaa - Perusteista Pidemmälle. 1. Painos. Lahti: Vk-Kustannus.

Risto, T. 2023b. Ihmisen Fysiologiaa - Perusteista Pidemmälle. 1. Painos. E-kirja. Lahti: Vk-Kustannus.

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen - aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. Painos. Lahti: Vk-Kustannus.

Sand, O. Sjaastad, O. Haug, E & Bjälje, J. 2012. Ihminen - Fysiologia ja anatomia. 8.-9. Painos. Helsinki: Sanoma Pro

Salter, K. L., Jutai, J., Hartley, M., Foley, N. C., Bhogal, S. K., Bayona, N., & Teasell, R. 2006. Impact of early vs delayed admission to rehabilitation on functional outcomes in persons with stroke. Viitattu 2.5.2025. https://www.researchgate.net/publication/7231704_Impact_of_Early_vs_Delayed_Admission_to_Rehabilitation_on_Functional_Outcomes_in_Persons_with_Stroke

Saltychev, M & Pohjolainen, T 2024a. Toimintakyky. Teoksessa Arokoski, J. Mikkelsen, M. Pohjolainen & Viikari-Juntura, E. Fysiatría. E-kirja. Kustannus Oy Duodecim.

Saltychev, M & Pohjolainen, T 2024b. Toimintakyvyn käsite. Teoksessa Arokoski, J. Mikkelsen, M. Pohjolainen & Viikari-Juntura, E. Fysiatría. E-kirja. Kustannus Oy Duodecim.

Shirley Ryan abilitylab. 2016. Trunk Control Test. Viitattu 12.4.2025. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/trunk-control-test>

Shirley Ryan abilitylab. 2015. Functional Independence Measure. Viitattu 12.4.2025. <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/functional-independence-measure>

Souissi, H., Zory, R., Bredin, J., Roche, N. & Gerus, P. 2017 Co-contraction around the knee and the ankle joints during post-stroke gait. Viitattu 29.4.2025. <https://hal.science/hal-04459768>

- Soinila, S. 2015. Kliininen neuroanatomia; Johdanto. Teoksessa Kaste, M. & Soinila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.
- Soinila, S. 2015. Selkäydin. Teoksessa Kaste, M. & Soinila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.
- Soinila, S. 2015. Aivohermot ja niiden toimintahäiriöt; Johdanto. Teoksessa Kaste, M. & Soinila, S. Neurologia. Kustannus Oy Duodecim.
- Tasseel-Ponche, S., Delafontaine, A., Godefroy, O., Yelnik, A. P., Doutrelot, P-L., Duchossoy, C., Hyra, M., Sader, T. & Diouf, M. 2022. Walking speed at the acute and subacute stroke stage: A descriptive meta-analysis. Viitattu 9.5.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9549366/>
- THL 2023a. Mitä toimintakyky on. Viitattu 23.2.2025. <https://thl.fi/aiheet/toimintakyky/mita-toimintakyky-on>
- THL 2023b. Toimintakyvyn arviointi. Viitattu 23.2.2025. <https://thl.fi/aiheet/toimintakyky/toimintakyvyn-arviointi>
- THL 2023c. ICF-luokituksen rakenne. Viitattu 23.2.2025. <https://thl.fi/aiheet/toimintakyky/icf-luokitus/icf-luokituksen-rakenne>
- Terveysportti. 2024. Bergin tasapainotesti. Viitattu 12.4.2025. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tmm00051/search/berg>
- Töytäri, O. & Kanto-Ronkanen, A. 2022. Apuvälineitä toimintakyvyn tukemiseen. Teoksessa. Autti-Rämö, I., Salminen, A. L., Rajavaara, M. & Melkas, S. Kuntoutuminen. Kustannus Oy Duodecim.
- Ueda, K., Umemoto, Y., Kamijo, Y., Sakurai, Y., Araki, S., Ise, M., Yoshioka, I., Banno, M., Mochida, S., Iwahashi, T., Shimokawa, T., Nishimura, Y., & Tajima, F. 2022. Effects of Combination of Functional Electric Stimulation and Robotic Leg Movement Using Dynamic Tilt Table on Walking Characteristics in Post-Stroke Patients with Spastic Hemiplegia: A Randomized Crossover-Controlled Trial. Viitattu 9.3.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9738196/>
- Valkeinen, H., Anttila, H., Kolehmainen, L., Lenkkeri, K., Mäkelä, M., Penttinen, L., & Salo, I. TOIMIA-suositus: Aivoverenkiertohäiriön (AVH) sairastaneiden toimintakyvyn vähimmäisarviointi kuntoutustarpeen arvioinnissa ja kuntoutuspalveluissa. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, 2024. TOIMIA-tietokanta. Terveysportti, Duodecim Oy. Viitattu 21.2.2025. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/tmi/article/tms00055?toc=802599>

- Van Crieginge, T., Saeys, W., Hallems, A., Velghe, S., Viskens, P.-J., Vereeck, L., de Hertogh, W., & Truijen, S. 2017. Trunk biomechanics during hemiplegic gait after stroke: A systematic review. Viitattu 9.5.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28288334/>
- Vilka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. E-kirja. Helsinki: Art House Oy.
- Väyrynen, P. 2023. Kävelyn tuki- ja heilahdusvaihe. Teoksessa Stolt, M. Lepistö, J. Saarikoski, R & Väyrynen, P. Jalkaterveys. E-kirja. Kustannus Oy Duodecim.
- Wang, H., Camicia, M., Terdiman, J., Mannava, M. K., & Sandel, M. E. 2012. Abstract 2303: Therapeutic Intensity and Functional Gains of Stroke Patients during Inpatient Rehabilitation. Viitattu 2.5.2025. https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/str.43.suppl_1.A2303
- Wang, Y., Mukaino, M., Ohtsuka, K., Otaka, Y., Tanikawa, H., Matsuda, F., Tsuchiyama, K., Yamada, J. & Saitoh, E. 2020. Gait characteristics of post-stroke hemiparetic patients with different walking speeds. Viitattu 29.4.2025. https://journals.lww.com/intjrehabiles/fulltext/2020/03000/Gait_characteristics_of_post_stroke_hemiparetic.11.aspx/1000
- Warutkar, V., Dadgal, R. & Mangulgar, U, R. 2022. Use of Robotics in Gait Rehabilitation Following Stroke: A Review. Viitattu 9.4.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9719588/#sec3>
- Yang, S. N. & Kim, D. Y. 2023. Comparing the Effectiveness of Physical Rehabilitation Interventions for Post-Stroke Function and Mobility Recovery: A Meta-Analysis. Viitattu 9.4.2025. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10404812/>
- Zeiler, S. & Krakauer, J. 2013. The interaction between training and plasticity in the post-stroke brain. Viitattu 7.5.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24136129/>
- Zhu, L., Huang, L., Le, A., Wang, T. J., Zhang, J., Chen, X., Wang, J., Wang, J., & Jiang, C. 2022. Interactions between the Autonomic Nervous System and the Immune System after Stroke. Viitattu 9.4.2025. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35766834/>

Taulukot

Taulukko 1: Sisällyttämis- ja poissulkemiskriteerit

Taulukko 2: PICO-mallin mukainen käyttö hakusanoissa ja mukaanotto kriteereissä

Taulukko 3: Tietokannat, hakusanat ja hakutulosten määrä

Taulukko 4: Tutkimusten manuaalinen karsinta

Taulukko 5: Tutkimukset

Taulukko 6: Yang & Kim 2023 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit

Taulukko 7: Mehrholz ym. 2020 Cochrane-katsauksen toimintakyvyn mittarit

Taulukko 8: Moucheboeuf ym. 2020 meta-analyysin toimintakyvyn mittarit

Taulukko 9: Mittarit Erigo Pro-kuntoutusrobotti tutkimuksissa, TOIMIA-tietokannassa ja verrokkitutkimuksissa

Liitteet

Liite 1: Erigo contraindications and risk factors 62

Liite 1: Erigo contraindications and risk factors



Erigo
contraindications and