Aaron Kaunismäki

Nilkka-jalkateräortoosit aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa

Yksilöllisesti valmistettu ortotiikka aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa: kirjallisuuskatsaus vuosina 2014–2024 julkaistuista tutkimuksista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Apuvälineteknikko

Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

12.11.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Aaron Kaunismäki
Otsikko:	Nilkka-jalkateräortoosit aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa
Sivumäärä:	29 sivua + 2 liitettä
Aika:	12.11.2025
Tutkinto:	Apuvälineteknikko (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Suuntautumisvaihtoehdon nimi
Ohjaaja(t):	Lehtori, Tomi Nurminen Yliopettaja, Kaarina Pirilä

Aivoverenkiertohäiriö voi heikentää alaraajan toimintakykyä ja vaikuttaa liikkuvuuteen. Nilkka-jalkateräortoosit (AFO) voivat tukea kuntoutumista ja parantaa liikkumista. Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää, mitä tutkimuksia on tehty vuosina 2014–2024 yksilöllisesti valmistettujen ortoosien käytöstä aivoverenkiertohäiriön (AVH) kuntoutuksessa ja minkälaisia tuloksia tutkimuksissa on saatu. Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Aineisto haettiin MetCat Finna -tietokannasta ja aineistoksi valittiin kuusi tutkimusta, jotka käsittelivät yksilöllisesti valmistettujen ortoosien vaikutuksia aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa. Tulosten mukaan AFO:n käyttö paransi kävelyn tilallisia ja ajallisia muuttujia sekä lisäsi turvallisuuden tunnetta. Yksilöllisesti valmistetut AFO:t koettiin mukavammiksi ja vakaammiksi kuin tehdasvalmisteiset ortoosit, vaikka yhdessä tutkimuksessa valmisortoosin koettiin aiheuttavan vähemmän väsymystä kävellessä. Tutkimustulosten perusteella AFO on hyödyllinen apuväline aivoverenkiertohäiriön jälkeisessä kuntoutuksessa. AFO:n yhdistäminen aktiiviseen kuntoutukseen ja sen sovitus kuntoutuksen varhaisessa vaiheessa tukee kuntoutusta.

Avainsanat: aivoverenkiertohäiriö, AFO, ortoosi, kuntoutus, kirjallisuuskatsaus

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author(s):	Aaron Kaunismäki
Title:	Ankle-foot orthoses in stroke rehabilitation
Number of Pages:	29 pages + 2 appendices
Date:	12 November 2025
Degree:	Apuvälineteknikko (AMK), Bachelor of Health Care
Degree Programme:	Degree Programme in Prosthetics and Orthotics
Specialisation option:	Name of the specialisation option
Instructor(s):	Tomi Nurminen, Senior Lecturer
	Kaarina Pirilä, Principal Lecturer

A stroke can weaken lower limb function and affect mobility. Ankle-foot orthoses (AFOs) can support rehabilitation and improve movement. The purpose of this thesis was to find out what studies have been made between 2014 and 2024 about the use of individually made orthoses in stroke rehabilitation and what kind of results the studies have shown. The work was done as a literature review. The material was searched from the MetCat Finna database, and six studies were chosen that discussed the effects of individually made orthoses in stroke rehabilitation. The results showed that the use of AFOs improved spatial and temporal walking variables and increased the feeling of safety. Individually made AFOs were felt to be more comfortable and stable than prefabricated orthoses, although one study found that the prefabricated model to be less tiring to walk with. Based on the study results, AFOs are useful assistive devices in rehabilitation after a stroke. Using AFOs together with active rehabilitation and fitting them early in the rehabilitation process supports recovery.

Keywords: stroke, AFO, orthosis, rehabilitation, literature review

---

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1 Johdanto 1

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet sekä tutkimuskysymykset 2

3 Opinnäytetyön teoreettiset lähtökohdat 2

3.1 Aiheen tutkimuksen nykytila 2
3.2 Keskeiset käsitteet 3
3.2.1 Aivoverenkiertohäiriö 3
3.2.2 Ortoosi 5
3.2.3 AFO 6
3.2.4 AFO:n hyödyt AVH-kuntoutujille 7
3.2.5 Tarpeen havaitsemisesta asiakkaan käyttöön 8
3.2.6 Kävelysykli, kävelysyklin muuttujat ja niiden mittaaminen 9
3.2.7 Tutkimusaineistossa käytetyt mittarit ja menetelmät 12

4 Opinnäytetyön toteutustapa 14

4.1 Tutkimusmenetelmä 14
4.2 Aineistonkeruu 14
4.3 Aineiston analyysimenetelmät 16

5 Lähdeaineiston tulokset 18

5.1 Kävelynopeus 18
5.2 Kävelyn symmetria 19
5.3 Nivelkulmat 20
5.4 Energiatehokkuus 21
5.5 Käyttäjäkokemukset 22
5.6 Johtopäätökset 23

6 Pohdinta 24

6.1 Tulosten luotettavuus 24
6.2 Jatkotutkimus 25

Lähteet 26

Liitteet

Liite 1. Aineiston tutkimusten perustiedot: Tekijät, vuosi, tarkoitus ja koeryhmän tiedot
Liite 2. Aineiston tutkimuksissa käytetyt AFO:t, mittausmenetelmät ja keskeiset tulokset

1 Johdanto

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on vakava sairaus, joka aiheuttaa aivojen toimintahäiriöitä ja se on kolmanneksi yleisin kuolinsyy Suomessa. Vuosittain noin 25 000 suomalaista sairastuu aivoverenkiertohäiriöön, jonka seurauksena mahdollisesti syntyvät kudosvauriot vaikuttavat monitahoisesti sairastuneen fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn (Aivoliitto 2024). AVH:n kustannukset terveydenhuollolle ovat merkittävät, sillä Suomessa käytetään vuosittain 1,1 miljardia euroa AVH-potilaiden hoitoon (Meretoja 2012). Ortoosit, erityisesti nilkka-jalkateräortoosit, voivat olla osa aivoverenkiertohäiriön kuntoutusta. Opinnäytetyöni keskittyy tarkastelemaan tutkimuksia, joissa on tutkittu yksilöllisesti valmistettujen nilkka-jalkateräortoosien (AFO) käyttöä aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa. Aihe on tärkeä, sillä ortoosit voivat lisätä potilaiden liikuntakykyä ja liikkumisen turvallisuutta, parantaa arjen toiminnoissa selviytymistä ja elämänlaatua sekä toimijuutta omassa elämässään. AVH:n hoidossa ja kuntoutuksessa tarvitaan moniammatillista lähestymistapaa ja ortooseilla on mahdollisesti rooli osana kokonaisvaltaista hoitoa.

Toivon opinnäytetyöni tarjoavan tietoa terveydenhuollon ammattilaisille ja alan opiskelijoille. Opinnäytetyön tarkoituksena on koota ja tiivistää vuosien 2014 ja 2024 välillä tuotettua tutkimustietoa yksilöllisesti valmistettujen (potilaan mittojen, anatomisten muotojen sekä yksilöllisen tarpeen mukaan) nilkka-jalkateräortoosien käytöstä AVH:n kuntoutuksessa. Opinnäytetyön tavoite on tarjota perusteltuja näkökulmia kuntoutussuunnitelmien laatimiseen ja potilaiden hoitoprosessien tukemiseen. Lisäksi työ pyrkii lisäämään ymmärrystä yksilöllisesti valmistetun ortotiikan roolista kuntoutuksessa.

Ortotiikka on keskeinen osa-alue terveydenhuollon alalla, erityisesti niiden ammattilaisten keskuudessa, jotka työskentelevät henkilöiden kanssa, joilla on erilaisia tuki- ja liikuntaelinvaivoja. Kirjallisuuskatsaus auttaa hahmottamaan, miten ortoosien käyttöä aivoverenkiertohäiriön kuntoutuksessa on tutkittu ja millaisia tuloksia aiheesta on saatu.

Tutkitun tiedon soveltaminen apuvälineratkaisuissa on tärkeää ja työelämää opinnäytetyö palvelee kokoamalla ja tiivistämällä ajankohtaista tutkimustietoa, jota ammattilaiset voivat hyödyntää laatiessaan asiakkaan kuntoutussuunnitelmaa ja edistäessään asiakkaansa apuvälineprosessia.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet sekä tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa tutkimuksia, jotka käsittelevät yksilöllisesti valmistettujen nilkka-jalkateräortoosien käyttöä AVH:n kuntoutuksessa. Tutkimusten julkaisuvuodet on rajattu vuosien 2014 ja 2024 välille. Täsmennetyt tutkimuskysymykset ovat:

- Mitä tutkimuksia aiheesta on tehty?
- Millaisia tuloksia niissä on saatu?

3 Opinnäytetyön teoreettiset lähtökohdat

3.1 Aiheen tutkimuksen nykytila

Suomen kielellä ei ole tehty vastaavaa kirjallisuuskatsausta ja aihetta selvittäessäni huomasin, että vaikka AFO:ja koskevaa tutkimusta on tehty paljon, niin suuri osa tutkimuksista käsittelee valmisortotiikkaa, jota muokataan asiakkaalle sopivammaksi. Yksilöllisesti valmistetun ortotiikan osalta tutkimuksia oli vähemmän.

Aivoverenkiertohäiriön jälkeen alaraajan toiminta voi heikentyä, mikä vaikeuttaa kävelyä ja tasapainoa. Nilkka-jalkateräortoosi (AFO) auttaa pitämään jalan paremmassa asennossa ja tukee itsenäistä liikkumista. Condie ja Bowers (2008) esittävät teoksessa Atlas of Orthoses and Assistive Devices, että AFO voi vähentää jalkaterän roikkumista (drop foot), tukea nilkkaa ja polvea sekä tehdä painon siirtämisestä halvaantuneelle jalalle turvallisempaa.

Yksilöllisesti valmistettu ortoosi tehdään potilaan tarpeiden ja anatomisten muotojen mukaan, jolloin se yleensä sopii paremmin ja on mukavampi käyttää kuin tehdasvalmisteinen ortoosi. Tehdasvalmisteinen ortoosi voi kuitenkin olla Condien ja Bowersin (2008) mielestä hyödyllinen alkuvaiheen kuntoutuksessa. Teoksessa painotetaan, että AFO on vain yksi osa kuntoutusta ja sen rinnalla parhaiden tulosten saavuttamiseksi tarvitaan fysioterapiaa, harjoittelua ja moniammatillisen työryhmän yhteistyötä (Condie, E & Bowers 2008, 433–440).

3.2 Keskeiset käsitteet

3.2.1 Aivoverenkiertohäiriö

Aivoverenkiertohäiriö (AVH) on termi, joka kuvaa aivoverisuonten ja aivoverenkierron sairauksia. Aivoverenkiertohäiriöt ovat kolmanneksi yleisin kuolinsyy Suomessa. AVH:n ennuste on parantunut viimeisten vuosikymmenien aikana, sillä vielä 1970-luvulla aivoverenvuotopotilaat elivät keskimäärin kaksi päivää ja nykyään elinajan odote on vuosia. Elinajan ennusteen paraneminen on akuuttihoidon, kuntoutuksen ja sekundaariprevention ansiota (Meretoja 2012). Vuosittain noin 25 000 suomalaista sairastuu aivoverenkiertohäiriöön. Näistä noin 15 000 on aivoinfarkteja, 4000 aivoverenvuotoja ja 6000 TIA-kohtauksia. Sairastuneista noin 6500 eli 20 % on työikäisiä ja elossa olevia aivoverenkiertohäiriön sairastaneita suomalaisia on noin 100 000 (Aivoliitto 2024.) AVH:n hoidon kustannukset terveydenhuollolle ovat merkittävät, sillä AVH-potilaiden hoitoon käytetään vuosittain 1,1 miljardia euroa. Suomessa halvauksen sairastaneen henkilön loppuelämän hoitokustannukset halvauksen jälkeen ovat terveydenhuollolle keskimäärin 86 300 euroa, josta kaksi kolmasosaa, eli vajaa 60 000 euroa aiheutuu AVH:n hoidosta ja loppusumma muiden sairauksien hoidosta (Meretoja 2012). Ajankohtaisemmin Tero Tapiola on arvioinut vuonna 2022, että yhden aivoverenkiertohäiriön sairastuneen henkilön loppuelämän kustannukset yhteiskunnalle ovat 50 000–100 000 euroa ja että sairauden kustannukset ovat Suomessa edelleen valtakunnallisesti vuositasolla yli miljardi euroa (Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveyspiiri Eksote 2022).

Aivoverenkiertohäiriö voi johtaa aivokudoksen vaurioitumiseen. Vaurion syntymekanismeja on kaksi: aivoverisuonen tukkeutuminen eli aivoinfarkti, joka on seurausta aivoihin verta tuovan valtimon tukkeutumisesta. Kun valtimon suonittama alue aivoista jää ilman verenkiertoa ja happea, niin hermosoluja tuhoutuu ja aivokudokseen aiheutuu pysyviä vaurioita. Aivoverenvuodossa aivoihin verta kuljettava valtimosuoni repeää, jonka seurauksena verta pääsee vuotamaan aivoaineeseen (ICH) tai lukinkalvonalaiseen tilaan (SAV). Vuoto lukinkalvonalaiseen tilaan on seurausta tyypillisesti valtimosuonen synnynnäisen pullistuman (aneurysman) repeämisestä (Aivoliitto 2020: 3–4.) Aivoverenvuodon seurauksena veren vuotaminen aiheuttaa painetta vuotoaluetta ympäröivälle aivokudokselle, jonka seurauksena hermokudoksen toiminta häiriintyy ja verenkierto vähenee vuotavan suonen alueella (Atula 2023). Aivoverenkiertohäiriöiden riskitekijöitä ovat: Kohonnut verenpaine, tupakointi, diabetes, alkoholin käyttö, keskivartalolihavuus, epäterveellinen ruokavalio, liikunnan puute, kohonneet rasvaarvot, stressi, masennus, kriisitapahtumat ja sydänperäiset sairaudet kuten eteisvärinä (Aivoliitto 2020: 15).

Aivojen eri osat ovat vastuussa eri toiminnoista, ja vaurioalueen sijainnilla ja laajuudella on merkitystä siihen minkälaisia ja kuinka vakava asteisia oireita vamma aiheuttaa. Vasemmanpuoleinen vaurio aivoissa aiheuttaa tyypillisesti oireita kehon oikealle puolelle. Näitä oireita ovat esimerkiksi kehon oikeanpuoleinen halvaus ja tuntopuutokset, sekä oikeanpuoleisen näkökentän puutteet. Vasemmanpuoleinen aivovamman seurauksena on mahdollista muodostua myös kognitiivisia haasteita kuten kielellisen muistin häiriöt, vaikeudet puheen tuottamisen ja ymmärtämisen suhteen, sekä vaikeuksia lukemisen, kirjoittamisen ja laskemisen kanssa. Myös tilan hahmottamisen vaikeus eli visuokonstruktiivinen häiriö sekä tahdonalaisten liikkeiden häiriöt eli apraksiat voivat olla seurausta vasemman aivopuoliskon vammasta. Oikeanpuoleinen vaurio aivoissa puolestaan aiheuttaa tyypillisesti oireita kehon vasemmalla puolella. Näitä oireita ovat kehon vasemmanpuoleinen halvaus sekä tunto- ja näköaistin vasemmanpuoleiset puutokset. Kognitiivisia muutoksia oikeanpuoleisen aivovamman jälkeen voivat olla häiriöt tarkkaavaisuudessa ja näkömuistissa, sekä vaikeus hahmottaa ja käsitellä tilasuhteita.

Myös vaikeus tiedostaa sairautta tai oireita eli anosognosia on tyypillinen oire oikeanpuoleisessa aivovammassa. Anosognosialla eli oiretiedostuksen puutteella tarkoitetaan sitä, että sairastunut ei tunnista oireitaan kuten raajan halvaantumista ja hän saattaa kieltää sairautensa kokonaan tai vähätellä oireitaan (Aivoliitto 2020: 7–11.)

Aivoverenkiertohäiriön seurauksena syntyvä toispuolinen halvaus eli hemipareesi vaikuttaa usein kävelykykyyn. Hemipareettisessa kävelyssä liike on epäsymmetristä ja jäykkää. Kävelyn rytmi muuttuu epätasaisemmaksi ja askelpituus laskee verrattuna normaaliin. Tyypillisimpiä näkyviä oireita on nilkan heikentynyt koukistus (dorsifleksio) sekä jalan heilautus ulkokautta (circumductio) heilahdusvaiheessa. Polvinivel voi yliojentua tukivaiheessa ja paino siirtyy usein suurelta osin kehon vahvemman puolen kannateltavaksi, jotta tasapaino säilyy paremmin. Näiden muutosten syynä on lihasvoiman heikkeneminen, spastisuus ja nivelten jäykkyys (Gillen 2011: 393–395).

Aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutus vaatii moniammatillista yhteistyötä, sillä mikään yksittäinen ammattiryhmä ei pysty tarjoamaan riittävää tietopohjaa ja asiantuntemusta, jota tarvitaan kaikkien monimutkaisten ongelmien tunnistamiseen ja hoitoon, jotka liittyvät aivoverenkiertohäiriön sairastaneiden kuntoutukseen (Laidler 1999: 83).

3.2.2 Ortoosi

Sana ortoosi tulee kreikankielisestä sanasta orthos, joka tarkoittaa suoraa (Gillen, 2011: 403). Moniin tuki- ja liikuntaelimistön ongelmiin käytetään erilaisia tehdas- ja mittatilaustyönä valmistettuja ortooseja. Ortoosit ovat ulkoisia laitteita, jotka kiinnitetään kehoon tukemaan, ohjaamaan ja suojaamaan tietyn kehonosan toimintaa. Ne hyödyntävät biomekaniikan periaatteita nivelten linjauksen korjaamisessa ja kivun lievittämisessä.

Ortoosihoito voi kohdistua kehon eri osiin, kuten pään ja kaulan alueelle kypärän tai kaularangantuen muodossa, ylä- ja alaraajoihin erilaisten lastojen avulla sekä esimerkiksi erilaisten korsettien avulla keskivartalon alueen vaivoihin (Australian Orthotic Prosthetic Association: n. d.).

3.2.3 AFO

AFO on akronyymi termistä ankle-foot orthosis ja tarkoittaa proksimaalisesti nilkkanivelen ylittävää jalkaterän ortoosia, joilla tuetaan kuntoutumista ja biomekaanisten tavoitteiden saavuttamista. AFO:t ovat yleisimmin käytettyjä apuvälineitä, joilla vaikutetaan kävelyn eri vaiheisiin yksilöillä, joilla on neuromuskulaarisen- tai muskuloskeletaalisen järjestelmän vamma tai häiriö (Folmar, Jennings & Lusardi 2020: 225).

Yksilöllisesti valmistetut AFO:t tarjoavat optimaalisen kontrollin raajalle ja niiden anatomisesti tarkka istuvuus on erityisen tärkeää niille asiakkaille, joilla on heikentynyt tunto, merkittävää lihasjäykkyyttä tai riski eteneville virheasennoille. Ortoosin tekijä rakentaa henkilön raajan muotojen mukaisen mallin, jossa ortoosilla vaikutettavan raajan asento on korjattu parhaaseen mahdolliseen asentoon ja tämän mallin päälle hän valmistaa ortoosin. Valmistuksessa otetaan huomioon riittävän paineen lievityksen haavoittuvilla alueilla kuten luisten ulokkeiden kohdalle ja tarpeen mukaiset rakenteita stabiloivat vastavoimat. Ainoa kontraindikaatio yksilöllisesti valmistetun ortoosin käytölle on merkittävästi vaihteleva raajan turvotus, joka voi liittyä esimerkiksi sydämen vajaatoimintaan, dialyysihoitoiseen munuaisten vajaatoimintaan. Kun raaja on pienimmillään, niin raaja pääsee liikkumaan väljässä ortoosissa heikentäen tukea, joka ortoosilla on tarkoitus saada aikaan. Väljä ortoosi saattaa myös johtaa ihonärsytykseen ja mahdollistaa virheasentojen etenemisen. Kun raajan volyymi taas on suurimmillaan turvotuksen takia, saattaa AFO alkaa puristaa, näin lisäten paineeseen liittyviä ongelmia (Folmar ym. 2020: 224)

Tehdasvalmisteinen AFO on laite, joka on valmistettu ennalta yleisen mallin mukaan, ja joka räätälöidään asiakkaan tarpeiden mukaan ennen luovutusta. Tämän tyyppisiä apuvälineitä määrätään yleensä lyhytaikaiseen käyttöön tai sellaisten kliinisten vaivojen hoitoon, jossa tarkka, asiakkaan anatomiaa myötäilevä ominaisuus ei ole tarpeellinen. Tehdasvalmisteiset ortoosit tulee kuitenkin sovittaa yksilöllisesti ja niiden vastaavuus asiakkaan yksilölliseen tarpeeseen tulee kuitenkin huomioida, jotta hoidon tavoitteet ja paras mahdollinen toiminnallinen lopputulos saavutetaan (Australian Orthotic Prosthetic Association n. d.).

3.2.4 AFO:n hyödyt AVH-kuntoutujille

Whittle (2007) esittää, että hemiplegiset AVH-kuntoutujat voivat hyötyä AFO:n käytöstä silloin, jos sen avulla saadaan tehostettua kävelyä ja vähennettyä kävelyn energiankulutusta. Whittlen (2007) mukaan ortoosin suunnittelu ja valmistus on joskus enemmän taidetta kuin tiedettä, sillä potilaat reagoivat apuvälineeseen eri tavalla, eikä kaikkia biomekaanisia muuttujia voida mitata tai ennustaa tarkasti. Erityisesti AFO:t ovat hyödyllisiä ja keskeisiä apuvälineitä aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuville potilaille, sillä tukevat nilkan mediolateraalista hallintaa ja estävät riippunilkkaa (drop foot). Ortoosien suunnittelussa on Whittlen (2007) mukaan tärkeää tarkastella niiden biomekaanisten vaikutusten lisäksi myös ortoosin käytön vaikutuksia kokonaisliikkumiseen ja uuteen elämäntilanteeseen mukautumiseen. Näin voidaan varmistaa, että ne eivät pelkästään tue liikettä, vaan edistävät myös aktiivista ja turvallista kävelyä osana kuntoutusprosessia (Whittle, 2007: 190–191).

AFO:n vaikutukset eivät rajoitu pelkästään nilkan ja jalkaterän tukemiseen, vaan se vaikuttaa koko alaraajan toimintaan. Nilkan asennon muuttaminen vaikuttaa polven ja lonkan linjaukseen ja kävelyn vakauteen. Condie & Bowers (2008) esittävät, että polven yliojennusta voidaan vähentää pitämällä nilkka lievässä dorsifleksiossa. Silloin kehon painolinja siirtyy eteenpäin ja tukivaiheen hallinta paranee. AFO auttaa erilaisten virheasentojen ehkäisyssä ja korjaamisessa.

Tyypillinen AVH-kuntoutujan virheasento on niin kutsuttu equinus-asento, jossa nilkka jää liialliseen plantaarifleksioon ja jalkaterä kääntyy sivusuuntaan aiheuttaen sen, että askeleen ensikontakti tulee esimerkiksi päkiän ulkoreunalle. Ortoosin avulla nivelten linjausta voidaan ohjata neutraalimpaan suuntaan, joka tukee tasapainoa ja vähentää virheellisen kuormituksen aiheuttamaa lihasjännitystä (Condie & Bowers 2008, 438–439).

Aivoverenkiertohäiriön jälkeen liikkumattomuus ja lihastonuksen muutokset altistavat kuntoutujan raajojen jäykistymiselle ja virheasentojen kehittymiselle. Gillenin (2011) mukaan vain noin 10 % aivoverenkiertohäiriöstä toipuvista potilaista raajojen voima ja liikkuvuus paranee riittävän nopeasti, jotta he välttävät kontraktuurien (kudosten lyheneminen) kehittymisen. Suurimmalla osalla nivelten liikeradat (ROM) alkavat rajoittua jo varhaisessa vaiheessa, mikä lisää kävelyn epäsymmetriaa ja tekee kuntoutumisesta hankalampaa. Tällaisissa tilanteissa erilaiset tukiratkaisut, kuten AFO:t voivat auttaa ylläpitämään nivelten oikeaa asentoa ja estämään kontraktuurien synnyn (Gillen 2011: 19).

AFO:t eroavat toisistaan rakenteensa ja käyttötarkoituksensa mukaan. Yksi tavallisimmista malleista on ”posterior leaf spring AFO” joka perustuu plantaarifleksiota jousimaisesti rajoittavaan toimintaan. Se tukee nilkan dorsifleksiota heilahdusvaiheessa estäen riippunilkkaisuutta (drop foot). Toinen tyypillinen malli on ”solid AFO”, eli staattisen tuen tarjoava malli, joka estää nilkan liikkeen kaikissa tasoissa. Sitä käytetään, kun nilkan liike on hallitsematonta esimerkiksi spastisuuden takia. Se tarjoaa vahvan tuen ja vakauttaa alaraajaa kävelyn aikana (Gillen 2011: 404–405).

3.2.5 Tarpeen havaitsemisesta asiakkaan käyttöön

WHO:n (World Health Organization) julkaisussa Standards for Prosthetics and Orthotics tuodaan esille, että ennen ortoosin tekemistä tulee aina arvioida yksilöllisesti se, että tarvitseeko henkilö ortoosin ja millainen ortoosi hänen tarpeisiinsa vastaa. Arvioinnissa on otettava huomioon henkilön fyysinen kunto, toimintakyky, elinympäristö ja tavoitteet.

Julkaisussa korostetaan, että arvioinnissa ja suunnittelussa pitää olla mukana ortoosin käyttäjä itse, sekä mahdolliset toiset, ortoosin käytössä avustavat henkilöt. Hyvin tehty arviointi auttaa tarpeisiin vastaavan ja turvallisen ortoosin tekemisessä, joka tukee arjen toiminnoissa (World Health Organization 2017).

3.2.6 Kävelysykli, kävelysyklin muuttujat ja niiden mittaaminen

Kävelysykli (gait cycle) tarkoittaa kaksi askelta käsittävää kokonaisuutta. Kävelysykli alkaa, kun jalka koskettaa maata ensimmäisen kerran ja päättyy, kun sama jalka osuu maahan seuraavan kerran. Kävely on ihmisen liikkumisen mahdollistava rytminen liikesarja, jossa kehonpaino siirtyy vuorotellen alaraajalta toiselle. Teoksessa Gait Analysis: an introduction Whittle jakaa kävelysyklin kahteen päävaiheeseen: tukivaiheeseen (stance phase) ja heilahdusvaiheeseen (swing phase) (Whittle, 2007: 52)

Tukivaihe kattaa koko kävelysyklistä noin 60 % ja voidaan tarkempiin alavaiheisiin. Tukivaiheen alavaiheet järjestyksessä ovat 1. Alkukontakti (initial contact) tapahtuu silloin, kun jalka koskettaa maata ensimmäisen kerran. 2. Kuormitusvasteen (loading response) aikana kehon iskunvaimentimet aktivoituvat ja tasapaino säilytetään nilkan ja polven liikkeitä kontrolloimalla. 3. Keskitukivaiheen (mid stance) aikana koko kehon paino on siirtynyt tukijalan varaan ja kehon painopiste kulkee tukijalan päällä. Nilkassa tapahtuu dorsifleksiota ja lonkka ojentuu. 4. Päätöstukivaiheessa (terminal swing) kantapää nousee maasta ja kehonpaino siirtyy päkiän ja varpaiden alueelle. 5. Ponnistusvaiheessa (preswing) nilkka plantaarifleksoituu, jalkaterä työntää kehoa eteenpäin ja jalka varmistautuu irtoamaan maasta (Whittle, 2007: 52–54).

Heilahdusvaihe on toinen kävelyn päävaiheista. Sen pituus on noin 40 % kävelysyklistä ja sen aikana jalka siirtyy kuormittamattomana, kehon takaa etupuolelle valmistellen uuden askeleen. Myös heilahdusvaihe on mahdollista jakaa alavaiheisiin, jotka kertovat tarkemmin mitä sen aikana tapahtuu.

1. Alkuheilahduksen (initial swing) aikana jalka irtoaa maasta, polvi koukistuu ja nilkka dorsifleksoituu. 2. Keskiheilahduksessa jalka liikkuu kehon painopisteen etupuolelle ja valmistautuu laskeutumaan maahan. 3. Loppuheilahduksen aikana jalka ojentuu ja valmistautuu uuteen ensikontaktiin (Whittle, 2007: 52–54).

Kävelysyklin aikana esiintyy kaksoistukivaihe (double support), jonka aikana molemmat jalat ovat samanaikaisesti maassa. Nämä vaiheet ajoittuvat siten, että ensimmäinen kaksoistukivaihe on heti ensikontaktin jälkeen ja toinen juuri ennen jalan irtoamista maasta. Näiden vaiheiden kestoon vaikuttaa esimerkiksi kävelynopeus, mutta yleisesti nämä kaksi kaksoistukivaihetta käsittävät yhteensä noin 20 % koko kävelysyklin kestosta (Whittle, 2007: 54).

Whittle (2007) käsittelee kirjassaan Gait Analysis: an introduction kävelyn yleisiä tilallisia ja ajallisia muuttujia osioissa General gait parameters ja Timing the gait cycle. Näissä hän nostaa tärkeimmiksi mitattaviksi muuttujiksi: 1. Askelpituuden (step length), joka kuvaa etäisyyttä peräkkäisten ensikontaktien välillä. 2. Askeleen pituuden (stride length), joka tarkoittaa etäisyyttä saman jalan peräkkäisten ensikontaktien välillä. 3. Askeleen leveyden (step width), joka kertoo askelten sivusuuntaisesta etäisyydestä toisiinsa nähden. 4. Kadenssin (cadence), joka kertoo kuinka monta askelta minuutissa on otettu. 5. Kävelynopeuden (walking speed), joka kertoo, kuinka nopeasti jokin matka on kuljettu. 6. Askelajan (step time), joka kuvaa aikaa peräkkäisten ensikosketusten välillä. 7. Askeleen ajan (stride time), joka kertoo saman jalan perättäisten ensikosketusten välisen ajan. Whittle (2007) suosittelee myös mittaamaan kävelysyklin vaiheiden (tukivaihe, heilahdusvaihe, kaksoistukivaihe) kestot (Whittle, 2007: 137–145).

Whittle (2007) määrittelee kinemaattiset muuttujat (kinematic variables) siten, että ne kuvaavat kehon liikkeitä ja kertovat nivelten ja raajojen asennoista, kulmista ja liikeradoista. Keskeisiä mitattavia muuttujia ovat nivelkulmat (joint angles), kulmanopeudet (angular velocities), nivelkulmaprofiilit (joint angle profiles).

3D-liikeanalyysi perustuu Whittlen (2007) mukaan kinematiikan periaatteisiin, joissa mitataan kehon osien liikettä eli asentojen, nopeuksien ja kiihtyvyyksien muutoksia. 3D-mittaukset tehdään useamman kameran käsittävän järjestelmän avulla. Kamerat seuraavat kehon liikkeitä kehoon kiinnitettyjen heijastinten (marker) tai itse valoa lähettävien LED-markkereiden (active marker) avulla. markkerit on sijoiteltu niin, että niiden välisten muutosten perusteella on mahdollista mitata esimerkiksi nivelkulmien muutosta, sillä tietokoneohjelma laskee tarkasti markkereiden sijainnin muutokset. Whittle (2007) kuitenkin huomauttaa, että väärin asetettu iholle asetettu markkeri tai luun ja ihon välisen liikkeen erot voivat aiheuttaa suuriakin mittavirheitä. 3D-liikeanalyysi yhdistetään usein samanaikaisesti suoritettaviin kineettisiin mittauksiin, joita suoritetaan esimerkiksi voimalevyillä. Näin saadaan kokonaisvaltainen kuva liikkeen mekaniikasta, sillä menetelmien yhdistäminen antaa mahdollisuuden tarkastella liikettä ja sen voimia samaan aikaan (Whittle, 2007: 165–173).

Voimalevyt (force platforms tai force plates) ovat laitteita, joilla mitataan maan reaktiovoimaa (GRF) kun ihminen kävelee, juoksee tai seisoo niiden päällä. Voimalevyjä käytetään kävelyanalyysissä selvittämään, miten kehon paino ja voimat välittyvät maahan jalan välityksellä, sekä millaisia reaktiovoimia maasta kohdistuu kävelijään. Voimalevyt sisältävät useita antureita, joilla ne mittaavat monenlaisia voimia ja joiden avulla voidaan selvittää esimerkiksi painopisteen liikettä ja ponnistusvaiheen voimakkuutta (Whittle, 2007: 160–165).

3.2.7 Tutkimusaineistossa käytetyt mittarit ja menetelmät

10MWT eli 10 Meter Walk Test on mittari, jolla selvitetään testattavan henkilön kävelynopeutta (m/s) 10 metrin pituisella matkalla. Kävelynopeus kertoo toimintakyvyn tasosta, sillä kävelynopeuteen liittyy monia fyysisiä tekijöitä, kuten esimerkiksi hermo- ja lihasjärjestelmien toiminta, alaraajan voimat ja hengityselimistön toiminta. Testiä voidaan käyttää monenlaisen taustan omaavien testattavien kanssa, sillä testi soveltuu kaikille, jotka kykenevät kävelemään lyhyen matkan. Terveen aikuisen normaali kävelynopeus on noin 1.2–1.4 m/s. Alle 0.8 m/s nopeus on usein yhteydessä heikentyneeseen toimintakykyyn ja kaatumisriskin kohoamiseen. Mikäli nopeus toistomittauksissa kasvaa yli 0.1 m/s, pidetään sitä kliinisesti merkittävänä muutoksena liikkumisessa (Physiopedia, n.d.).

6MWT eli Six Minute Walk Test, on mittari, jolla selvitetään, miten pitkän matkan testattava kykenee kävelemään kuuden minuutin aikana ja sen tarkoituksena on selvittää toimintakykyä arkielämää vastaavissa tilanteissa. Testi on kehitetty alun perin sydän- ja keuhkosairauksia sairastavien fyysisen kestävyyden ja toiminnallisuuden arviointiin, mutta sitä käytetään myös muita toimintakykyä laskevia sairauksia sairastavien henkilöiden tilan arvioimisessa. Testi mittaa hengityselimistön, sydän- ja verenkiertoelimistön, lihas- ja hermotoiminnan sekä aineenvaihdunnan ja ääreisverenkierron toimintaa. Pidempi kuljettu matka kertoo paremmasta toimintakyvystä ja mikäli matka kasvaa toistomittauksissa yli 45 metriä, pidetään sitä kliinisesti merkittävänä parannuksena fyysisessä suorituskyvyssä (Physiopedia, n.d.).

FIM eli Functional Independence Measure on mittari, jolla mitataan toimintakykyä siitä näkökulmasta, kuinka paljon apua tai valvontaa testattava tarvitsee arjen toiminnoissa, eli ADL toiminnoissa. FIM soveltuu esimerkiksi AVH- ja selkäydinvammapotilaille sekä geriatrisessa kuntoutuksessa oleville. Mittari jakautuu kahteen osioon, jossa motorinen osa käsittää esimerkiksi pukeutumisen, wc-käynnit ja liikkumisen. Kognitiivisessa osassa selvitetään toimintakykyä esimerkiksi muistin, ongelmanratkaisukyvyn ja sosiaalisen vuorovaikutuksen

osalta. Kokonaispisteissä 18 tai alle tarkoittaa täyttä avuntarvetta ja 126 tai parempi sitä, että testattava on täysin itsenäinen. Jos toistomittauksissa pisteet kasvavat koko asteikolla yli 22 pistettä, pidetään sitä kliinisesti merkittävänä muutoksena ja huomattavana parantumisena testattavan arjen toiminnoissa ja itsenäisyydessä (Physiopedia, n.d.).

MAS eli Modified Ashworth Scale on mittari, jota käytetään lihasjänteyden arviointiin erilaisissa neurologisissa sairauksissa kuten AVH:n, selkäydinvamman, aivovamman, multippeliskleroosin ja CP-vamma. 0–4 asteikolla määritellään kuinka paljon kohonnut lihastonus vastustaa passiivista liikettä. Suurempi pistemäärä kertoo voimakkaammasta vastuksesta. Toistomittauksissa nousevat pisteet kertovat vaikeammasta tonuksesta ja laskevat pisteet tonuksen helpottamisesta. Yhdenkin pisteen muutos asteikolla on kliinisesti merkittävä muutos (Physiopedia, n.d.).

SSS eli Scandinavian Stroke Scale on mittari, jolla arvioidaan AVH:n aiheuttamia neurologisia muutoksia ja toimintakyvyn heikkenemistä jo sairastumisen akuutissa vaiheessa. Arviointi koostuu yhdeksästä eri osa-alueesta: Tajunnan tasosta, silmien liikkeestä, käsivarren lihasvoima, käden puristusvoima, jalan lihasvoima, orientoituminen, puhe, kasvohalvaus ja kävely. Jokainen osa-alue arvioidaan ja pisteytetään. Korkeampi tulos tarkoittaa lievempää vammaa. Pisteiden nousu toistomittauksissa kuvastaa neurologisen tilan ja toimintakyvyn paranemista. Lasku puolestaan tarkoittaa neurologisten oireiden pahenemista tai uutta vauriota. Yli viiden pisteen muutosta suuntaan tai toiseen pidetään kliinisesti merkittävänä muutoksena (Stubbs & Mortensen 2020).

4 Opinnäytetyön toteutustapa

4.1 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö tehdään integroivana kirjallisuuskatsauksena, joka on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen muoto. Kirjallisuuskatsauksessa pyritään siihen, että käsiteltävästä aiheesta saadaan mahdollisimman laaja ja monipuolinen kuva. Integroiva kirjallisuuskatsaus on tutkielmatyyppinen opinnäytetyö ja siinä on tarkoitus vastata selkeästi asetettuun tutkimuskysymykseen.

4.2 Aineistonkeruu

Teoriatieto kerättiin aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta ja opinnäytetyössä käsiteltävä aineiston haku suoritettiin MetCat Finna -tietokannasta. Testihakujen perusteella tiedonhaun sanoiksi valikoituivat: AFO, stroke, rehabilitation ja custom-made.

Opinnäytetyössä aineisto muodostuu suomen- ja englanninkielisistä artikkeleista ja tutkimuksista. Aineistoksi valitun materiaalin tuli käsitellä AFO:jen käyttöä aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa ja muita sairauksia koskevat tutkimukset rajataan aineiston ulkopuolelle. AFO:jen osalta tutkimusten tuli käsitellä yksilöllisesti, potilaan mittojen mukaan valmistettua ortoosia. Varmistin kirjallisuuskatsaukseni aineiston ajankohtaisuuden rajaamalla tutkimusten julkaisuajankohdan vuosien 2014 ja 2024 välille. Vuoden 2024 elokuun jälkeen julkaistut tutkimukset suljetaan pois, sillä opinnäytetyön lopullinen aineistohaku tehtiin vuoden 2024 syyskuussa ja aineistohaun jälkeen mahdollisesti julkaistavat tutkimukset tekisivät aineistohaun toisintamisen mahdottomaksi. Aineiston tulee myös olla vapaasti saavutettavissa. Seuraavan sivun taulukossa (taulukko 1) on taulukoitu sisäänotto- ja poissulkukriteerit.

Taulukko 1. Katsauksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimukset, joiden aihe käsittelee yksilöllisesti valmistettujen nilkka-jalkateräortoosien käyttöä aivoverenkiertohäiriöistä kuntoutuvilla potilailla	Tutkimukset, joissa potilailla ei ole diagnosoitua aivoverenkiertohäiriötä tai jotka käsittelevät muita neurologisia tai ortopedisiä sairauksia
Tutkimuksessa tarkasteltu yksilöllisesti valmistettuja nilkka-jalkateräortooseja, mukaan lukien erilaiset tyypit ja mallit.	Tutkimus ei käsittele yksilöllisesti valmistettuja nilkka-jalkateräortooseja (esim. sähköstimulaatioon pohjautuvat tai valmisortoosit)
Tutkimuksen tyyppi: Satunnaiset kontrolloidut tutkimukset, kliiniset tutkimukset, systemaattiset katsaukset ja meta-analyysit ja kokeelliset tutkimukset ja tapausselostukset, joissa selvitetään AFO:n käyttöä aivoverenkiertohäiriöpotilaalla	Ei vertaisarvioidut tutkimukset ja katsaukset.
Tutkimus julkaistu 1.1.2014 - 31.8.2024	Tutkimus julkaistu ennen 2014 tai 1.9.2024 jälkeen.
Tutkimus julkaistu englannin kielellä.	Tutkimus julkaistu jollakin muulla kuin englannin kielellä.
Tutkimus saavutettavissa maksutta tai Metropolian tunnuksilla.	Maksullinen saavutettavuus tai saatavilla vain tiivistelmä.

Hakusanoilla ja valituilla rajauksilla löytyi 69 tutkimusta. Kävin haun perusteella löytyneet tutkimukset ensin otsikoiden perusteella läpi, jonka jälkeen jäljelle jäi 25 tutkimusta. Seuraavaksi kävin jäljelle jääneiden 25 tutkimuksen tiivistelmät läpi ja tiivistelmien perusteella tutkimusten määrä rajautui 11 tutkimukseen. Nämä 11 tutkimusta kävin manuaalisesti lävitse ja etsin niistä sanoja “afo”, “stroke”, “rehabilitation” ja “custom-made”. Käytin apuna selaimen ja tekstinkäsittelyohjelman sanahakua. Otin huomion myös, että osassa tutkimuksia käytettiin myös vaihtoehtoisia termejä kuten “cerebrovascular” ja “custom-fabricated” kuvaamaan hakusanojani. 11 lävitse käydystä tutkimuksesta opinnäytetyöni lähdeaineistoksi valikoitui 6 tutkimusta. Yhtään tutkimusta ei hylätty viimeisessä vaiheessa laadunarvioinnin perusteella. Tiedonhaun prosessikaavio on esitetty alla.

Tiedonhaun prosessikaavio. Tiedonhaku suoritettu 6.9.2024

4.3 Aineiston analyysimenetelmät

Tässä opinnäytetyössä tutkimusmenetelmänä käytettiin integroivaa kirjallisuuskatsausta, joka on laadullinen tutkimusmenetelmä. Aineisto analysoitiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla, jonka tavoitteena oli löytää tutkimuksista yhteisiä teemoja ja niihin liittyviä tuloksia ilman ennalta määrättyjä rajoja. Laadullisen analyysin vaiheet voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: 1. Pelkistäminen, 2. Ryhmittely, 3. Käsitteellistäminen (Sarajärvi & Tuomi 2019).

Ensimmäisessä vaiheessa pelkistin aineiston ja karsin epäolennaista tietoa pois. Luin tutkimukset lävitse ja merkitsin tekstiin ne kohdat, joissa vastattiin tutkimuskysymyksiini: 1. Mitä tutkimuksia aiheesta on tehty? & 2. Millaisia tuloksia niissä on saatu? Toisessa vaiheessa ryhmittelin samankaltaisia ilmiöitä kuvaavat ilmaisut alaluokkiin kuten: kävelynopeuden lisääntyminen, askelpituuden piteneminen, energiatehokkuuteen liittyvät asiat, kävelyn symmetria, käyttökokemukset. Kolmannessa vaiheessa yhdistelin ilmiöt ja muodostin niistä viisi pääluokkaa: 1. Kävelynopeus, 2. Kävelyn symmetria, 3. Nivelkulmat, 4. Energiatehokkuus ja 5. Käyttäjäkokemukset. Nämä viisi pääluokkaa kuvaavat AFO:n vaikutuksia kävelyn biomekaanisiin muuttujiin ja käyttäjän kokemuksiin. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2) on eriteltynä pääluokat ja niiden keskeiset tulokset.

Taulukko 2. Aineistosta muodostuneet pääluokat

Pääluokka	Tutkimukset	Keskeiset tulokset
Kävelynopeus	Rimaud ym. 2024 Daryabor ym. 2021 Sankaranarayan ym. 2016 Rao ym. 2014 Carse ym. 2014	Kävelynopeudet kasvoivat AFO:n kanssa. Mallien välillä ei ollut merkittävää eroa.
Kävelyn symmetria	Daryabor ym. 2021 Carse ym. 2014	Kävelyn symmetria ja painonsiirto parani AFO:n kanssa ja AFO:n käyttö lisäsi pareettisen puolen osallistumista kävelyyn.
Nivelkulmat	Rimaud 2024 Daryabor ym. 2021 Carse ym. 2014	Tukivaiheen dorsifleksio kasvoi ja heilahdusvaiheen plantaarifleksio väheni. AFO vähensi riippunilkka oiretta. Säären kulma (SVA) nousi viitearvoihin hyvin säädetyn AFO:n vaikutuksesta.
Energiatehokkuus	Rimaud 2024 Daryabor ym. 2021 Sankaranarayan ym. 2016	AFO:n kanssa energiankulutus väheni ja kävely oli taloudellisempaa, joka johti siihen, että osallistujien kestävyys parani. Keinupohjakenkä AFO:n kanssa vähensi ponnistusvaiheen voimaa.
Käyttäjäkokemukset	Rimaud ym. 2024 Silva ym. 2024 Silva ym. 2024 Rao ym. 2014	Yksilölliset muoviset AFO:t koettiin vakaammiksi ja turvallisemmiksi käyttää. Säätö ja istuvuus lisäsivät tyytyväisyyttä. Hiilikuituisen valmisortoosin kanssa koettiin vähemmän väsymystä. 3D-menetelmällä valmistetun ortoosin odotetaan lisäävän käyttäjien tyytyväisyyttä.

5 Lähdeaineiston tulokset

5.1 Kävelynopeus

Kävelynopeus oli tarkastelluin muuttuja kaikissa tutkimuksissa ja sen muutoksia seurattiin eri AFO mallien käytön yhteydessä ja vertailtiin tilanteisiin, joissa käveltiin ilman ortoosia. Useat tutkimukset osoittivat, että AFO:n käyttäminen lisäsi kävelynopeutta verrattuna sellaiseen tilanteeseen, missä AFO:a ei käytetty. Carse ym. (2014) tutkivat kahdeksaa aivoverenkiertohäiriön saanutta henkilöä ja he havaitsivat, että kävelynopeus kasvoi heti AFO:n sovittamisen jälkeen merkittävästi. Rao ym. (2014) tutkimuksessa saatiin saman tyyppisiä tuloksia. Heidän tutkimuksessaan vertailtiin tehdasvalmisteisia ja yksilöllisesti valmistettuja ortooseja, joista molemmat mallit lisäsivät kävelynopeutta, mutta yksilöllisesti valmistetut ortoosit koettiin kävellessä vakaammiksi ja turvallisiksi käyttää.

Sankaranarayan ym. (2016) tutkivat aivoverenkiertohäiriön saaneita henkilöitä pidemmällä kuntoutusjaksolla ja heidän tulostensa mukaan AFO:n käyttö yhdistettynä fysioterapiaan ja harjoitteluun lisäsi kävelynopeuden lisäksi myös kestävyyttä ja toimintakykyä (FIM). Heidän tutkimuksessaan kävelyä seurattiin esimerkiksi 6MWT ja 10MWT testeillä, joiden tuloksissa oli selkeä parantuminen AFO:n käytön myötä. Daryabor ym. (2021) ja Rimaud ym. (2024) tutkivat AFO:n vaikutuksia kroonisen vaiheen kuntoutujiin ja myös heidän tulostensa mukaan kävelynopeus kasvoi AFO:n kanssa.

AFO:lla näyttää tutkimusten mukaan olevan positiivinen vaikutus kävelynopeuteen akuuteissa ja kroonisissa tapauksissa. Nopeampi kävely voi liittyä parempaan nilkan hallintaan ja vähentyneisiin kompensaatioihin, jolloin kävely on sujuvampaa ja turvallisempaa. Vaikka tutkimusten otannat olivat pieniä ja tuloksissa oli vaihtelevuutta, niin kokonaisuutena AFO näyttää tukevan kuntoutumista ja lisäävän kävelyn varmuutta.

5.2 Kävelyn symmetria

Kävelyn symmetria nousi myös tutkimuksissa vahvasti esiin, sillä aivoverenkiertohäiriön vaikutuksesta kävely saattaa muuttua epäsymmetriseksi. Tämä näkyy kävelyssä esimerkiksi siten, että pareettisen raajan tukivaihe jää lyhyemmäksi ja painonsiirto on horjuvaa. AFO:n käytön tarkoituksena on tukea nilkkaa ja jalkaterää kävelyn eri vaiheissa siten, että liikkuminen olisi mahdollisimman symmetristä, eli kävely sujuisi molemmilla jaloilla samalla tavoin.

Carse ym. (2014) tulosten mukaan yksilöllisesti valmistettu AFO paransi kävelyn symmetriaa heti sovituksen jälkeen. Askelpituuden ja tukivaiheen erot pareettisen ja terveen jalan välillä pienenivät. Daryabor ym. (2021) tutkimuksissa vertailtiin kahden eri tavoin nivelöidyn yksilöllisesti valmistetun AFO:n vaikutuksia ja selvisi, että erityisesti plantaarifleksiota jousimaisesti estävä PlfR-AFO paransi kävelyn symmetriaa tukemalla nilkan hallintaa ensikontaktin aikana sekä painonsiirtoa tukivaiheen aikana. Sankaranarayan ym. (2016) tutkimuksessa AFO:n käytön seurauksena kävelyn symmetria ja tasapaino paranivat, mikä näkyi toimintakyvyn pisteiden (FIM) nousussa. Rimaud ym. (2024) mukaan AFO:n käyttö paransi askelrytmin tasaisuutta ja helpotti painonsiirtoa.

Tulosten mukaan näyttää siltä, että AFO näyttää parantavan kävelyn symmetriaa kuntoutuksen eri vaiheissa. Tutkijat arvelevat vaikutuksen johtuvan siitä, että ortoosit tukevat nilkan hallintaa vähentäen plantaarifleksiota heilahdusvaiheessa. Liiallisen plantaarifleksion pois jääminen heilahdusvaiheesta johtaa siihen, että painonsiirto jalalta toiselle on helpompaa. Valmisortoosit ja yksilöllisesti valmistetut näyttävät molemmat parantavan symmetriaa, mutta yksilöllisesti valmistetut tukevat nilkan hallintaa paremmin, mikä johtaa parempaan kävelyn symmetriaan tukivaiheessa. Yhtä lukuun ottamatta tutkimukset olivat lyhyitä, mutta saman tyyppiset tulokset viittaavat siihen, että AFO:lla on vaikutusta kävelyn symmetrian normalisoitumisella aivoverenkiertohäiriön jälkeen.

5.3 Nivelkulmat

Nilkan ja polven hallinta usein heikkenee aivoverenkiertohäiriön jälkeen aiheuttaen muutoksia jalkojen nivelkulmiin kävelyn aikana. Nämä muutokset näkyvät useimmiten siten, että nilkka painuu liialliseen plantaarifleksioon heilahdusvaiheessa ja polvi yliojentuu tukivaiheessa. AFO:n tehtävänä on tukea nilkkaa ja jalkaterää siten, että jalan nivelkulmat jäljittelisivät mahdollisimman tarkasti luonnollista kävelyä.

Carse ym. (2014) tutkivat yksilöllisesti valmistetun AFO:n vaikutusta nivelkulmiin ja he saivat selville, että käytetty ortoosi vähensi nilkan liiallista plantaarifleksiota heilahdusvaiheessa ja lisäsi dorsifleksiota tukivaiheessa. Tämä muutos auttaa hallitsemaan polven kulmaa paremmin ja tekee kävelystä tasaisempaa. Daryabor ym. (2021) saivat samanlaisia tuloksia tutkimuksessaan, jossa vertailtiin kahta eritavoin nivelöityä yksilöllisesti valmistettua AFO:a. Heidän tulostensa mukaan plantaarifleksiota jousimaisesti rajoittava PlfR-AFO tuki paremmin nilkan liikettä, joka johti parempaan polven hallintaan. Nilkan liikkeen tiettyyn kohtaan äkkinäisesti pysäyttävä PlfS-AFO teki kävelystä jäykempää.

Rao ym. (2014) vertailivat tutkimuksessaan valmisortoosien ja yksilöllisesti valmistettujen eroja ja totesivat, että molemmat tukevat nilkan liikettä ja vähentävät plantaarifleksiota heilahdusvaiheessa. Yksilöllisesti valmistettu AFO kuitenkin piti nilkan kulman lähempänä neutraalia asentoa, jonka seurauksena jalkaterä asettui maahan tasaisesti eikä varpaiden kautta, mikä paransi tasapainoa ja teki kävelystä vakaampaa. Rimaud ym. (2024) tutkimuksessa selvisi, että yksilöllisesti valmistettu AFO auttoi hallitsemaan nilkan liikettä ja paransi painonsiirtoa paremmin kuin valmisortoosi. Vaikka molemmat mallit toivat tukea ja paransivat nivelkulmia, niin yksilöllinen malli piti asennon vakaampana ja vähensi polven yliojennusta enemmän.

Yksilöllisesti valmistetut AFO:t näyttävät tulosten mukaan tukevan alaraajojen nivelkulmia tehokkaammin ja hallitummin kävelyn aikana. Valmisortoosit voivat silti olla hyödyksi, kunhan niiden ominaisuudet, istuvuus ja jäykkyys vastaa kuntoutujan tarpeita.

5.4 Energiatehokkuus

Kävelyn energiatehokkuus kertoo, kuinka taloudellisesti keho toimii liikkuessaan. Aivoverenkiertohäiriön jälkeen kävely saattaa muuttua raskaammaksi, sillä liikeradat eivät ole symmetrisiä, osa lihaksista voi olla pareesin takia heikkoja tai toimimattomia ja toisaalta osa lihaksista voi joutua työskentelemään kovempaa. AFO:n tarkoitus on tukea nilkkaa ja jalkaterää siten, että kävely kuormittaisi vähemmän.

Rimaud ym. (2024) tutkivat AVH-kuntoutujien energiatehokkuutta ja vertailivat valmisortoosien ja yksilöllisesti valmistettujen ortoosien eroja energiankulutukseen. Tulosten mukaan molemmat ortoosityypit vähensivät kävelyn energiankulutusta, mutta yksilöllisesti valmistettu AFO oli hieman tehokkaampi laskien energiankulutusta keskimäärin 15 %. Tutkijoiden mukaan ero johtui todennäköisesti siitä, että yksilöllisesti valmistettu ortoosi istui paremmin ja sen kanssa painonsiirto oli tasaisempaa.

Silva ym. (2024) käsittelivät energiankulutusta myös omassa tutkimuksessaan. Heidän väittämänsä mukaan 3D-menetelmällä valmistetut ortoosit parantavat ortoosin istuvuutta tehden liikkeestä luonnollisempaa ja johtaen matalampaan energiankulutukseen. Heidän tutkimuksensa tuloksia ei vielä ole tarkasteltavissa.

Käsiteltyjen tutkimusten mukaan AFO:n käyttö voi tehdä kävelystä vähemmän kuormittavaa ja lisätä energiatehokkuutta. Yksilöllisesti valmistettujen ja valmisortoosien ero on pieni, mutta yksilöllisesti valmistettu näyttää olevan hieman tehokkaampi energiankulutuksen vähentämisessä.

5.5 Käyttäjäkokemukset

Käyttäjien kokemuksen ovat tärkeitä, sillä ortoosin hyödyt tulevat esille vain, mikäli sitä käytetään. Käyttäjien myöntyvyys ortoosin käytölle arjessaan näyttelee suurta roolia kuntoutumisen onnistumisessa. Jos ortoosin käyttö koetaan epämiellyttäväksi tai vaikeaksi on riski, että sen käyttö jää satunnaiseksi, vaikka se parantaisikin kävelyä sovituksessa ja mittauksissa.

Rao ym. (2014) vertailivat tutkimuksessaan yksilöllisesti valmistettuja ja tehdasvalmisteisia AFO:ja käyttäjäkokemusten perusteella. Molemmat ortoosityypit lisäsivät turvallisuuden tunnetta kävellessä, mutta suurin osa koki yksilöllisen ortoosin istuvan paremmin ja sen olevan vakaampi kävellessä. Valmisortoosit oli helpompi pukea ja ne olivat kevyempiä, mutta ne eivät istuneet aivan yhtä hyvin ja aiheuttivat hieman epämukavuutta pitkäaikaisessa käytössä. Kyselytulosten mukaan yksilöllisesti valmistetut ortoosit pysyivät paremmin paikoillaan pidempiaikaisessa käytössä.

Rimaud ym. (2024) saivat tutkimuksessaan samanlaisia tuloksia, sillä suurin osa heidän tutkimukseensa osallistuneista piti yksilöllisesti valmistettua ortoosia parempana ja kokivat sen lisäävän tasapainoa enemmän kuin valmisortoosin. Osa heidän tutkittavistaan pitivät kuitenkin valmisortoosia huomaamattomampana, joka lisäsi sen pisteitä kyselyssä.

Silva ym. (2024) korostivat tutkimusprotokollassaan AFO:n istuvuuden merkitystä ja pitivät todennäköisenä sitä, että ortoosimyönteisyys olisi korkeampi 3D-menetelmällä varustettujen ortoosien kohdalla, sillä 3D-tulostetut ortoosit ovat ohuita ja kevyitä. He tekevät myös olettamuksen, että parempi istuvuus ja mukavuus voisivat lisätä ortoosin säännöllistä käyttöä ja parantaa kuntoutuksen tuloksia pitkällä aikavälillä.

Käyttäjäkokemusten perusteella AFO:n istuvuus ja mukavuus ovat ratkaisevassa osassa ortoosimyönteisyyden kohdalla. Yksilöllisesti valmistetut ortoosit saivat käyttäjiltä parempia pisteitä tasapainon ja tuen osalta, kun taas kevyemmät valmisortoosit koettiin helpompikäyttöisiksi.

5.6 Johtopäätökset

Tämän kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena oli selvittää, mitä tutkimuksia on tehty vuosina 2014-2024 yksilöllisesti valmistettujen nilkka-jalkateräortoosien (AFO) käytöstä aivoverenkiertohäiriöiden kuntoutuksessa ja millaisia tuloksia näissä tutkimuksissa on saatu. Aineistoksi valikoitui kuusi tutkimusta, jotka käsittelivät AFO:n vaikutuksia kävelyn biomekaniikkaan, energiatehokkuuteen ja käyttäjäkokemuksiin AVH-kuntoutujilla.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella nilkka-jalkateräortoosit näyttävät olevan hyödyllinen apuväline AVH:n jälkeisessä kuntoutuksessa. AFO:n käyttö parantaa kävelyn nopeutta, symmetriaa ja tasapainoa sekä vähentää kävelyn energiankulutusta. AFO:n vaikutus näkyi erityisesti nilkan asennon hallinnassa, eli ortoosi tuki toivottua dorsifleksiota tukivaiheessa ja rajoitti liiallista plantaarifleksiota heilahdusvaiheessa. Käytännössä tämä siis vastasi tyypillisimpiin AVH-kuntoutujan tarpeisiin, eli helpotti riippunilkka oiretta, pidensi askelta ja tuki painonsiirrossa. Myös polven ja lonkan kompensatoriset liikkeet vähenivät, mikä teki kävelystä luonnollisempaa. Yksilöllisesti valmistettujen AFO:jen ja valmisortoosien erot olivat useissa tutkimuksissa pieniä, mutta yksilöllisesti valmistetut tarjosivat paremman istuvuuden ja sitä kautta tukivat kävelyä hieman tehokkaammin. Valmisortoosit olivat kevyempiä ja helpompia pukea, joka saattaa lisätä niiden käyttöä. Näiden havaintojen perusteella voidaan ajatella, että AFO:n vaikutus ei perustu pelkästään sen malliin ja materiaaliin, vaan ennen kaikkea siihen, kuinka hyvin ne vastaavat käyttäjän yksilölliseen tarpeeseen ja tavoitteisiin sekä miten sitä hyödynnetään osana laajempaa kuntoutusta.

Käytännön työn kannalta AFO:n arviointi-, sovitus- ja seurantaprosesseissa voidaan hyötyä apuvälineteknikon erityisosaamisesta. Ortoosin suunnittelu, valmistus ja säätäminen vaatii teknistä osaamista ja ymmärrystä kävelyn biomekaaniikasta ja yksilöllisistä tarpeista.

Parhaita tuloksia saadaan, kun apuvälineteknikko toimii osana moniammatillista työryhmää yhdessä asiakkaan ja hänen läheistensä kanssa arviointivaiheesta lähtien. Näin ortoosi voidaan suunnitella, valmistaa ja säätää siten, että se tukee parhaalla mahdollisella tavalla liikkumista ja edistää kuntoutumista pitkäjänteisesti.

6 Pohdinta

6.1 Tulosten luotettavuus

Katsaukseen sisällytettyjen tutkimusten otoskoot olivat pieniä ja seurannat lyhyitä. Tämä rajoittaa tulosten yleistettävyyttä, vaikka tutkimukset olivatkin pääosin vertaisarvioituja ja melko tuoreita. Lisäksi tutkimukset erosivat toisistaan koeasetelmien, mittareiden ja käytettyjen AFO-mallien osalta, mikä vaikeutti tulosten suoraa vertailua ja tarkastelua. Aineistohaku tehtiin MetCat Finna -tietokannan kautta, joka kokoaa tutkimuksia useista lähteistä ja toimii väylänä virallisiin tietokantoihin. Tästä huolimatta on riski, että osa aiheeseen liittyvistä kansainvälisistä tutkimuksista jäi haun ulkopuolelle hakukoneen valinnan, hakusanojen rajauksen tai saavutettavuuden takia. Katsaus ei siis välttämättä sisällä kattavasti kaikkia vuosina 2014–2024 julkaistuja tutkimuksia yksilöllisesti valmistettujen AFO:jen käytöstä AVH-kuntoutuksessa.

Aineiston keräämisessä ongelmia tuotti tutkimuksissa esiintyvä epäselvä termien käyttö AFO:jen osalta. Osa yksilölliseksi kuvatuista ortooseista paljastui lähemmässä tarkastelussa yksilöllisesti muokatuiksi valmisortooseiksi, joita oli muokattu esimerkiksi jalkateräosan kärkeä lyhentämällä sopivan mittaiseksi jalkaterän pituuden perusteella. Toisaalta myöskään yksilöllisesti valmistetun AFO:n valmistusprosessia ei avattu tarkasti kuin yhdessä aineiston tutkimuksista. Näistä rajoituksista huolimatta kirjallisuuskatsaus antaa suuntaa antavaa tietoa yksilöllisesti valmistettujen AFO:jen vaikutuksista AVH-kuntoutuksessa ja tukee ajatusta siitä, että AFO:n huolellinen suunnittelu, valmistus, sovitus ovat keskeisiä tekijöitä kuntoutuksen onnistumisessa.

6.2 Jatkotutkimus

Mielestäni tämän katsauksen pohjalta olisi edellytyksiä lisäselvitykselle ja työn laajentamiselle. Ensinnäkin aineistohakua tulisi laajentaa useisiin tietokantoihin, jotta tulevissa katsauksissa saataisiin kattavampi näkökulma aiheeseen. Toiseksi tutkimusten valinnassa olisi tärkeää painottaa yhtenäisien mittarien käyttöä, jotta eri tutkimusten tuloksia olisi helpompi vertailla keskenään.

Kolmanneksi olisi hyödyllistä selvittää ortoosien todellinen käyttöaika, sillä AFO:n vaikutusta on mahdollista selvittää, jos ortoosi on aktiivisessa käytössä ja osa kokonaisvaltaista kuntoutusta. Tärkeää olisi myös selvittää ortoosin istuvuuden vaikutuksia kuntoutumiseen pitkällä aikavälillä. Ortoosien istuvuutta käsiteltiin katsauksen aineiston muodostaneissa tutkimuksissa usein vain sivulauseissa, vaikka hyvä istuvuus voi edistää asentohoidon toteutumista.

Neljänneksi ja mielestäni tärkeimmäksi koen, että tutkimuksissa käytettävät termit AFO:ista standardoitaisiin ja selkeytettäisiin. Tutkimuksissa tulisi ortooseista esittää selkeästi vähintään tiedot sen yksilöllisyyden asteesta, valmistustavasta, materiaalista, jäykkyydestä, kiinnitysmekanismista, istuvuudesta ja mahdollisista käytössä olleista komponenteista sekä tehdyistä säädöistä. Näin AFO:ja koskevat tutkimukset voisivat olla tulevaisuudessa tarkempia, tarjota vertailukelpoisempia tuloksia ja tukea päätöksen tekoa käytännön työssä paremmin.

Lähteet

Aivoinfarkti ja TIA. Käypä hoito -suositus 2024. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim,<https://www.kaypa-hoito.fi/hoi50051#K1>. Viitattu 4.4.2024

Aivoliitto. Aivoverenkiertohäiriön akuuttihoito alkaa numerosta 112. Aivoliitto ry. <https://www.aivoliitto.fi/aivoverenkiertohairio/faktat/akuuttihoito/#bda92e00>. Viitattu 7.4.2024

Aivoliitto 2024. Aivoverenkiertohäiriö (AVH) suomessa. Aivoliitto ry. < https://dyajetwym1cg9.cloudfront.net/assets/files/4204/infograafi_avh_suomessa_2024.pdf>. Viitattu 7.4.2024

Aivoliitto 2020. Tietoa aivoverenkiertohäiriöistä. Aivoliitto ry. <https://dyajetwym1cg9.cloudfront.net/assets/files/1802/selkoesite_avh_082020.pdf>. Viitattu 7.4.2024

Atula, Sari 2023. Aivohalvaus (Aivoinfarkti ja aivoverenvuoto). Lääkärikirja Duodecim. Kustannus oy Duodecim. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00001>. Viitattu 7.4.2024

Australian Orthotic Prosthetic Association (n.d.) What are orthoses and prostheses? < https://www.aopa.org.au/careers/what-are-orthoses-and-prostheses>. Viitattu 30.9.2024

Carse, Bruce & Meadows, Barry & Bowers, Roy & Bowe, Philip 2014. The immediate effects of fitting and tuning solid ankle-foot orthoses (AFO´s) in early stroke rehabilitation. Prosthetics and Orthotics International 2014. <https://strathprints.strath.ac.uk/50999/1/Carse_etal_POI_2015_The_immediate_effects_of_fitting_and_tuning_solid_ankle_foot.pdf>. Viitattu 17.9.2024

Condie, E. & Bowers, R.J. 2008. Lower limb orthoses for persons who have had a stroke. Teoksessa Hsu, J. D. Michael, J.W. & Fisk, J.R. 2008. Atlas of Orthoses and Assistive Devices. 4. painos. St. Louis: Mosby Elsevier, 433-440.

Daryabor, Aliyeh. Amnian, Gholamreza. Arazpour, Mokhtar, Baniasad, Mina. Yamamoto, Sumiko 2021. The effect of ankle-foot orthoses with plantar flexion stop and plantar flexion resistance using rocker-sole shoes on stroke gait: A randomized-controlled trial. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8790265/>. Viitattu 8.4.2024

Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveyspiiri Eksote 2022. Eksote toteuttaa Suomen parasta aivoverenkiertohäiriöön sairastuneiden seurantamallia. Tiedoto 3.2.2022. <https://www.epressi.com/tiedotteet/terveys/eksote-toteuttaa-suomen-parasta-aivoverenkiertohairioon-sairastuneiden-seurantamallia.html>. Viitattu 12.11.2025

Folmar, Eric & Jennings, Heather & Lusardi, Michelle M. 2020. Principles of lower extremity orthoses. Teoksessa: Chui, Kevin K. & Jorge, Milagros & Yen, Sheng-Che & Lusardi, Michelle M. Orthotics and prosthetics in rehabilitation. Elsevier. St. Louis, Missouri.

Gillen, Glen. 2011. Stroke rehabilitation: A function-based approach. 3 painos. St. Louis, MO: Elsevier Mosby.

Laidler, Polly 1999. Rehabilitating movement. Teoksessa: Stroke rehabilitation: a collaborative approach. Spastics International Medical Publications. London

Meretoja, Atte 2012. Aivohalvaus – kallis kansansairautemme. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. <https://www.duodecimlehti.fi/duo10040>. Viitattu 7.4.2024

Physiopedia (n.d) 10 Metre Walk Test (10MWT). <https://www.physio-pedia.com/10_Metre_Walk_Test?utm_source=physiopedia&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal>. Viitattu 30.10.2025

Physiopedia (n.d.) Six Minute Walk Test (6MTW). <https://www.physio-pedia.com/Six_Minute_Walk_Test_/_6_Minute_Walk_Test>. Viitattu 30.10.2025

Physiopedia (n.d.) Functional Independence Measure (FIM). <https://www.physio-pedia.com/Functional_Independence_Measure_(FIM)> Viitattu 30.10.2025

Physiopedia (n.d.) Modified Aswhorth Scale (MAS). <https://www.physio-pedia.com/Modified_Ashworth_Scale>. Viitattu 30.10.2025

Rao, Noel & Wening, Jason & Hasso, Daniel & Gnanapragasam, Gnanapradeem & Perera, Priyan & Srigiriraju, Padma & Aruin, Alexander S, 2014. The effects of two different ankle-foot orthoses on gait of patients with acute hemiparetic cerebrovascular accident. Rehabilitation Research and Practice 2014. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4174983/pdf/RERP2014-301469.pdf>. Viitattu 17.9.2024

Rimaud, Diana & Testa, Rudolphine & Millet, Guillaume Y & Camels, Paul 2024. Effects of carbon versus plastic ankle foot orthoses on gait outcomes and energy cost in patients with chronic stroke. Journal of Rehabilitation Medicine 2024. <https://medicaljournalssweden.se/jrm/article/view/35213/46986>. Viitattu 16.9.2024

Sankaranarayan, H., Gupta, Anupam. Khanna, Meeka. Taly, Arun. Thennerasu, K. 2016. Role of ankle foot orthosis in improving locomotion and functional recovery in patients with a stroke: a prospective rehabilitation study. Journal of Neurosciences in Rural Practice 2016. < https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5006466/>.

Sarajärvi, Anneli. Tuomi, Jouni 2019. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Silva, Rui & Moroço, Pedro & Lains, Jorge & Amorim, Paula & Alves, Nuno & Veloso, António Prieto 2024.Innovative design and development of personalized ankle-foot orthoses for survivors of stroke with equinovarus foot: Protocol for feasibility and comparative trial. JMIR Research protocols. < https://www.researchprotocols.org/2024/1/e52365>. Viitattu 19.9.2024

Stubbs, P.W. & Mortensen, J. 2020. Clinimetrics: The Scandinavian Stroke Scale (SSS). Journal Of Physiotherapy 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955319300979?via%3Dihub>. Viitattu 30.10.2025

Whittle, Michael, W. 2007. Gait Analysis: An Introduction. 4. painos. Oxford: Butterworth-Heinemann, Elsevier.

World Health Organization 2017. Standards for prosthetics and orthotics: Part 1. Standards. Geneva: World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512480>. Viitattu 3.11.2025

Liitteet

Liite 1. Aineiston tutkimusten perustiedot: Tekijät, vuosi, tarkoitus ja koeryhmän tiedot

Tutkimus (tekijät, vuosi, maa)	Tutkimuksen tarkoitus	Koeryhmä
1. **Effects of carbon versus plastic ankle foot orthoses on gait outcomes and energy cost in patients with chronic stroke.** Rimaud, Diana & Testa, Rodolphine & Millet, Guillaume Y & Calmes Paul. Ranska 2024	Verrata tehdasvalmisteisen hiilikuitu AFOn ja yksilöllisen muovista valmistetun AFOn vaikutusta AVH kuntoutujien kävelyyn ja energiankulutukseen.	n=15 kroonista, hemipareettista AVH-potilasta (12 m, 3 n) keski-ikä 57 v Kyky kävellä. Drop foot. --- Ei merkittävää nivelkontraktuuraa tai spastisuutta (MAS >2). Ei kognitiivisia esteitä ohjeiden noudattamisessa.
2. **Innovative desing and development of personalized ankle-foot orthoses for survivors of stroke with equinovarus foot: Protocol for feasibility and comparative trial.** Silva, Rui & Moroço Pedro & Lains, Jorge & Amorim, Paula & Alves, nuno & Veloso, António Prieto. Portugali 2024	Kehittää digitaalinen menetelmä yksilöllisten AFOjen valmistukseen	Suunniteltu otos: 18–75 v AVH-potilaat, equinovarus-virheasento.
3. **The effects of ankle-foot orthoses with plantar flexion stop and plantarflexion resistance using rocker-sole shoes on stroke gait: A randomized-controlled trial.** Daryabor, Aliyeh & Aminian, Gholamreza & Arazpour, Mokhtar & Baniasad, Mina & Yamamoto, Sumiko. Iran 2021	Verrata kahden yksilöllisen muovista valmistetun AFO-mallin vaikutuksia AVH kuntotutujien kävelyyn ja selvittää keinupohjakengän merkitystä	n=20 kroonista, hemipareettista AVH-potilasta (8 m, 12 n), Keski-ikä 52 v Hemipareesi, drop foot, kyky kävellä 10 m --- Ei voimakasta spastisuutta tai merkittää nivelkontraktuuraa. Ei kognitiivisia esteitä ohjeiden noudattamisessa.
4. **Role of ankle foot orthosis in improving locomotion and functional recovery in patients with stroke: A prospective rahebilitation study.** Sankaranarayan, H & Gupta, Anupam & Khanna, Meeka & Taly, Arun B, Thennarasu, K. Intia 2016	Tutkia AFOn vaikutusta kävelynopeuteen ja kestävyyteen AVH kuntoutuksessa	n=26 varhainen/krooninen AVH-potilasta (21 m, 5 n) Keski-ikä 45 v Kyky kävellä. Spastinen equinovarus-virheasento ja drop foot. --- Ei vaikeaa spastisuutta tai nivelkontraktuuraa, joka estää AFOn sovituksen. Ei kognitiivisia esteitä ohjeiden noudattamisessa. EI
5. **Effects of two different ankle-foot orthoses on gait of patients with acute hemiparetic cerebrovascular accident.** Rao, Noel & Wening, Jason & Hasso, Daniel & Gnanapragasam, Gnanapradeep & Perera, Priyan & Srigiriraju, Padma & Aruin, Alexander S. Amerikan Yhdysvallat 2014	Verrata tehdasvalmisteisen hiilikuitu AFOn ja yksilöllisesti valmistetun muovi AFOn vaikutuksia kävelyyn AVH kuntoutuksen akuutissa vaiheessa	n=30 akuuttia, hemipareettista AVH-potilasta (15 m, 15 n), Keski-ikä 52 v Ensimmäinen AVH, hemipareesi. Drop foot --- Ei nivelkontraktuuraa tai voimakasta spastisuutta. Ei kognitiivisia esteitä ohjeiden noudattamisessa.
6. **The immediate effects of fitting and tuning solid ankle-foot orthoses in early stroke rehabilitation.** Carse, Bruce & Meadows, Barry & Bowers, Roy & Rowe, Philip. Yhdistynyt kuningaskunta 2014	Selvittää yksilöllisesti valmistetun muovi AFOn vaikutuksia kävelyyn AVH kuntoutuksen akuutissa vaiheessa	n=8 akuuttia AVH-potilasta (3 n, 5 m), Keski-ikä 57 v Kyky kävellä avustettuna, polven fleksion ja lonkan ekstension vaikeus. --- Ei merkittävää nivelkontraktuuraa tai spastisuutta. Ei kognitiivisia esteitä ohjeiden noudattamisessa.

Liite 2. Aineiston tutkimuksissa käytetyt AFO:t, mittausmenetelmät ja keskeiset tulokset

Tutkimuksen numero	Käytetty AFO-tyyppi	Mittausmenetelmät	Keskeiset tulokset
1.Rimaud ym.	Hiilikuituinen valmis AFO ja yksilöllinen, niveletön muovinen AFO	6MTW,5x15 m kävelytesti, 3D- liikeanalyysi, voima-alustat, Metamax 3B kaasuanalysaattori & tyytyväisyyskysely	Molemmat AFOt paransivat kävelynopeutta (+10 %) ja vähensivät energiankulutusta (–15 %). Erot mallien välillä vähäisiä. Hiilikuituinen valmisortoosi koettiin mukavammaksi.
2.Silva ym.	3D-menetelmällä valmistettu yksilöllinen AFO ja valmis-AFO	3D-liikeanalyysi, voima-alustat, 3D-skannaus ja digitalinen mallinnus & tyytyväisyyskysely	Kehitettävä menetelmä arvioi biomekaanisia vaikutuksia ja käyttäjäkokemusta; kliinisiä tuloksia ei vielä saatavilla.
3.Daryabor ym.	Yksilöllinen muovinen AFO nivelellä joka 1, rajoittaa plantaarifleksiota jousimaisesti tai 2, pysäyttämällä sen äkisti tiettyyn kulmaan.	3D-liikeanalyysi & voima-alustat	Molemmat AFOt paransivat kävelynopeutta + 9 %, askelpituutta +8 % ja symmetriaa. Jousimainen nivel paransi nilkan hallintaa ja nilkan plantaarifleksiomomenttia ponnistusvaiheen aikana. Keinupohjakengän kanssa askel rullasi paremmin, mutta nilkan tehontuotto oli vähäisempää ponnistusvaiheen aikana, eikä se vähentänyt energiankulutusta.
4.Sankaranarayan ym.	Yksilöllinen niveletön muovinen AFO	6MTW, 10MTW, FIM & SSS	AFOn käyttö paransi nopeutta +27 % ja kestävyyttä +93 %. AFOn vaikutus parempi, kun se yhdistetään fysioterapiaan FIM +21 %. Toiminnallinen itsenäisyys kasvoi enemmän niillä, joilla oli kohtalaisia eikä vaikeita halvausoireita. Kaikki raportoivat kävelyn olevan vakaampaa ja helpompaa AFOn kanssa.
5.Rao ym.	Yksilöllinen muovinen AFO ja hiilikuituinen valmis-AFO	GAITRite-kävelyanalyysi, kaksi kyselylomaketta	Molemmat AFOt paransivat kävelynopeutta +29 %, kadenssia + 14 %, askelpituutta +10 %. 62 % koki paremman tasapainon ja turvallisuuden muovisen AFOn kanssa. 51 % piti muovista AFOa mukavampana, kun 24 % ei pitänyt kummastakaan.
6.Carse ym.	Yksilöllisesti valmistettu, staattinen muovinen AFO (malleolit ylittävät hiilikuituvahvisteet)	3D-liikeanalyysi & voima-alustat	Heti AFOn sovituksen jälkeen kävelynopeus +64 %, askeleen pituus +32 %, kadenssi 24 % ja kävelyn symmetria + 14 %. Säären kulma (SVA) nousi viitearvoihin.