



jamk

Kehitä tasapainoasi

Harjoitteluopas aivovammakuntoutujille

Henna Korpi

Fiina Tuunanen

Opinnäytetyö, AMK

Marraskuu 2024

Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma (AMK)

Korpi, Henna & Tuunanen, Fiina

Kehitä tasapainoasi. Harjoitteluopas aivovammakuntoutujille.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Marraskuu 2024, 68 sivua

Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Tasapainovaikeuksien tiedetään olevan yleisiä aivovamman kroonisessa vaiheessa. Haasteet tasapainossa lisäävät riskiä kaatumiselle, uusien vammojen syntymiselle ja haastavat elämänlaatua. Akuutin hoidon jälkeen aivovammakuntoutujan toimintakykyä edistävän kuntoutuksen vastuu painottuu kuntoutujalle itselleen. Kroonisille aivovammakuntoutujille on tarvetta saada tukea ja tietoa itse toteutettavista harjoituksista, jotka vaikuttavat tasapainohäiriöihin sekä tasapainon eri osa-alueisiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota aivovammakuntoutujien tasapainoharjoittelua tukeva selkokielineen opas toimeksiantajana toimivalle Keski-Suomen Aivovammayhdistykselle. Oppaan lisäksi opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa integroivana kirjallisuuskatsauksena tietoa aivovamman kroonisen vaiheen tasapainovaikeuksista ja näihin vaikuttavista harjoitteista. Opinnäytetyö toteutettiin tutkimuksellisenä kehittämistyönä, jonka osana integroivaa kirjallisuuskatsausta käytettiin. Tiedonhaku suoritettiin ennalta määriteltyjen sisäänotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti, niin että se vastasi asetettuihin tutkimuskysymyksiin: millaiset tasapainon osa-alueet ovat erityisesti heikentyneet kuntoutujilla, joilla on krooninen aivovamma ja millaiset harjoitteet ovat hyödyllisiä kroonisen aivovamman tasapainohäiriöiden hoidossa. Muihin kirjallisiin lähteisiin nojaten vastattiin opinnäytetyön kolmanteen tutkimuskysymykseen: ”Minkälainen opas täyttää selkokielisyyden vaatimukset, lähteisiin nojaten?”

Tuloksista havaittiin, että aivovamman kroonisen vaiheen tasapainovaikeudet voivat ilmetä monin eri tavoin, eikä mikään tietty harjoittelumuoto eroa selvästi muista. Tutkimuksista nousi esille, että aivovamman yhteydessä esiintyy erityisesti vaikeuksia dynaamisessa ja reaktiivisessa tasapainossa, jotka vaikuttavat oleellisesti sekä toimintakykyyn että arkielämään. Aivovamman moninaiset oireet huomioon ottaen voidaan monipuolisella harjoittelulla, joka yhdistää visuaalisia, vestibulaarisia ja somatosensorisia elementtejä, saavuttaa tehokkaampia tasapainoa tukevia tuloksia. Monipuolisella tasapainoharjoitteluoppaalla voitiin vahvistaa aivovammakuntoutujien osallisuutta arjen toiminnoissa ja kuntoutuksessa.

Avainsanat (asiasanat)

Aivovammat, tasapaino, tasapainoharjoittelu, harjoitteluopas, kirjallisuuskatsaus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Korpi, Henna & Tuunanen, Fiina

Develop Your Balance. A Training Guide for Traumatic Brain Injury Rehabilitation.

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, November 2024, 68 pages

Bachelor's Degree in Physiotherapy. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Balance deficits are known to be common impairments in the chronic phase of a brain injury. These challenges increase the risk of falls, new injuries, and negatively impact quality of life. After acute phase, the responsibility for rehabilitation that promotes the functioning of brain injury patients shifts primarily to the individuals themselves. There is a need for chronic brain injury patients to receive support and information about self-administered exercises that address balance deficits and different aspects of balance.

The aim of this thesis was to create an easy-language guide to support balance training for brain injury patients, commissioned by the Keski-Suomen Aivovammayhdistys. In addition to the guide, the purpose of the thesis was to provide an integrative literature review on the balance difficulties associated with the chronic phase of brain injury and exercises that can help address them. The thesis was conducted as a research-based development project, which included an integrative literature review. The literature search was carried out based on pre-defined inclusion and exclusion criteria to answer the research questions: What aspects of balance are particularly impaired in individuals with chronic brain injury, and which exercises are beneficial in addressing balance deficits in chronic brain injury? The third research question, "What kind of guide meets the requirements for easy language, based on the literature?" was answered using other written sources.

Balance difficulties in the chronic phase of brain injury can occur in various ways, and no specific training method clearly stands out as superior to others. Research highlighted difficulties specially with dynamic and reactive balance, which significantly affect both functional capacity and daily life. Considering the diverse symptoms of brain injury, more effective balance outcomes can be achieved through a variety of exercises that integrate visual, vestibular, and somatosensory elements. A comprehensive balance training guide can enhance the participation of brain injury patients in daily activities and rehabilitation.

Keywords/tags (subjects)

Brain injuries, balance, balance training, training guide, literature review

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Aivovamma	4
3	Tasapaino	8
3.1	Tasapainon osa-alueet	8
3.2	Tasapainon säätelyjärjestelmät	11
3.3	Tasapainohäiriöt aivovamman jälkeen	15
4	Harjoittelu ja kuntoutus aivovamman jälkeen	19
5	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	22
6	Opinnäytetyön toteutus.....	23
6.1	Tutkimuksellinen kehittämistyö.....	24
6.2	Kirjallisuuskatsaus	25
6.3	Aineiston keruu	26
6.4	Aineiston laadun arviointi	29
6.5	Aineiston analyysi.....	31
7	Tulokset.....	32
7.1	Kroonisessa aivovammassa heikentyneet tasapainon osa-alueet.....	32
7.2	Tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa	39
7.3	Opas.....	46
8	Johtopäätökset.....	48
9	Pohdinta.....	48
9.1	Opinnäytetyöprosessi	48
9.2	Eettisyys ja luotettavuus	52
9.3	Jatkotutkimusaiheet.....	53
Lähteet	54	
Liitteet	61	
Liite 1.	Kehitä tasapainoasi -opas.....	61
Liite 2.	Opinnäytetyön tutkimukset ja aineiston analyysi kroonisessa aivovammassa heikentyneet tasapainon osa-alueet.....	62
Liite 3.	Opinnäytetyön tutkimukset ja aineiston analyysi tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa	66

Kuviot

Kuvio 1. Aivoalueiden pääasialiset tehtävät, mukaillen McAllister 2011	13
Kuvio 2. Tasapainon sensomotorinen järjestelmä, mukaillen Watson, Black & Crowson n.d. .	15
Kuvio 3. Opinnäytetyön vaiheet.....	24

Taulukot

Taulukko 1. Aivovamman vaikeusasteet (Aivovammat 2023; Kinnunen ym. 2024)	7
Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksen poissulku- ja sisäänottokriteerit.....	27
Taulukko 3. Aineiston haun tulokset	28
Taulukko 4. Aivovamman jälkeen ilmenevät aistitoimintojen häiriöt	35
Taulukko 5. Aivovamman jälkeen erityisesti heikentyneet tasapainon osa-alueet	37
Taulukko 6. Hyödyllinen voima- ja tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa..	41
Taulukko 7. Hyödylliset harjoittelumuodot vesiterapiassa	42
Taulukko 8. Tasapainoa vahvistava virtuaalitodellisuusharjoittelu	44
Taulukko 9. Tasapainoa vahvistava vestibulaarinen harjoittelu.....	46

1 Johdanto

Aivovamman jälkeen usein esiintyvät tasapainovaikeudet voivat vaikuttaa merkittävästi aivovammakuntoutujan toimintakykyyn ja elämän laatuun. Tasapainohaasteet voivat jatkua pitkäänkin akuutin aivovamman jälkeen. (Tefertiller, Hays, Natale, O'Dell, Ketchum, Sevigny, Eagye, Philippus & Harrison-Felix 2019.) Heikentynyt tasapaino on itsessään jo merkittävä kaatumisen riskitekijä. Näin ollen tasapainohaasteet voivat sekä lisätä kaatumisen riskiä että altistaa uusille vammoille. (Havulinna, Piirtola, Karinkanta, Pitkänen, Punakallio, Sihvonen, Kettunen & Häkkinen 2017.) Tasapainohaasteet ja kaatumisen pelko voivat nostaa kuntoutujien kynnystä liikkumiseen.

Aivovamman jälkeinen kuntoutus on intensiivistä ja keskittyy usein erityisesti kognitiivisiin ja neuropsykiatrisiin haasteisiin. Arkikuntoutuksen merkitys korostuu samalla, kun kuntoutujan oma vastuu fyysisen toimintakyvyn ylläpitämisestä ja kehittämistä lisääntyy. Aivovamman kroonisessa vaiheessa kuntoutus kohdentuu arkielämän kuntoutuskeinoihin, joten kuntoutuksessa tulisi hyödyntää arkielämän toimintaympäristöä. Kroonisille aivovammakuntoutujille on tarve saada tukea ja tietoa hyödyllisistä tasapainohäiriöihin ja tasapainon eri osa-alueisiin vaikuttavista, itse toteutettavista harjoitteista. Aivovammakuntoutujien motivoiminen ja kannustaminen aktiivisen tasapainoharjoittelun pariin on merkittävää niin yksilön toimintakyvyn vahvistumisen, kuin kaatumisen ja tätä kautta myös uusien vammojen ennaltaehkäisyn kannalta. Tasapainon kehittämisen myötä kaatumisen pelko voi vähentyä ja näin ollen kuntoutujan motivaatio liikkumiseen ja toimintakyvyn vahvistamiseen voi lisääntyä.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimiva Keski-Suomen aivovammayhdistys nosti esille tarpeen tasapainoharjoittelua tukevasta harjoitteluoppaasta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tiedon kokoaminen aivovammasta, sen aiheuttamasta tasapainon heikentymisestä ja vahvistamisesta aivovamman kroonisessa vaiheessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Kehitä tasapainoasi -opas. Tutkimuksellisen kehittämistyön ja sen osana olevan kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla koottiin tutkittuja, aivovamman tasapainohaasteisiin vastaavia harjoitteita. Harjoitteet koottiin visuaaliseen ja selkokieliseen muotoon kohderyhmä huomioiden. Kehittämistyönä valmistuneella oppaalla pyrittiin vahvistamaan aivovammakuntoutujien virallisen kuntoutuksen ulkopuolista, arjessa

tapahtuvaa harjoittelua. Harjoitteluun osallistumisen kynnystä pyrittiin madaltamaan ja saavuttamaan useampi kuntoutuja tasapainoharjoittelun piiriin. Lopullinen harjoitteluopas tuli Keski-Suomen aivovammayhdistyksen käytettäväksi. Oppaan avulla pyrittiin tukemaan yhdistyksessä tapahtuvaa tukitoimintaa ja parantamaan yhdistyksen kautta kuntoutuksen saavutettavuutta. Opasta jakamalla kaikki kuntoutusalan ammattilaiset voivat osaltaan aktivoida ja kannustaa kuntoutujia aktiiviseen omatoimiseen tasapainoharjoitteluun.

2 Aivovamma

Aivovamma määritelmänä tarkoittaa aivotoiminnan häiriötä tai aivojen rakenteellista vauriota, joka on syntynyt ulkoisen voiman tai hidastuvuus- tai kiihtyvyysenergian aiheuttamana. Akuuttivaiheessa aivovammaan tulisi liittyä joko tajunnantason laskua, muistiaukko välittömästi vammaa edeltävästi tai sen jälkeen, vammasta aiheutuva henkisen tilan muutos tai ohimenevä tai pysyvä neurologinen muutos tai löydös. (Aivovammat 2023; Alam, Thelin, Tajsic, Khan, Khellaf, Patani & Helmy 2020; Ylinen, Koskinen & Turkka 2024, 284; Winqvist & Nybo 2020.) Yleisin syy aivovammojen syntymiseen on kaatuminen tai putoaminen. Liikenneonnettomuudet, väkivalta ja vapaa-ajan tapaturmat ovat kaatumisen lisäksi yleisiä tekijöitä. Alkoholilla on usein osuutta aivovammojen syntymiseen. Alkoholin vaikutuksen alaisena ollessa aivovamman riski on lähes kolminkertainen. (Aivovammat 2023; Ylinen ym. 2024, 284; Winqvist & Nybo 2020.)

Yleisiä fyysisiä oireita aivovamman jälkeen ovat erimuotoiset päänsäryt, huimaus, väsyvyys ja uni-häiriöt. Suurimmalla osalla keskivaikean tai vaikean aivovamman jälkeen esiintyy tasapainovaikeuksia vielä pitkänkin ajan jälkeen. Tasapainovaikeuksien lisäksi keskivaikean tai vaikean aivovamman jälkeen fyysiseen toimintakykyyn vaikuttavia oireita aivovamman sijainnin mukaan voivat olla posttraumaattinen parkinsonismi, häiriöt autonomisessa hermostossa, sensomotoriset halvausoireet, hienomotoriikan ja liikkeiden koordinoinnin häiriöt, sekä dystonia eli liikehäiriöt. (Aivovammat 2023.)

Aivojen otsa- ja ohimolohkot saattavat herkästi vaurioitua aivojen nopeasta edestakaisesta liikkeestä, jolloin aivot osuvat liikkeen vaikutuksesta kallon luiseen pintaan. Vammojen vakavuuteen

ja tyyppiin voivat vaikuttaa erityisesti ulkoisen energian voimakkuus, suunta ja kesto. Syntymekanismiin voivat lisäksi vaikuttaa kallon ja aivojen yksilölliset rakenteet. Aivovammasta aiheutuvat vauriot voidaan jakaa primaari- ja sekundaarivaurioihin. Primaarivammat aiheutuvat ulkoisen energian vaikutuksesta. Sekundaarivammat ovat patologisia ilmiöitä, joita primaarivamma toissijaisesti aiheuttaa. Toissijaiset vammat ovat seurausta metabolisten, neurokemiallisten, solujen ja molekyyli-tapahtumien sarjasta. Yleisimmin sekundaarisia vaurioita aiheutuu turvotuksesta, liian alhaisesta verenpaineesta tai hapenpuutteesta. Vammautumisen jälkeen sekundaarisia vaurioita voi kehittyä minuuttien, päivien tai jopa vuosien kuluessa. (Aikuisiän aivovammat 2003; Galgano, Aatosheki, Qiu, Russel, Chin & Zhao 2017; Winqvist & Nybo 2020.) Kudosvauriot voivat syntyä aivokudoksen sisällä tai aivokudoksen ulkopuolella. Kudosvauriotyyppejä, joita aivovamma voi aiheuttaa aivokudoksen sisällä ovat diffuusi aksonivaurio sekä aivoruhjeet, että aivokudoksen sisäinen verenvuoto. Aivokudoksen ulkopuolisia vaurioita ovat traumaattinen lukinkalvonalainen verenvuoto sekä kovakalvonalainen, että -ulkoinen verenvuoto. Kallonsisäisten vaurioiden riskit ovat suuremmat kallonmurtumissa. (Aivovammat 2023; Winqvist & Nybo 2020.) Diffuusi aksonivaurio syntyy useimmiten äkillisen kiihtyvän, hidastuvan tai rotaatiosuuntaan tapahtuvan voiman seurauksena. Tämä vaikuttaa pääasiassa aivojen valkoisen aineen verkostoihin, kuten aivokurkiaisien ja subkortikaalisiin rakenteisiin. (Shenoy Handiru, Allivar, Hoxha, Saleh, Suvisheshamuthu, Easter, Yue & Allexandre 2021.)

Jotta voidaan arvioida aivovammapotilaan jatkokuntoutuksen tarvetta ja sisältöä, on aivovamman vaikeusasteen määrittelyllä tärkeä merkitys. Aivovamman vaikeusasteen luokittelussa yleisimpiä kriteerejä ovat American Congress of Rehabilitation Medicine (ACRM) ja World Health Organization (WHO) -luokittelut. Vaikeusasteen arvio tehdään usein jo hyvin varhaisessa vaiheessa ensimmäisellä sairaalajaksoilla tai poliklinikkakäynnillä. Akuutin vaiheen vaikeusasteen luokittelu tarjoaa usein hyvän arvion pysyville haitoille. (Aivovammat 2023.)

Suurin osa, noin 71–98 % aivovammoista, ovat vaikeusasteeltaan lieviä, ja iso osa myös näistä tapauksista ovat aivotärähdyksiä. Aivotärähdys luokitellaan erittäin lieväksi aivovammaksi, sillä aivotärähdyksessä aivotoimintaan liittyvä häiriö on vain tilapäinen ja lyhytaikainen, eikä siihen liity amnesiaa, tajuttomuutta tai löydöksiä kuvantaessa, toisin kuin vakavammassa vammoissa. Lievässä

aivovammassa ei ole kuvantamisen yhteydessä löydettävissä merkittäviä vaurioita, mutta tajuttomuus tai muistiaukko sekä erilaiset neurologiset oireet voivat olla todettavissa. Suomalaisen hoitosuosituksen mukaisesti tämä tarkoittaa tarkemmin maksimissaan puolen tunnin tajuttomuutta, korkeintaan vuorokauden mittaista muistiaukkoa ja vähäistä kallonsisäistä vammasta aiheutuvaa magneetti- tai tietokuvantamisen löydöstä (Aivovammat 2023.) Toipumisen ennuste lievistä aivovammoista on usein hyvä ja oireettomaksi päästään tyypillisesti muutamien viikkojen tai kuukausien aikana. Suurin osa lievän aivovamman saaneista toipuvat oireettomiksi ja lähes kaikki lievän aivovamman saaneista pystyvät palaamaan vuodessa työelämään. (Kinnunen, Marinkovic, Sarkanen, Nybo & Melkas 2024).

Keskivaikeassa aivovammassa täysi tajuttomuus jatkuu puolen tunnin jälkeen traumasta, mutta kuitenkin enintään vuorokauden ajan. Myös muistiaukko voi lievästä aivovammasta poiketen kestää päivästä jopa viikkoon ja lisäksi kuvantaessa havaitaan kallonsisäisiä löydöksiä. Pysyviä oireita keskivaikeasta aivovammasta voi jo jäädä ja myös Kinnusen ja muiden (2024) mukaan keskivaikeasta aivovammasta voi jo jäädä toimintakykyyn vaikuttavia, pitkäaikaisia haittoja (Aivovammat 2023; Kinnunen ym. 2024). Verrattuna lievään tai keskivaikeaan aivovammaan, vaikeassa aivovammassa tajuttomuustila kestää yli vuorokauden, ja muistiaukko yli viikon. Keskivaikean vamman tapaan, myös vakavaa aivovammaa kuvantaessa on vamman seurauksena havaittavissa kallonsisäinen löydös. (Aivovammat 2023.)

Varhaisessa vaiheessa vamman vakavuutta arvioitaessa, korostuvat ensisijaisesti siis tajunnan tason muutokset ja tajuttomuuden pysyvyys, muistiaukon pituus sekä kuvantamisella havaittavat, mahdolliset rakenteelliset löydökset. Käypä hoito -suosituksen (2023) mukaan juuri varhaisen vaiheen arviointiin tulee priorisoida, ja myös Kinnunen ja muut (2024) pitävät tärkeänä alkuvaiheessa tehtävää vamman vakavuuden luokittelua. Alkuvaiheen arvioinnin katsotaan vaikuttavan niin toipumiseen kuin jatkokuntoutuksen tarkoituksenmukaiseen määrittelyyn, ja Käypä hoito -suosituksessa sillä nähdään olevan lisäksi merkitystä ennusteen määrittelyyn. (Aivovammat 2023; Kinnunen ym. 2024.) Aivovamman vaikeusasteet ja kriteerit löytyvät koottuina taulukosta 1.

Taulukko 1. Aivovamman vaikeusasteet (Aivovammat 2023; Kinnunen ym. 2024)

AIVOVAMMAN VAIKEUSASTE	KRITEERIT
Lievä	<ul style="list-style-type: none"> - Korkeintaan 30 minuutin tajuttomuustila - Korkeintaan vuorokauden pituinen muistiaukko - Vain vähäisiä vammasta aiheutuvia magneetti- tai tietokuvantamislöydöksiä
Keskivaikea	<ul style="list-style-type: none"> - Yli 30 minuutin tajuttomuus, mutta korkeintaan 24 tuntia - Muistiaukko päivästä viikkoon - Vamman seurauksena on havaittavissa kal-lonsisäinen löydös
Vaikea	<ul style="list-style-type: none"> - Tajuttomuus yli 24 tuntia - Muistiaukko yli viikon mittainen - Vamman seurauksena on havaittavissa kal-lonsisäinen löydös

Kroonisella aivovammalla eli aivovamman jälkitilalla, tarkoitetaan pitkäaikaisia ja/tai pysyviä muutoksia, jotka ilmenevät akuutin tapaturman oireiden jälkeen. Jälkitila määritellään, kun vammatapahtumasta on kulunut vuosi (Kinnunen ym. 2024.) Pysyvää haittaa voidaan arvioida noin 2–3 vuoden kuluttua vammatapahtumasta. Tällöin haittaa arvioidaan haittaluokituksina lievä, keskivaikea, vaikea tai erittäin vaikea aivovamman jälkitila, jossa otetaan huomioon vamman ja toiminnanva-jauksen laatu. (Palomäki, Niskakangas, Öhman & Koskinen 2015.) Jälkitilan oireet vaihtelevat hyvin paljon yksilöittäin ja vammoittain. Yleisesti voidaan ajatella, että mitä vakavampi vamma, sen pysyvämmät ja merkittävämmät oireet. Keskivaikeasta tai vaikeasta aivovammasta voi seurata lievä jälkitila, mutta lievästä aivovammasta aiheutuva jälkitila ei voi olla keskivaikea tai vaikea. Tässä alkuvaiheen tapahtumatiedot ja kuvauslöydökset ovat keskeisessä roolissa. (Aivovammojen luokittelua, n.d.; Kinnunen ym. 2024.) Aivovamman jälkitilassa potilaan voi olla itse vaikea tunnistaa muutoksia toimintakyvyssään. Siksi kuntoutuksen ydintavoite olisikin rakentaa yhdessä potilaan kanssa realistinen kuvaus vamman jälkioireista ja niiden vaikutuksista elämään (Palomäki ym. 2015.)

3 Tasapaino

3.1 Tasapainon osa-alueet

Tasapaino voidaan nähdä taitoina tai kykyinä mukauttaa kehoa ja asentoa suhteessa painovoimaan, liikkeen suuntaan, nopeuteen ja aikaan. Se sisältää myös kyvyn säilyttää selkeä näköaistimus pään tai kohteen liikkeessa, ylläpitää staattista ja dynaamista asentoa sekä suorittaa tahdonalaisia liikkeitä. Tahdonalaisiin liikkeisiin kuuluvat tasapainon korjaus- ja vakauttamisreaktiot. Korjausreaktio on kehon reaktio odottamattomaan liikkeeseen ja vakauttamisreaktio kehon kykyä palauttaa painopiste takaisin keskelle. (Zasler, Katz, & Zafonte 2007, 491–492.) Asentotasapaino on kykyä ylläpitää asentoa lähellä kehon massan keskipistettä ja sen hallinta on olennainen tekijä useiden päivittäisten toimintojen suorittamisessa, aina yksinkertaisesta pystyssä seisomisesta monimutkaisimpiin teknisiin urheiluasuorituksiin (Duquette, Senia, van Wyk, Baker, Paquin & Horton 2022). Asentotasapaino ja tasapainon hallinta voidaan jakaa tarkemmin joko staattiseen, dynaamiseen tai reaktiiviseen tasapainoon. (Duquette ym. 2022; Morris, Casucci, McFarland, Cassidy, Pelo, Kreter, Dibble & Pino 2022). Kaikki nämä kolme tasapainon osa-alueita liittyvät toisiinsa monimutkaisten motoristen ja sensoristen prosessien avulla, hyödyntäen kuitenkin kullekin yksilöllisiä neuromekanismeja (Morris ym. 2022).

Liikehallinnalla tarkoitetaan kehon asentojen ja liikkeiden sujuvaa ja tarkoituksenmukaista hallintaa. Liikehallinta voidaan jakaa viiteen osa-alueeseen, joita ovat koordinaatio-, reaktio- ja tasapainokyky, sekä näiden lisäksi liikeaisti- ja suuntautumiskyky. Sujuvaa ja nopeaa liikehallintaa tarvitaan tasapainon säilyttämiseksi esimerkiksi nopeaa suojareaktiota vaativissa tilanteissa. Näin ollen hyvä liikehallinta on edellytys turvalliseen liikkumiseen erityisesti kulkiessa epätasaisessa ja liukkaassa maastossa. (Väyrynen & Saarikoski 2024.) Aivovammakuntoutujien arjen toimintojen, sekä kodin ulkopuolella liikkumisen turvallisuutta voidaan parantaa siis liikehallintaa kehittämällä.

Staattinen tasapaino

Staattisen tasapainon muodolla tarkoitetaan tasapainon säilyttämistä kehon ollessa paikallaan seisossa tai istuessa (Duquette ym. 2022). Asennon ylläpitäminen staattisessa tasapainossa vaatii kehon painopisteen (Centre of Mass, COM) hallintaa asentoa ylläpitävien lihasten aktivoimisella ja aistipalautteen integroimisella samalla, kun tukipinta (Base of Support, BOS) pidetään vakiona. (Morris ym. 2022). Kehon painopisteen (Centre of Pressure, COP) siirtymää pidetään luotettavimpana tuloksena arvioitaessa asennon tasapainon hallintaa staattisissa asennoissa (Rizzato, Paoli, Andretta, Vidorin & Marcolin 2021). Vakiintuneen käsityksen mukaan huomattava osa asennon heilahtelusta seisossa kontrolloidaan staattisen tasapainon aikana nilkkanivelellä, jolloin nilkan vääntömomenttia säädellään passiivisten ja aktiivisten mekanismien avulla. Staattinen tasapaino seisossa vaatii aktiivista hermostollista keskushermoston ohjausta lihasaktiivisuuden mukauttamiseksi, sillä pelkät passiiviset kompensatiomekanismit eivät riitä vakauttamaan vartaloa pystyasennon aikana. (Hill, Wdowski, Rosicka, Kay & Muehlbauer 2023.) Asennon säätely staattisessa tasapainossa tapahtuu pääasiassa aivorungon ja selkärangan hermopiirien avulla. (Rizzato ym. 2021).

Dynaaminen tasapaino

Dynaamisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä ylläpitää tai palauttaa asento liikkeessä, jolloin tahdonalaisesti kehon tukipintaa siirretään ja painopistettä muutetaan. (Duquette ym. 2022.) Tällainen toiminnallinen liikkumiskyky perustuu siihen, että keskushermosto yhdistää ja muuntaa aistitiedon saumattomasti motoriseksi tuotokseksi (D'Silva, Chalise, Obaidat, Rippee & Devos 2021). Toisin kuin staattisessa tasapainossa, dynaaminen tasapaino sisältää tahdonalaisia liikkeitä, jotka muuttavat kehon painopistettä (COM) ja tukipintaa (BOS). Tämä perustuu ennakoivaan suunnitteluun, keskushermoston valmiustilaan sekä aistipalautteeseen tarvittavien korjausliikkeiden tekemiseksi. (Morris ym. 2022). Vaikka staattista ja dynaamista tasapainoa hallitsevat samat rakenteet eli aivokuori, basaaligangliot, pikkuaivot, aivorunko ja selkäydin, vaativat ne näiltä rakenteilta erilaisia ominaisuuksia ja ovat riippuvaisia erilaisista kontrollimekanismeista (Rizzato ym. 2021; Hill

ym. 2023). Näin ollen staattinen ja dynaaminen tasapaino eivät ole suoraan verrattavissa keskenään eikä voida olettaa, että mekaanisten ominaisuuksien ja staattisten tasapainon välillä havaittu yhteys yleistyisi myös dynaamiseen tasapainoon (Hill ym. 2023).

Reaktiivinen tasapaino

Asentokontrolli ja siihen liittyvä reaktiivinen tasapaino kuvastavat mekanismeja, joilla keho hallitsee tasapainoa tilanteissa, joissa tasapaino horjuu tai häiriintyy. Tähän kontrolliin vaikuttaa kehon kyky mukauttaa asentoa lihasaktiivisuuden ja nivelten liikkeiden avulla, jotta tasapaino voidaan joko säilyttää tai palauttaa. Toisin kuin staattisissa tai dynaamisessa tasapainossa, reaktiivisessa tasapainossa kehon painopiste (COM) tai tukipinnan (BOS) liikkeen muutos johtuu ulkoisesta ja tahdosta riippumattomasta voimasta, liikkeestä tai sensorisesta stimulaatiosta. Nämä tahdosta riippumattomat muutokset painopisteessä tai tukipinnassa korjataan nopeilla, aikarajoitetuilla, automaattisilla posturaalisilla vasteilla. Tavoitteena on estää asennon hallinnan menetys joko siirtämällä kehon painopistettä (COM) tai muuttamalla tukipintaa (BOS). Reaktiivisessa tasapainossa keskeistä ovat ennakoimattomuus ja nopea reagointi, sillä aikaa vakauttavien liikkeiden ennakkosuunnittelulle ja palautesuuntautuneelle kontrollille on hyvin vähän, verrattuna staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon (Morris ym. 2022.)

Reaktiivisia reaktioita vaativissa tilanteissa, aistiärsykkeet muuttuvat ennakoimattomasti. Tällöin tasapainon palauttamiseen tähtävien asianmukaisten motoristen reaktioiden odotetaan olevan haastavampia kuin ennakoiduissa olosuhteissa. (Cesar, Buster & Burnfield 2024.) Asentokontrolli osana tasapainoa nousee keskeiseksi, kun trauma vahingoittaa herkkää sensomotorista järjestelmää. Kehon tasapainon ylläpito reaktiivisen asentokontrollin avulla erilaisissa toiminnoissa ja ympäristöissä on yksi kriittisimmistä jokapäiväisen elämän motorisen kontrollin osatekijöistä. Siksi tasapainon harjoittelu ja reaktiivisen tasapainon säilyminen voi näin olla yksi merkittävimmistä neurologisen kuntoutuksen osista, päivittäisten toimintojen itsenäisyyden kannalta. (Carr & Shepherd 2010 173; Cesar ym. 2024.)

3.2 Tasapainon säätelyjärjestelmät

Tasapainoa säätelevät jatkuvasti niin liikkeessä kuin paikallaankin monimutkaiset mekaaniset ja hermostolliset prosessit. Mikään yksittäinen rakenne tai järjestelmä ei ole tasapainoa ylläpitävä. (Zasler ym. 2007, 491.) Tasapainoa ylläpidetään useiden aistiärsykkeiden käynnistämän tapahtumasarjan avulla (Cushing & Brodsky 2019, 20). Tämä tasapainon ylläpito muodostuu useista yhteyksistä sensorisen järjestelmän, tuki- ja liikuntaelimistön sekä keskushermoston välillä (Carr & Sopherd 2010, 165). Tasapainon säätely toimii yleensä tahdosta riippumatta, joten tällöin aivokuoren rooli on pieni. Aivokuoren rooli korostuu tietoisessa tasapainon säätelyssä, johon tarvitaan tarkempaa prosessointia ja päätöksentekoa. Tietoista tasapainon säätelyä varten proprioseptinen informaatio kulkee takasarvesta nousevia ratoja pitkin talamuksen kautta somatosensoriselle aivokuorelle. Tämän informaation avulla aivot saavat lihaksista, jänteistä ja nivelistä tietoa raajojen ja vartalon asennosta ja kehon suhteesta ympäristöön. (Kauranen 2011, 193–194.) Surgent, Dadalko, Pickett ja Travers (2019) nostavat esille talamuksen roolia niin tasapainon säätelyssä, kuin muissakin sensorimotorisissa toiminnoissa. Tutkijoiden mukaan tasapainon heikentyessä niin valkean aineen eheydessä, kuin harmaan aineen määrässä on nähtävissä muutoksia. Talamuksen roolin tärkeyttä tasapainon säätelyssä vahvistavatkin havainnot lisääntyneestä harmaan aineen määrästä henkilöillä, joilla on kehittyneempi tasapaino. (Surgent ym. 2019.)

Hierarkkisesti alemmilla keskushermoston tasoilla kontrolloidaan tahdosta riippumatonta tasapainonsäätelyä. Eri järjestelmistä saapuva sensorinen informaatio ohjautuu keskushermoston eri osiin, ja tasapainon hallinta jakautuu keskushermoston eri rakenteiden kesken. Keskushermoston tehtävät tasapainon säätelyssä ovat sekä ennakoivat, että reagoivat toiminnot. Tasapainon säätelyssä tarvittavia toimintoja ovat asennon säilyttäminen, ennakoiminen ja reagoiminen odottamattomissa tilanteissa. (Kauranen 2011, 190.) Surgent ja muut (2019) ovat osoittaneet pikkuaivojen olevan keskeisessä roolissa tasapainon säätelyssä, sillä heidän katsauksessaan tarkastelemissa tutkimuksissa pikkuaivojen harmaa- ja valkea-aine esiintyivät merkittävinä kuvantamislöydöksissä. Tutkijoiden mukaan harmaan aineen korkeampi tilavuus myös pikkuaivoissa liittyi yleensä parempaan tasapainoon. (Surgent ym. 2019.)

Pikkuaivojen tehtävänä on säädellä lihastonusta ja ohjata stabiloivien lihasten toimintaa. Perifeerisiltä alueilta pikkuaivot saavat jatkuvasti informaatiota ja sensorista palautetta lihasten ja nivelten

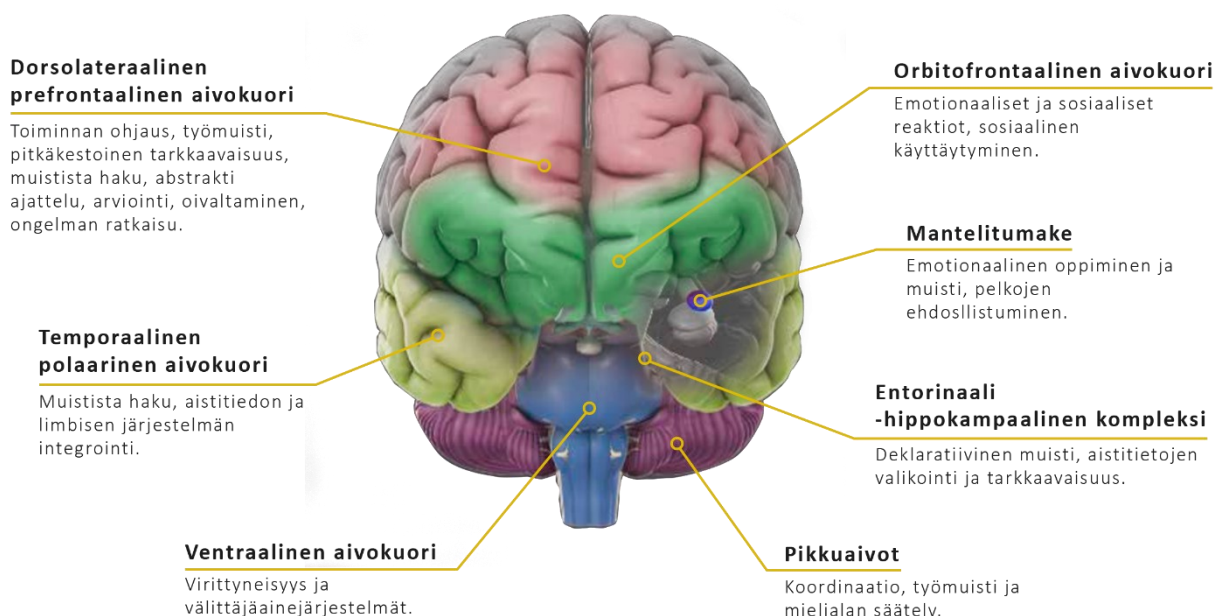
toiminnasta. Saapuvan informaation ja palautteen perusteella pikkuaivot ohjaavat liikkeen aikana lihasten toiminnan ajoitusta ja näin ollen huolehtivat liikkeiden hienosäädöstä ja tasapainosta. Pikkuaivojen lihastonuksen säätelyä varten Golgin jänne-elimen ja lihassukkuloiden palautejärjestelmän impulssit kulkevat dorsaalista spinocerebellaarista nousevaa hermorataa pitkin pikkuaivoihin, aivorunkoon ja jopa aivokuorelle asti. Ylemmille aivoalueille viestit kulkevat pikkuaivoista aivorungon retikulaaritumakkeiden kautta. Primaariselta motoriselta aivokuorelta tulevaan motoriseen käskyyn pikkuaivot lisäävät sensorisen palautteen niin visuaalisesta-, kuin vestibulaarisesta-, että proprioseptiojärjestelmästä. Fastigaalinen tumake on pikkuaivojen yhteyspaikka, jonka kautta motoriset alueet isoissa aivoissa saavat tietoa jo ennakkoon tarvittavaan liikkeiden säätöön ja lihasten aktivoimiseen. Pikkuaivojen alaosaan flokkunodulaarilohkoon tulee tasapainotumakkeista saapuvia hermoratoja. Tämän lisäksi hermoratoja pikkuaivoihin tulee myös suoraan selkäytimestä. (Kauranen 2011, 192–193.)

Tasapainon säätelyssä aivorunko toimii pikkuaivoja alemmalla tasolla, vaikka anatomisesti nämä sijaitsevatkin samassa tasossa. Aivorungon tehtävänä on säädellä lihastonusta, ohjata lihassynergioita sekä käsitellä tasapainoelimestä saapuvaa tietoa ja välittää sitä muille aivoalueille. Aivorungossa sijaitsevien tasapainotumakkeiden tehtävänä on vastaanottaa sisäkorvan tasapainoelimestä saapuvia hermoimpulsseja. Nämä impulssit kulkevat kahdeksatta aivohermoa pitkin. (Kauranen 2011, 192.) Vestibulaarista tietoa käsitellään primaaristi aivorungossa tämän lisäksi vestibulaarisia yhteyksiä on talamukseen, vestibulariseen aivokuoreen sekä aivoverkoston (Wallace & Lifshitz 2016).

Tasapainoelimen lisäksi tasapainotumakkeisiin informaatiota saapuu keskushermoston muista osista, kuten pikkuaivoista sekä näköaivokuorelta että somatosensoriselta aivokuorelta. Tasapainotumakkeet vastaanottavat tietoa pikkuaivoista vestibuloberebellaariratojen välityksellä. Pikkuaivot välittävät erityisesti Deitersin-tasapainotumakkeeseen rauhoittavia hermoimpulsseja. Deitersin-tumake puolestaan huolehtii kiihdyttävien impulssien avulla ojentajalihasten lihastonuksen ylläpitämisestä. Niskan ojentajalihaksia kontrolloivat Deitersin-tumakkeista selkäyttimeen kulkeva lateraalinen vestibulospinaalinen rata ja pikkuaivoista selkäyttimeen kulkeva mediaalinen vestibulospinaalinen rata. Tasapainotumakkeet käsittelevät ja yhdistelevät saapuvia hermoimpulsseja

ja välittävät ne edelleen muihin aivoalueisiin. Vestibulospinaalinen hermorata lähtee tasapainotumakkeista ja sen tehtävänä on hermoimpulssien välittäminen alempiin motoneuroneihin, jotka säätelevät alaraajojen lihastoimintoja. (Kauranen 2011, 192–193.)

Tyvitumakkeet eli basaaligangliot aktivoituvat jo ennen motorisen toiminnan alkamista. Ne ohjaavat ja suunnittelevat taustalla tapahtuvaa tiedostamatonta liikettä ja toimintaa. Näin ollen tyvitumakkeiden rooli korostuu äkillisissä ja ennakoimattomissa tasapainon horjahduksissa. Taustalla tapahtuvan valmistelutoiminnan avulla tyvitumakkeet tuottavat nopeita tasapainottavia liikkeitä. Tahdonalaisen liikkeen mahdollistamiseksi on tyvitumakkeiden säädeltävä lihastonusta ja posturaalista aktivaatiota. (Kauranen 2011, 192–193.) Surgentin ja muiden (2019) tekemän katsauksen mukaan tyvitumakkeiden pienentynyt koko ja valkoisen aineen muutokset liittyivät huonompaan tasapainoon. Tyvitumakkeiden harmaanaineen tilavuuden kasvu liittyi yleensä harjoittelun myötä tapahtuneeseen tasapainon kehittymiseen (Surgent ym. s 2019.) Tasapainosäätelyn lisäksi eri aivoalueet vastaavat monista kognitiivisista, psykososiaalisista ja fyysistä toiminnoista. Alla olevassa kuviossa 1 kerrottuna näistä toiminnoista vastaavat aivoalueet.

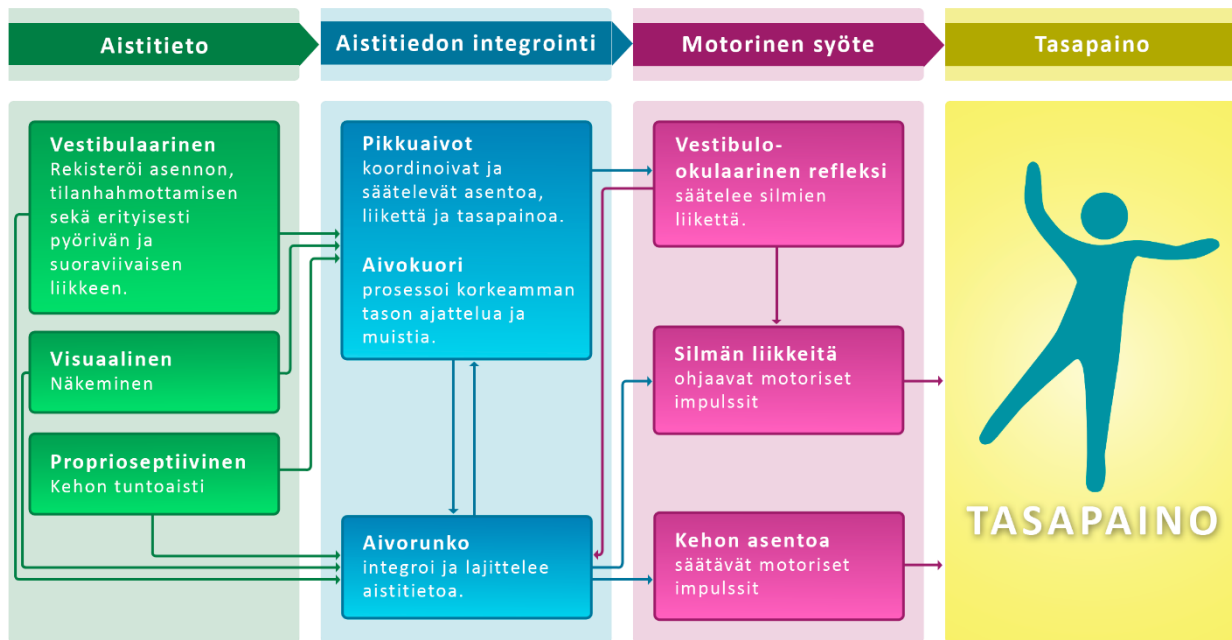


Kuvio 1. Aivoalueiden pääasialiset tehtävät, mukailen McAllister 2011

Sensorinen järjestelmä, johon kuuluvat vestibulaarinen-, visuaalinen- ja proprioseptiivinen havainnointi ja säätely, tuottavat tietoa siitä, miten ja missä keho sijaitsee suhteessa ympäristöön, sekä onko keho liikkeessä vai paikallaan. Vestibulaarijärjestelmä antaa tietoa liikkeestä ja pään asennosta suhteessa painovoimaan. Proprioseptiivinen järjestelmä, joka koostuu lihasten, nivelten ja ihon kosketus- ja painetuntoreseptoreista, antaa tietoa lihasten ja nivelten toiminnasta, kuten lihasten pituudesta ja voimantuotosta, kehon asennosta sekä ympäristön olosuhteista, kuten alustan muodosta. Se välittää myös tietoa kehon liikkeistä suhteessa tukipintaan sekä kehon osien liikkeistä ja asennoista suhteessa toisiinsa. Plantaarisen ihon, eli jalkapohjan mekanoreseptorit ovat osoittautuneet olevan merkittävässä roolissa tasapainon säätelyssä silloin, kun jalat muodostavat keskeisen tukipinnan alustaan. Jalkojen lihasten proprioseptorit sekä jalkapohjien ihon mekanoreseptorit välittävät tietoa alustaan kohdistuvasta kuormituksesta. Visuaalinen järjestelmä tarjoaa tietoa siitä, missä olemme suhteessa ympäristöömme, tulkiten sitä kokemuksen valossa. Herkkyys visuaalisen tiedon havaitsemiselle on erityisen tärkeää tasapainon ylläpitämisessä kävellessä, sillä se määrittää suhteen kehon ja ympäristön välillä. (Carr & Sepherd 2010, 165.)

Vestibulaarisesta, visuaalisesta ja proprioseptiivisesta järjestelmästä saadut aistimukset ohjautuvat vestibulaarijärjestelmään sekä pikkuaivoihin käsiteltäväksi ja arvioitaviksi. Vastaten näihin aistihermojen tuomiin viesteihin, vestibulaarijärjestelmä luo suoria ja nopeita välittäviä liikehermoyhteyksiä silmiä, kaulaa ja selkäytimen kautta koko kehoa ohjaaviin lihaksiin. Näitä reittejä pitkin voidaan motorisin käskyin hallita niin silmien, pään kuin muun vartalon liikkeitä tasapainon säilyttämiseksi. Nämä neuromotoriset yhteydet stimuloivat kolmea vestibulaarista refleksiä, vestibulo-okulaarista, vestibulospinaalista ja vestibulokollista, jotka mahdollistavat tasapainon ylläpitämisen. Vestibulo-okulaarisen refleksin tarkoituksena on vakauttaa katsetta ja säilyttää selkeä näköaistimus, kun keho tai pää ovat liikkeessä. (Cushing & Brodsky 2019, 20.) Tämä silmän kompensoiva ja refleksinomainen liike on vastakkainen kiihtyvyyden suuntaan nähden (Zasler ym. 2007, 492). Vestibulospinaalinen refleksi puolestaan kontrolloi ja vakauttaa koko kehon asentoa ylläpitääkseen tasapainoa. Riippumatta siitä, onko keho paikallaan vai liikkeessä, näkö- ja tasapainoelimistöön saapuvat jatkuvat signaalit havaitsevat kehon suunnan ja suhteen painovoimaan. Nämä syötteet yhdistyvät ihon kosketusreseptoreihin sekä kehon muihin proprioseptoreihin, jotka havaitsevat, miten keho on kosketuksissa ympäristöön. Näiden aistitietojen summa tuottaa tarvittavat ärsykkeet vestibulospinaalisen refleksin synnyttämiseksi. Vestibulokoliittisella refleksillä on sen sijaan

tärkeä rooli näön vakauttamisessa, sillä se kompensoi ja vakauttaa pään liikkeitä, kun keho on liikkeessä. (Cushing & Brodsky 2019, 17; 20; 21–22.) Alla olevassa kuviossa 2 on eritelty sensomotorisen toiminta tasapainossa.



Kuvio 2. Tasapainon sensomotorinen järjestelmä, mukailen Watson, Black & Crowson n.d.

3.3 Tasapainohäiriöt aivovamman jälkeen

Aiemmista tutkimuksista tiedetään, että monet aivovamman saaneet henkilöt havaitsevat usein juuri tasapainoon ja kävelyyn liittyviä muutoksia aivovamman jälkeen. Esimerkiksi Joycen, Debertin, Chevignardin, Sorekin, Katz-Leurerin, Gagnonin & Schneiderin (2022) esiin nostamassa pitkäaikaisseurannan tutkimuksessa, vakavan aivovamman saaneet henkilöt ovat vielä kahdeksan vuoden jälkeen raportoineet heikentyneestä tasapainosta (Joyce ym. 2022). Keskivaikeasta tai vaikeasta aivovammasta toipuvista potilaista, suurimmalla osalla esiintyy tasapainovaikeuksia. Vamman jälkeen kuluneen vuoden aikana 24 %:lla potilaista on edelleen vaikeuksia seisomatasapainossa. (Aivovammat 2023.) Tällaista tulosta tukevat myös Tefertiller ja muut (2019) toteamalla, että kuntoutuksesta huolimatta, tasapainon heikkeneminen voi jatkua vielä pitkäänkin aivovamman kroonisessa vaiheessa (Tefertiller ym. 2019). Aivokuoren rakenteiden vammat voivat häiritä aisti-

ja liikehermoratojen kautta kulkevan tiedon integrointia ja tästä johtuva heikentynyt motorinen kontrolli voi johtaa kävelyn poikkeavuuksiin ja aiheuttaa suuren kaatumisriskin (Cesar, Buster & Burnfield 2024). Tämän kannalta on huomionarvoista, että tasapainon heikkeneminen voi vaikuttaa kielteisesti fyysiseen toimintakykyyn, itsenäisyyteen ja elämänlaatuun, lisätä kaatumisriskiä ja sitä kautta uusia vammoja sekä rajoittaa sosiaalista osallisuutta (Tefertiller ym. 2019). Pään kohdistuneen vamman seurauksena muuttuvilla vestibulaarisen järjestelmän syötteillä on merkittäviä seurauksia tasapainon hallintaan ja katseen vakauttamiseen (Lacour, Helmchen & Vidal 2016). Tasapainohäiriöt aivovammojen jälkitiloissa, ovat siis merkittäviä oireita vielä pitkänkin toipumisajan jälkeen.

Syyt tasapainon heikkenemiselle voivat olla seurausta siitä, että visuaalisten, vestibulaaristen ja proprioseptiivisten järjestelmien toiminta on häiriintynyt, tai niiden hankkimaa aistitietoa ei kyetä yhdessä hyödyntämään (Joyce ym. 2022). Toisaalta on hyvä erotella, että kunkin aistijärjestelmän häiriintyminen ei ole suoraviivainen seuraus tasapainohäiriölle, eivätkä järjestelmät ole toisiinsa yksioikoisesti yhteydessä. Esimerkiksi lievän aivovamman saaneiden keskuudessa ne, jotka raportoivat tasapainon heikentymisestä, eivät välttämättä kärsi vestibulaarisen järjestelmän häiriintymistä. Toisaalta ne, joilla sama järjestelmä on jo häiriintynyt, eivät raportoi samassa suhteessa visuaalisen järjestelmän häiriintymisestä. Finon, Dibblen, Wilden, Finon, Johnsonin, Cortezin, Hansenin, van der Veenin, Skopin, Wernerin, Taten, Levinin, Pughin & Walkerin (2022) mukaan voikin siis olla, että normaalin ja epänormaalin aistijärjestelmän vaihtelut ja näiden yhdistelmät johtuisivat erilaisista, sensorisista fenotyypeistä, joissa esimerkiksi yksi järjestelmä voi olla dominoivampi ja toinen heikentyneempi (Fino ym. 2022). Tämä näkemys tukee käsitystä siitä, että tasapainon häiriintyminen aivovamman jälkeen ei johtuisi ainoastaan yhden aistimekanismin heikentymisestä tai aivovammasta sellaisenaan, vaan lopulliseen tasapainoheikkouteen vaikuttavat enemmän yksilölliset ja monimutkaisemmat neurologiset yhteydet. On siis todennäköistä, että eri järjestelmistä saapuvat aistitiedot integroituvat ja koordinoituvat tehtävän kannalta merkityksellisellä tavalla, joka riippuu vallitsevasta ympäristöstä (Carr & Shepherd 2010, 165.)

Oireiden luonne vaihtelee vaurion sijainnin mukaan keskushermostossa. Aivorunkoon ja/tai pikkuaivoihin kohdistuvat suorat iskut ja vammat, aiheuttavat epätasapainoa seisoessa ja kävellessä, satunnaisia huimausoireita sekä silmän liikehäiriöitä. Näiden keskushermoston vaurioiden suorien

vaikutusten lisäksi, edellä mainituilla voi olla myös epäsuoria vaikutuksia. Potilailla, joilla on yhdessä keskushermoston vaurioiden kanssa perifeerisiä vaurioita, aivorungon ja/tai pikkuaivojen vaurio ei välttämättä aiheuta suoria huimauksen tai epätasapainon oireita, mutta voikin häiritä keskushermoston luonnollista kompensatioprosessia. (Zasler ym. 2007, 496.) Kuvantamistutkimukset ovat osoittaneet, että terveillä henkilöillä kävelyyn ja asennonhallintaan dynaamisen tasapainon näkökulmasta osallistuvat pikkuaivot, basaaligangliot ja motorinen aivokuori. Vauriot näillä alueilla ja niiden aivopuoliskojen välisissä yhteyksissä ovat osatekijöinä kävelyn ja tasapainon häiriöissä. (Joubran, Bar-Haim & Shmuelof 2022.)

Tasapainon hallinta on riippuvainen myös muista järjestelmistä. Vamman kohdistuessa päähän, voi Rown ja muiden (2019) mukaisesti vaurio ulottua myös muille tasapainolle merkityksellisille aivoalueille, kuten motoriselle aivokuorelle. Tällöin myös asennon tahdonalainen hallinta voi olla vaarassa häiriintyä. (Row, Chan, Damiano, Shenouda, Collins & Zampieri 2019.) Tasapainon eri osaluoksiin, kuten juuri asennon ylläpitämiseen, liittyvät monimutkaiset vuorovaikutussuhteet motoristen ja sensoristen prosessien välillä, vaikkakin niillä on myös omat, ainutlaatuiset neuromekaaniset vaatimuksensa (Morris ym. 2022). Fino ja muut (2022) antavat esimerkin seisomatasapainon ylläpitämisestä, jossa tasapainon säilyttämiseksi aivoilta vaaditaan kykyä yhdistellä aistitietoa sensorisista aistijärjestelmistä ja näiden hyödyntämistä motoristen muutosten tekemiseksi asennon säilyttämistä varten. Aistitiedon ja motoristen muutosten joustava vaihtelu mahdollistaa sen, että muiden aistijärjestelmien heikentyessä, aivot pystyvät kuitenkin painottamaan saavutettavaa aistitietoa muista järjestelmistä, ja tällä tavoin kompensoimaan heikkouksia. (Fino ym. 2022.) Monimutkaiset sensoristen ja motoristen prosessien yhteydet eri aivoalueiden välillä selittänevät myös sen, miksi päähän kohdistuneen vamman seurauksena vaikutukset tasapainoon voivat olla niin moniulotteisia.

Aivovamman seurauksena tullut kortikaalisen kerroksen tai aksonien vaurio voi häiritä niin aivojen valkoisen aineen rakenteellista eheyttä kuin myös aivoalueiden toiminnallista yhteyttä. Nykyisen tietämyksen mukaan on viitteitä siitä, että aivovamma voi aiheuttaa sekä fokaalisia eli yhden aivoalueen kattavia vammoja, että diffuuseja aksonivaurioita, aiheuttaen laajoja aivoverkkojen katkoksia. Diffuusisen aksonivaurion vuoksi syntynyt valkoisen aineen rakenteen vaurio, voi häiritä aivoverkoston globaalia toimintaa ja täten myös motorista vastetta. Vauriot ovat kuitenkin harvoin

nähtävissä tietokonetomografiassa ja tavanomaisessa MRI-kuvauksessa. Sen lisäksi, valkoisen aineen vaurioiden arvioimiseen ei ole saatavilla monia menetelmiä. (Shenoy Handiru ym. 2021.)

Kaikki asentokontrolliin kohdistuneet häiriöt keskushermoston vaurioitumisen seurauksena vaarantavat myös kyvyn asennon vakauttamiseen. Tasapainoon ja liikkuvuuteen vaikuttaviin, fyysisten toimintojen häiriöihin kuuluvat lihasvoiman, -energian ja -kestävyyden heikkeneminen, heikentynyt koordinaatio, aisti- ja havaintoprosessien häiriöt ja kognitiiviset toimintahäiriöt. Kaikki nämä heikentymät aivovamman vuoksi lisäävät kaatumisten riskiä ja määrää. Motoriseen kontrolliin vaikuttaviin ja heikentyneen tasapainon taustalla oleviin häiriöihin voi liittyä motoneuronien aktivoitumisnopeuden ja -frekvenssin väheneminen, eli toisin sanoen lihasvoiman heikkeneminen sekä lihasaktivaatioiden huono ajoitus, jolloin koordinaatio on heikkoa. (Carr & Shepherd 2010, 173–174.)

Aivoja koskevan graafiteorian mukaan voidaan olettaa, että asentokontrollin häiriötilanteessa aivojen eri osat suorittavat samanaikaisesti erillisiä ja toiminnallisia tehtäviä. Näihin tehtäviin kuuluu visuaalissensorisen syötteen käsittely, häiriön kompensoimiseen liittyvän vasteen suunnittelu ja motorisen vasteen toteuttaminen. Samalla aivojen osien välillä ylläpidetään jatkuvaa ja integroivaa tiedonvaihtoa, jotta koordinoitua ja oikea-aikaisia vasteita voidaan luoda. Monissa aiemmissä tutkimuksissa on keskitytty vain terveisiin yksilöihin, joten johtopäätökset näistä eivät anna täydellistä tietoa tasapainohäiriöistä kliinisissä väestöryhmissä, kuten aivovammapotilaiden keskuudesta. (Shenoy ym. 2021.)

Visuaalinen-, somatosensorinen ja vestibulaarinen järjestelmä ovat vastuussa asennon säilymisestä sekä dynaamisesta tasapainosta (Heick & Alkathiry 2024). Asentokontrolliin liittyvät laboratorio- ja kliiniset kokeet antavat tietoa siitä, mitkä aisti- ja liikehäiriöt aivovammakuntoutujalla voivat vaikuttaa asennon epävakauteen (Carr & Shepherd 2010, 173). Ei ole kuitenkaan olemassa mitään merkkitestä, jolla voitaisiin mitata kaikkia tasapainon osa-alueita kerralla. Kuitenkin 6–10 metrin kävelytesti, 6 minuutin kävelytesti, step-testi, toistuva istumasta seisomaannousu -testi, ajastettu ylösnousu- ja kävelytesti (Timed up-and-go -testi) sekä Bergin tasapainotesti ovat yksinkertaisia ja luotettavia mittaamaan liikkuvuuden, kestävyyden ja tasapainon osa-alueita tehtä-

väsuorituksen aikana. (Carr & Shepherd 2010, 174.) Berg ja muut (1992) ovat havainneet, että Bergin tasapainotesti korreloi tasapainon toiminnallisten mittausten, kuten Timed up-and-go -testin kanssa, toisin kuin laboratorioissa mitattujen, kontrolloidumpien testien kanssa (Shenoy Handirun ym. 2021).

4 Harjoittelu ja kuntoutus aivovamman jälkeen

Tasapainon vahvistumista tapahtuu arkisten motoristen toimintojen aikana. Tämän lisäksi tasapainon tarkoituksenmukaiselle harjoittelulle on tarvetta, kun esimerkiksi halutaan ennaltaehkäistä kaatumista (Carr & Shepherd 2010, 175; Lesinski, Hortobágyi, Muehlbauer, Gollhofer & Granacher 2015.) Lesinskin ja muiden (2015) mukaan tasapainoharjoittelu parantaa niin staattista, dynaamista, että reaktiivista tasapainoa (Lesinski ym. 2015). Tasapainon lisäksi liikehallinta vahvistuu säännöllisen ja monipuolisen harjoittelun avulla. Monipuolisen harjoittelun tulisi sisältää liikenepeuden vaihtelua sekä raajojen että kehon koordinaation harjoittamista. Harjoitteluohjelmassa tulisi olla sekä dynaamisia että staattisia harjoitteita. Aktiivisen harjoittelun myötä tasapainon kehittyminen tapahtuu motorisen oppimisen kautta. (Väyrynen & Saarikoski 2024.) UKK-instituutin aikuisille suunnatuissa liikkumisen suosituksissa suositellaan, että liikehallintaa ja tasapainoa tulisi harjoitella säännöllisesti vähintään kaksi kertaa viikossa (Aikuisten liikkumisen suositus 2019). Myös Muehlbauer, Grundmann, Vorkamp ja Schedler (2022) ovat tutkimuksessaan todenneet, että kaksi kertaa viikossa tapahtuva staattisia ja dynaamisia tasapainoharjoitteita sisältävä harjoittelu kehittää tasapainoa nuorilla miehillä (Muehlbauer ym. 2022). Toisaalta Lesinski ja muut (2015) ovat katsauksessaan todenneet, että kolme kertaa viikossa tapahtuva tasapainoharjoittelu on vaikuttavaa kaiken ikäisillä. (Lesinski ym. 2015). Näin ollen aivovammakuntoutujillekin voidaan suositella tasapainoharjoittelua kahdesta kolmeen kertaa viikossa.

Lesinskin ja muiden (2015) katsauksen mukaan monet eri tasapainoharjoitteluohjelmat ovat vaikuttavia tasapainon kehittymisessä, vaikka harjoitusohjelman sisällöissä, harjoitusjakson kestoissa, tiheydessä ja harjoitusmäärissä on ollut vaihtelua. Tutkijat nostavat esiin, että katsauksessa mukana olleiden tutkimusten perusteella ei voida määritellä yksittäiseen harjoitukseen tarkkoja sarjaita tai toistomääriä. (Lesinski ym. 2015.) Sherrington, Tiedemann, Fairhall, Close, ja Lord (2011) toteavat, että tasapainoharjoittelussa tulisi pyrkiä haastamaan tasapainoa kolmella tavalla. Näitä kei-

noja ovat tukipinnan kaventaminen, kehon painopisteen muuttaminen painonsiirroilla sekä yläraajan tuen minimoiminen tai tuen poisjättäminen kokonaan. On kuitenkin tärkeä huomioida harjoittelun turvallisuus, niin että kaatumisriski huomioidaan harjoittelun suunnittelussa. Joko kotona tai ryhmässä toteutettu harjoittelu on kaatumisen ennaltaehkäisyn näkökannalta vaikuttavaa. (Sherington ym. 2011.)

Okubon, Schoenen ja Lordin (2017) tulokset osoittavat, että reaktiiviset ja tahdonalaiset askelharjoitukset voivat ehkäistä kaatumisia noin 50 % iäkkäillä aikuisilla. Tämä selittyy todennäköisesti reaktioajan, kävelyn, ja tasapainon parantumisella, mutta ei voiman parantumisella. Askelharjoittelun suurempi kaatumisia vähentävä vaikutus verrattuna yleiseen harjoitteluun saattaa selittyä suuremmalla tehtäväspesifisyydellä eli sillä, että tällöin harjoitellaan tai muokataan suoremmin niitä neuropsykologisia ja sensomotorisia taitoja, joita kaatumisten välttäminen edellyttää. Kaatumisissa ja liukastumisissa tarvitaan nopeaa astumista eteen-, taakse- tai sivusuuntaan. Toistuvat tehtäväspesifit harjoitukset voivat näin tuottaa ja tallentaa motorisia malleja, joita voidaan hyödyntää, kun havaitaan ennakoitavia tai reaktiivisuutta vaativia, asentoa horjuttavia tilanteita. (Okubo ym. 2017.)

Tasapainon palautusreaktiot, kuten nilkkojen tai lonkkien liike, askeleen ottaminen tai kädensijasta tarttuminen tulee toteuttaa nopeasti, jotta estetään kaatuminen. Henkilöillä, joiden tasapainon hallinta on heikentynyt ja joiden kaatumisriski on suurentunut, on usein vaikeuksia hallita näitä tasapainon palautumisreaktioita. Koska kaikilla liikkujilla on riski kokea tasapainon menetys jokapäiväisessä elämässä, tasapainon palautumisreaktioiden hallinnan parantamiseen tähtäävä harjoittelu voi olla tehokas keino ehkäistä kaatumisia ja näin myös uusia vammoja (Mansfield, Wong, Bryce, Knorr & Patterson 2011.) Kaatumisriskin pieneneminen on merkityksellistä, sillä Suomessa joka toinen kaatuminen aiheuttaa jonkinasteista vammautumista. Vakavampia vammoja ovat esimerkiksi päänvammat ja luunmurtumat. Tasapainoharjoittelun avulla voidaan kaatumisen riskiä madaltaa, sillä kaatumisen sisäisiä riskitekijöitä ovat tasapaino- ja kävelyvaikeudet. (Havulinna ym. 2017.)

Aivovammasta johtuviin neurologisiin oireisiin vastaava kuntoutus seuraa pitkälti samoja periaatteita, kuin aivohalvauksen jälkeinen kuntoutus. Kävelyä harjoitellaan siinä vaiheessa, kun potilas

kykenee pystyasennossa hallitsemaan kehoaan riittävästi, säilyttäen tasapainonsa vakaana. Pystyasennossa harjoittelua ja liikkumista voivat kuitenkin rajoittaa muut oireet, kuten eri syistä johtuvat tasapainovaikeudet tai halvaus. Tällöin liikkumisen tukena voidaan käyttää erilaisia tukevia apuvälineitä, kuten kävelytelinettä tai pyörätuolia. (Palomäki ym. 2015). Alkuvaiheessa kuntoutuksen tavoitteena on aktivoida tai palauttaa menetettyjä toimintoja. (Aivovammat 2023). Myöhemmässä vaiheessa kuntoutus voi keskittyä tarvittaessa myös korvaavien toimintojen vahvistamiseen ja harjoitteluun. Toipuminen vamman jälkeen ajoittuu ensimmäiseen puoleen vuoteen, jonka jälkeen toipuminen hidastuu. Yli vuoden jatkuneet oireet ovat todennäköisesti pysyviä tai ne voivat liittyä sekundaarisiin tekijöihin. Pysyvää aivovamman jälkeistä haitta-astetta tulisi määrittää vasta kahden vuoden jälkeen vammautumisesta. (Ylinen ym. 2024, 292–294.)

Fysioterapia on osa monialaista aivovammakuntoutusta. Tutkimustietoa on vielä niukasti niin fysioterapian vaikuttavuudesta, kuin toteuttamistavoista aivovammakuntoutuksessa. (Aivovamma 2023.) Fysioterapia on yleisten kuntoutusmenetelmien soveltamista oirekuvan mukaisesti, kuten esimerkiksi aivoverenkiertohäiriön tai selkäydinvamman jälkeen. Fysioterapian merkitys kuntoutuksessa korostuu erityisesti silloin, kun aivovammaan liittyy laaja-alaisia tasapainoahaasteita tai motoriikan häiriöitä, kuten hitautta, jäähmyyttä, rytmikykyhäiriöitä, samanaikaistamisen ongelmia, koordinaatiovaikeuksia ja käsi-jalkayhteistyön ongelmia. Usein tällaiset ongelmat syntyvät diffuusion aksonivaurion seurauksena. Fysioterapiaan voi sisältyä myös liikkumisen apuvälineiden arviointia ja ohjausta. (Aivovamma 2023; Ylinen ym. 2024, 292.) Fysioterapiassa keskeisin menetelmä on terapeutin harjoittelu, sillä fyysisen harjoittelun vaikuttavuudesta on vahvin näyttö. Terapeutin harjoittelu voi sisältää sekä toiminnallista harjoittelua, että spesifejä liikkeitä. Terapeutin harjoittelun avulla pyritään vahvistamaan yksilön toimintakykyä fyysisten ja kognitiivisten ominaisuuksien harjoittamisella. Vamman jälkeen taitojen palautuminen vaatii spesifistä ja intensiivistä harjoittelua ammattitaitoisessa ohjauksessa. (Arokoski, Heinonen & Ylinen 2024, 472.) Kuntoutusta vaikeuttaa niin diagnosoinnin vaikeus, kuntoutustarpeen aliarviointi kuin myös tarkoituksemukaisten kuntoutuspalveluiden puute. Viime vuosina on kertynyt yhä enemmän todisteita siitä, että aivovammapotilaat hyötyvät merkittävästi kuntoutuksesta. Hyötyä on havaittu myös tapauksissa, joissa potilas on aloittanut systemaattisen kuntoutuksen vasta useita vuosia vamman saamisen jälkeen. (Palomäki ym. 2015).

5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoitus oli tiedon kokoaminen aivovammasta, sen aiheuttamasta tasapainon heikentymisestä ja vahvistamisesta aivovamman kroonisessa vaiheessa. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota Kehitä tasapainoasi -opas, johon tutkimuksellisen kehittämistyön ja sen osana olevan kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla koottiin tutkittuja, aivovamman tasapainohaasteisiin vastavia harjoitteita, visuaaliseen ja selkokieleiseen muotoon aivovammakuntoutujille. Opas luovutettiin kokonaisuudessaan digitaalisena PDF-tiedostona, josta toimeksiantaja Keski-Suomen aivovammayhdistys voi tulostaa ja jakaa aivovammakuntoutujien käytettäväksi A4 kokoisia oppaita.

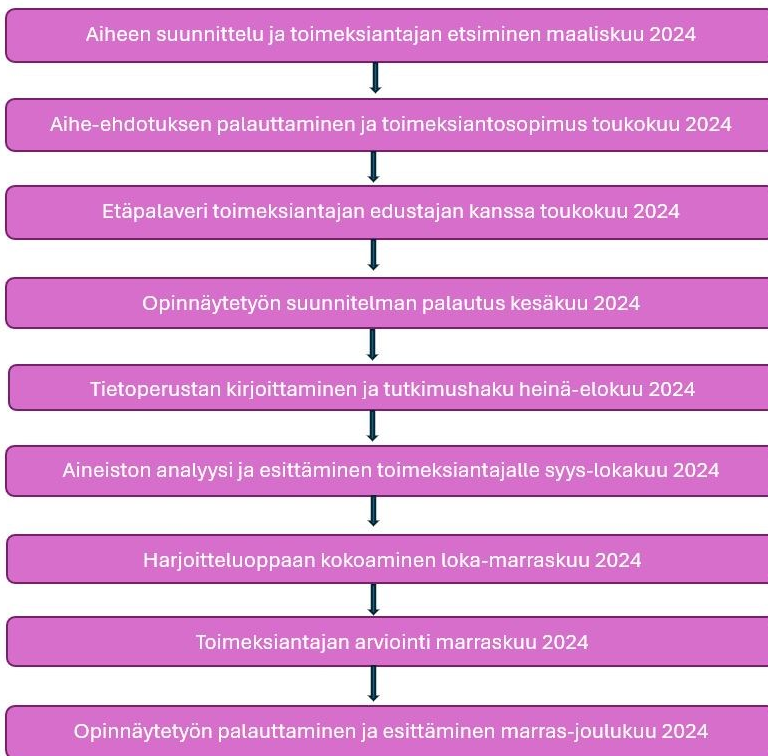
Aivovamman kroonisessa vaiheessa omatoimisen harjoittelun ja arkikuntoutuksen merkitys korostuu. Oppaan avulla aivovammakuntoutujille voitiin tarjota entistä enemmän tukea tasapainohaasteiden omatoimiseen kuntoutuksen. Opinnäytetyön aiheen suunnitteluvaiheessa todettiin, että aivovammaan ja tasapainoon liittyviä opinnäytetöitä ja tutkimuksia on jo toteutettu. Erityisesti tutkittuun tietoon perustuvia aivovamman krooniseen vaiheeseen liittyviä harjoitteluoppaita tasapainovaikeuksien kuntoutukseen ei kuitenkaan löydetty. Tämä havainto vahvisti tarvetta saada ajankohtaiseen tutkimustietoon perustuvaa tietoa kroonisen aivovamman tasapainohaasteisiin vaikuttavista tekijöistä. Jotta ajankohtaista tutkimustietoa voitaisiin hyödyntää käytännössä ja kuntoutujien arjessa, päätettiin opinnäytetyö toteuttaa tutkimuksellisenä kehittämistoimintana. Aivovammakuntoutujien lisäksi, kaikki kuntoutusalan ammattilaiset voisivat hyödyntää työssään konkreettista opasta kannustaessaan ja ohjatessaan aivovammakuntoutujien aktiivista omatoimista harjoittelua.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset olivat: 1) Millaiset tasapainon osa-alueet ovat erityisesti heikentyneet kuntoutujilla, joilla on krooninen aivovamma? 2) Millaiset harjoitteet ovat hyödyllisiä kroonisen aivovamman tasapainohäiriöiden hoidossa? 3) Minkälainen opas täyttää selkokieleisyyden vaatimukset lähteisiin nojaten? Kehittämistyön osana olevan kirjallisuuskatsauksen avulla pyrittiin vastaamaan ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen. Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastattiin muihin kuin kirjallisuuskatsauksen lähteisiin nojaten.

6 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyötä toteutettiin aikavälillä maaliskuu 2024 – marraskuu 2024. Opinnäytetyön toteuttaminen alkoi kiinnostuksen kohdentumisella neurologisiin aihepiireihin sekä mahdollisen toimeksiantajan etsimisellä. Toimeksiantajan löytymisen myötä myös opinnäytetyön lopullinen aihe varmistui, sillä aihe-ehdotus kumpusi alun perin toimeksiantajalta. Opinnäytetyön suunnitelma rakentui alkukesän 2024 aikana, ja teoriaosuus valmistui kesän aikana. Elo – lokakuussa valmistui tiedonhaku sekä kuvaileva kirjallisuuskatsaus, joiden lopputuloksena syntyi opas marraskuussa 2024.

Opinnäytetyön prosessi lähti liikkeelle toimeksiantajan ja aiheen valinnan myötä aihe-ehdotuksella, tavoitteiden ja tutkimuskysymysten asettamisella sekä aiheeseen tutustumisella. Opinnäytetyön eteneminen tuli suunnitella huolellisesti, jotta aihetta pohjaavan teoriaosuuden rakentaminen saatiin käynnistettyä. Suunnitelmavaiheessa myös päätettiin opinnäytetyön lopputuloksesta, eli kehittämistyöstä, jonka pohjana kirjallisuuskatsausta tultiin hyödyntämään. Teoriaosuuden jälkeen siirryttiin vaiheittain tiedonhakuun, katsaukseen, sisältöanalyysiin ja lopulta oppaan luomiseen. Opinnäytetyön vaiheet ovat kuvattuna tarkemmin kuviossa 3.



Kuvio 3. Opinnäytetyön vaiheet

6.1 Tutkimuksellinen kehittämistyö

Opinnäytetyö oli tutkimuksellinen kehittämistyö, jonka osana käytettiin kuvailevaa kirjallisuuskatsausta, josta tarkemmin määriteltynä integroivaa kirjallisuuskatsausta. Opinnäytetyön pääpaino, tavoite ja lopputulos oli tutkimuksellinen kehittämistyö, jonka osana kuvaileva kirjallisuuskatsaus toimi tukevana menetelmänä. Kehittämistoiminnalla on aina tavoite ja kohde. Kehityksellä pyritään tavoitteellisesti luomaan muutosta havaittuun nykytilanteeseen tai ongelmaan ja kehittämistoiminnan tutkimusmenetelmien valinta riippuu tavoitellusta vastauksesta tähän havaittuun tutkimuskysymykseen tai ongelmaan. Puhuttaessa tutkimuksellisesta kehittämistoiminnasta, yhdistetään konkreettinen kehittämistoiminta ja tutkimuksia hyödyntävä lähestymistapa. Tutkimuksellisesta kehittämistoiminnassa tiedon tuottamista ohjaavat käytännöstä nousevat ongelmat ja kysymykset. Vaikka pääpaino keskittyykin kehittämistoimintaan, hyödynnetään siinä tutkimuksellisia periaatteita. Tutkimuksellisen kehittämistoiminnan tavoitteena on konkreettinen muutos, jonka rinnalla pyritään samanaikaisesti tuottamaan perusteltua tietoa. (Toikko & Rantanen 2009, 16, 18–20, 22.) Tästä syystä opinnäytetyön menetelmäksi valittiin tutkimuksellinen kehittämistyö,

sillä tavoitteena oli tuottaa tutkimuksellisin menetelmin tietoa aivovammojen tasapainohäiriöistä ja niihin sopivista harjoitteista sekä näiden avulla kehittää konkreettinen opas. Toikon ja Rantasen (2009, 61–62) mukaan suunnitteluvaiheiden jälkeen on itse toteutusvaihe, joka on kehittämistoimintaa eli konkreettista tekemistä. Toteutusvaiheen jälkeen kehittämistoimintaa tulee arvioida sekä levittää. (Toikko & Rantanen 2009, 61–62.) Opinnäytetyö toteutettiin lineaarisen mallin mukaisesti, jolloin kehittämistyö eteni tehtäväkokonaisuuksista toisiin lineaarisesti edeten edellä mainitussa järjestyksessä.

6.2 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen avulla, kehittämistyö saatiin rakennettua mahdollisimman ajankohtaisen ja tutkitun tiedon pohjalta. Kirjallisuuskatsaus tutkimusmenetelmänä osana kehittämistyötä arvioi ja rakentaa kokonaiskuvan halutusta aiheesta, siihen liittyvästä tutkimuksesta ja teoriasta, kehittäen olemassa olevaa tietoa (Marjamaa & Sinisalo 2022). Kuvaileva kirjallisuuskatsaus luo aiheesta yleiskatsauksen, vailla tarkemmin määriteltyjä sääntöjä (Salminen 2011). Tällaisen katsauksen tarkoituksena ei ole kuitenkaan listata aiempaa tutkimustietoa, vaan arvioida, ja tehdä siitä synteesi (Sulosaari & Kajander-Unkuri 2016, 107).

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus jakautuu narratiiviseen ja integroivaan tyyppiin, joista opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi valitsimme integroivan katsaustyyppin. Integroiva kirjallisuuskatsaus luo systemaattista katsausta laajemman kuvan aihetta käsittelevästä tutkimuksesta ja kirjallisuudesta. Tutkimuskysymykset ovat laajoja ja tutkittavaa ilmiötä on tarkoitus kuvata monipuolisesti. Tähän integroitu kirjallisuuskatsaus tarjoaa mahdollisuuden yhdistää sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista tutkimustietoa, mutta myös teoreettista ja empiiristä tietoa. Osana integroivaa kirjallisuuskatsausta, tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin enemmän empiiristä katsaustyyppiä, eli tutkimustietoa on yhdistetty yksittäisistä, eri menetelmien tuotetuista aiemmista tutkimuksista, jotka kaikki ovat vastanneet samoihin tutkimuskysymyksiin. (Sulosaari & Kajander-Unkuri 2016, 107–108.)

Integroivaan kirjallisuuskatsaukseen kuuluvat Cooperin (1989) alun perin kuvaamat, selkeät ja loogisesti etenevät vaiheet: 1) tutkimuskysymysten asettaminen 2) aineiston kerääminen 3) aineiston

laadun arviointi 4) aineiston analysointi ja 5) tulosten tulkinta sekä esittäminen (Sulosaari & Kajander-Unkuri 2016, 110). Kirjallisuuskatsauksen viitekehystä mukailleen, määritettiin opinnäytetyön suunnitelmavaiheessa tutkimuskysymykset, tehtiin hakusuunnitelma ja alustavia hakuja. Opinnäytetyön edetessä, suoritettiin varsinainen haku, jonka hakutulokset taulukoitiin ja valittiin kriteereitä noudattavat ja sisällöltään sopivat aineistot. Tulosten pohjalta toteutettiin analyysi sekä synteesi, joista tehdyt havainnot esitettiin raportoimalla. (Marjamaa & Sinisalo 2022.)

6.3 Aineiston keruu

Kehittämistyön kohderyhmänä olivat krooniset aivovammakuntoutujat sekä välillisesti vammautuneiden lähiverkosto. Kroonisiksi aivovammakuntoutujiksi määritellään henkilöt, jotka ovat vammautuneet päähän kohdistuneen ulkoisen voiman toimesta, toipuneet akuuttivaiheen yli ja siirtyneet aivovamman jälkitilaan (Aivovammat 2023). Tässä opinnäytetyössä ei rajattu kohderyhmästä pois eri vakavuusasteisia aivovammoja, vaan kehittämistyö kohdistettiin kaikille aivovamman kroonisessa jälkitilassa oleville, huolimatta alkuperäisen vamman vakavuudesta. Koska vamman vakavuus vaikuttaa myös jälkitilan eli kroonisen vaiheen tasapainohäiriöiden vaikeusasteeseen, kuntoutujilla tuli olla mahdollisuus valita koottavasta oppaasta heille sopivimmat harjoitteet, oman tasonsa mukaan.

Kehittämistyön tiedonkeruun ja taustatutkimuksen aineisto kerättiin suunnitelman mukaisesti kuvailevana kirjallisuuskatsauksena rajatuin hakusanoin ja kriteerein valituista tietokannoista. Tällöin kirjallisuuskatsaus noudatti eksplisiittistä valintaa, eli haku suoritettiin tietokannoista hyödyntäen sisäänotto- ja poissulkukriteerejä. Aineisto ei kuitenkaan perustunut vain asetettuihin kriteereihin ja hakusanoihin. Aineistot valikoituivat myös niiden sisällön perusteella sekä sen, miten ne suhtautuvat muihin valittuihin aineistoihin. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa tärkeintä on sisällön perusteella tehty valinta, eikä ainoastaan ennalta asetettujen hakukriteerien täytyminen. (Marjamaa & Sinisalo 2022.)

Tietoa etsittiin seuraavista tietokannoista: PubMed, Pedro ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjaston Finna-tietokanta. Kirjallisuuskatsaukseen valittavien tutkimusten ja artikkeleiden tuli olla suomen- tai englanninkielisiä. Hyväksytyjä julkaisuvuosia olivat vuodet välillä 2016–2024, jotta

katsaukseen saatiin mahdollisimman tuoreita julkaisuja. Valittujen aineistojen tuli olla tieteellisiä tutkimuksia tai tutkimusartikkeleita, ja niiden tuli olla saatavilla koko tekstinä käytettyjen tietokantojen sisällä. Aineistoa rajattiin pois, mikäli se ei ollut kirjoitettuna suomeksi tai englanniksi, aineisto oli julkaistu aiemmin kuin vuonna 2016, aineisto ei ollut tieteellinen tutkimus tai tutkimusartikkeli, aineisto ei käsitellyt aivovammakuntoutujia ja/tai tasapainoa tai aineisto ei ollut saatavilla koko tekstinä tietokannoista. Suomenkielisiä hakusanoja olivat ”aivovamm*”, ”tasapain*”, ”tasapainoharjoit*” sekä englanninkielisiä ”brain injury”, ”balance”, ”balance training”. Hakusanoja oli testattu alustavan haun avulla, ja sillä saatujen aineistohakuosumien perusteella myös varsinaisen aineistohaun hakusanat valikoituivat edellä mainituiksi. Taulukossa 2 esitelty kirjallisuuskatsauksen poissulku- ja sisäänottokriteerit.

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsauksen poissulku- ja sisäänottokriteerit

Poissulkukriteerit	Sisäänottokriteerit
Aineisto julkaistu ennen vuotta 2016	Aineisto julkaistu vuosina 2016–2024
Julkaisukieli muu kuin englanti tai suomi	Julkaisukieli englanti tai suomi
Aineisto ei ole tieteellinen tutkimus tai tutkimusartikkeli	Aineisto on tieteellinen tutkimus tai tutkimusartikkeli
Aineisto ei käsittele aivovammakuntoutujia ja/tai tasapainoa	Aineisto käsittelee aivovammakuntoutujia ja/tai tasapainoa
Ei koko tekstiä saatavilla	Koko teksti saatavilla

Sisäänotto- ja poissulkukriteerit ohjasivat tutkimusten valintaa ensin otsikkotasolla. Tutkimuksia karsittiin otsikon perusteella pois, mikäli niissä mainittiin käsiteltävän jotain muuta, kuin aivovamma tai kohderyhmänä eivät olleet aivovammakuntoutujat. Kaksi tutkimusta hyväksyttiin otsikon perusteella, vaikka niissä mainittiin aivoverenkiertohäiriö. Tällainen valinta tehtiin siksi, koska aivoverenkiertohäiriöiden ja aivovamman kuntoutuksessa tiedettiin seurattavan samaa kuntoutusprotokollaa. Muita poissuljettuja tekijöitä olivat esimerkiksi Parkinson, selkäydinvammaa, CP-vamma, muut vammat, tai kohderyhmänä olivat urheilijat, lapset, nuoret, terveet aikuiset tai iäkkäät. Otsikon perusteella poissuljettiin myös sen perusteella, jos tutkimuksessa käytettiin sellaisia menetelmiä, joita ei pystyisi harjoitusoppaan luomisessa hyödyntämään. Näitä olivat esimerkiksi tutkimuksessa käytetty robotiikkaa. Myös sellaiset tutkimukset karsittiin, mikäli niissä ei otsikon perusteella käsitelty tasapainoa tai aivovammaa ollenkaan. Otsikoiden perusteella tehdyn karsinnan jälkeen

lopulliset tutkimukset valittiin mukaan abstraktien perusteella. Tässä vaiheessa jokaista tutkimusta tarkasteltiin sen perusteella, kuinka hyvin se vastasi tutkimuskysymyksiin ja kuinka luotettava tutkimus oli. Alla olevassa taulukossa on kuvattu poistetut ja mukaan otetut tutkimukset keruuprosessin aikana. Koska haku suoritettiin ensimmäiseksi PubMedin tietokannasta, on mahdolliset Pedron ja Janetin tietokannoista löytyneet samat tutkimukset merkitty taulukkoon sulkeiden sisään. Aineiston haun tulokset on esiteltyinä taulukossa 3.

Taulukko 3. Aineiston haun tulokset

Tietokanta	PubMed	Pedro	Janet	YHT
Ensimmäinen haku	301	30	32	
Otsikon perusteella poissuljettu	277	18	23	
Maksumuuri	0	5	0	
Otsikon perusteella hyväksytty	24+1	7 (2)	9 (6)	
Abstraktien perusteella poissuljettu	13	3	6	
Abstraktien perusteella hyväksytty	12	4 (1)	3 (2)	16
Tutkimuskysymykseen 1 vastasi	7	0	2 (1)	8
Tutkimuskysymykseen 2 vastasi	5	4 (1)	1 (1)	8

6.4 Aineiston laadun arviointi

Lemetin ja Ylösen (2016) mukaan kirjallisuuskatsaukseen valitut ja sisältyvät tutkimusartikkelit pitäisi arvioida katsaustyyppille soveltuvien arviointikriteerein. Arviointien avulla pyritään kuvailemaan ja määrittelemään tutkimusartikkeleiden tulosten luotettavuutta sekä painoarvoa. Päättävöitteena on tutkimusartikkeleiden validiteetin sekä esitettyjen tulosten merkittävyden ja yleistettävyyden arviointi. Määrällisten tutkimusten kohdalla, arvioidaan tuloksiin vaikuttavia harhatekijöitä tutkimusasetelmassa, tutkimuksen toteuttamisessa sekä tulosten analyysissä. Laadullisissa tutkimuksissa arvioidaan tutkimusten vastaavuutta tutkimuskysymyksiin sekä menetelmiin. Koska kirjallisuuskatsauksia on erityyppisiä, voivat ne sisältää eri menetelmin toteutettuja tutkimuksia. (Lemetti & Ylönen 2016, 67–68.)

Keskeistä katsauksen aineiston valinnassa ja sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittelemisessä ovat objektiivisuus, tarkkuus ja toistettavuus. Kun katsauksessa suoritettavat vaiheet ja protokollat on kuvailtu tarkasti, voidaan tehdyn kirjallisuuskatsauksen reliabiliteettia helpommin arvioida. Virheiden minimoinnin tavoite tulee huomioida kaikissa vaiheissa, niin tutkimuskysymysten asettamisessa, sisäänotto- ja poissulkukriteerien määrittelyssä, tutkimusten haussa, valinnassa, tarkastelussa, laadun arvioinnissa, synteesin ja tulosten esittämisessä. Tutkimusten valinnassa keskeistä on, että ne valikoidaan tutkimuskysymyksistä lähtöisin olevien sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella. Pilotti- eli testihauulla on myös tärkeä rooli, sillä tällöin kriteereiden sovellettavuutta ja olennaisuutta on testattu. (Valkeapää 2016, 64.)

Aineiston laadun arvioinnin tavoitteena on analysoida alkuperäisten tutkimusten tiedon kattavuutta ja edustavuutta sekä tarkkailla, kuinka oleellinen alkuperäisen tutkimuksen tieto on tutkimusongelmasta määriteltyjen tutkimuskysymysten kannalta. Laadun arvioinnilla pyritään myös välttämään tulosten vinoumaa ja virheellisiä päätelmiä. Tällöin jokaista katsaukseen valittavaa tutkimusta tarkastellaan erillisinä. Arviointi voidaan suorittaa itsenäisenä vaiheena, analyysin osana tai tulosten näytön arviointina. Luotettavuutta lisää se, jos arvioinnin suorittaa kaksi henkilöä. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 28.)

Yleisten kriteerien mukaisesti tutkimusten arviointi perustuu niiden vahvuuksien ja heikkouksien arviointiin. Tutkimusten asetelmien ollessa vaihtelevia, kuvataan millaisia asetelmia koko aineisto sisältää. Arvioinnissa käsitellään, mihin ryhmään tutkimusten tulokset voidaan yleistää. Yleistettävyyden arvioimiseksi tarkastellaan muun muassa tutkittuja henkilöitä, valintamenetelmää, otoskoon suuruutta ja tutkimuksen toteutustapaa. Tällöin myös katsauksen lukijalla on mahdollisuus arvioida valittujen tutkimusten vaihtelevia tuloksia. Luotettavuutta voidaan arvioida tutkimusten julkaisuvuoden, kirjoittajien, julkaisualustan ja julkaisumaan perusteella. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 29.)

Tarkasti määriteltyjen sisäänottokriteerien avulla voidaan välttää tutkimusten suosivaa valintaa. Rajatessa ja arvioitaessa tutkimuksen hakutuloksia, rajattiin myös tutkimusten kohderyhmä sekä tutkimusasetelmaa. Valittujen tutkimusten kohderyhmien tuli olla relevantti suhteessa tutkimuskysymykseen sekä kohdistua tarkasti sisäänottokriteerin määrittelemään terveyden- tai sairauden tilaan, eli aivovammaan. Tällöin myös huomiotiin se, sisälsikö tutkimus useita ryhmiä eri sairauksista yhdessä aivovamman kanssa. Vaikuttavan tasapainoharjoittelun osalta mukaan sisällytettiin myös sellaisia tutkimuksia, joissa kohderyhmänä olivat aivoverenkiertohäiriöpotilaat, sillä sekä aivovamma- että aivoverenkiertohäiriöpotilaiden tiedetään seuraavan kuntoutuksessa samanlaista protokollaa. Vastaavasti kriteerien määriteltiin interventiot ja tulokset, joiden sisällöt vastasivat tasapainoon sekä olivat sovellettavissa arkielämään. Tutkimusasetelman osalta pois jätettiin tapauskuvaukset tai hyvin pienet tutkimusotokset, jotta tulokset noudattaisivat paremmin yleistettävyyttä. Valitut tutkimukset olivat RCT-tutkimuksia, systemaattisia katsauksia, pilotti- ja poikkeileikkaustutkimuksia, kokeellisia tutkimuksia ja tutkimusartikkeleita. Erilaisia tutkimustyyppejä mukaan ottamalla opinnäytetyö pystyi käsittelemään tutkimuskysymyksiä kattavasti ja eri näkökulmista. Mahdollisimman monen relevantin tutkimuksen huomioon ottamiseksi, hyödynnettiin katsauksessa suositusten mukaisesti useampaa, kuin yhtä tietokantaa. Lisäksi haun suoritti kaksi henkilöä. (Valkeapää 2016, 57–61.)

6.5 Aineiston analyysi

Osana kehittämistyötä toteutettavan kuvailevan kirjallisuuskatsauksen aineistoa analysoitiin sisällönanalyysinä. Tämä menetelmä kattaa erilaisten taulukoiden muodostamisen tiedon jäsentämiseksi, tiivistämiseksi ja lopullisen kirjallisuuskatsauksen analyysin tueksi. Katsauksessa tutkittavaksi valitaan ne tutkimukset, jotka pystyvät vastaamaan tutkimuskysymyksiin tai kun ne käsittelevät tutkimuskysymyksissä määriteltyjä aiheita. Sisällönanalyysiin kuuluu analyysin valmistelu, organisointi ja raportointi. Ensin löydettyt tiedot järjestellään tutkittavaan muotoon tutkimuksiin perehtymällä ja pelkistämällä. Etenkin laajoja aineistoja voidaan jäsentellä ja luokitella erilaisin merkinnöin ja alleviivauksin. Ryhmittelyn ja luokittelun avulla voidaan aineistoja vertailla ja etsiä sekä samankaltaisuuksia että eroavaisuuksia. (Elo, Kajula, Tohmola, Kääriäinen 2022, 219–221.)

Luokat tai teemat voidaan nimetä sisältöä parhaiten kuvaten. Päätelmät kootaan aineiston perusteella synteetiksi ja kuvataan raportoimalla niin, että katsaus on toistettavissa. Synteesivaiheessa havainnollistamisen tukena voidaan käyttää taulukoita ja kuvioita. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 31–32.) Tässä opinnäytetyössä kirjallisuuskatsauksen tuloksia tarkasteltiin ja koottiin synteetiksi ensimmäisen ja toisen tutkimuskysymyksen mukaisesti. Lopulliset tutkimukset jaoteltiin sen mukaan, kumpaan tutkimuskysymykseen ne vastasivat abstraktien perusteella. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset on esitelty taulukoissa tutkimuskysymyskohtaisesti niin, että ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaavat tutkimukset ovat liitteessä 1 ja toiseen tutkimuskysymykseen vastaavat tutkimukset liitteessä 2.

7 Tulokset

Ensimmäisenä on avattu kirjallisuuskatsauksen tuloksia suhteessa ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: Millaiset tasapainon osa-alueet ovat erityisesti heikentyneet kuntoutujilla, joilla on krooninen aivovamma? Seuraavaksi on avattu kirjallisuuskatsauksen tuloksia suhteessa toiseen tutkimuskysymykseen: Millaiset harjoitteet ovat hyödyllisiä kroonisen aivovamman tasapainohäiriöiden hoidossa? Kolmantena on avattu kirjallisiin lähteisiin nojaten tuloksia opinnäytetyön kolmanteen tutkimuskysymykseen: Minkälainen opas täyttää selkokielisyyden vaatimukset lähteisiin nojaten?

7.1 Kroonisessa aivovammassa heikentyneet tasapainon osa-alueet

Tutkimusten mukaan kroonisessa aivovammassa esiintyy tasapainovaikeuksia erityisesti dynaamisessa tasapainossa, mikä heikentää liikkumis- ja toimintakykyä. Kaatumis- ja loukkaantumisriskin kannalta huomionarvoiset tulokset korostivat kroonisen aivovamman yhteydessä heikentyntä reaktiivista tasapainoa ja visuaalisia sekä vestibulaarisia häiriöitä. Aiemmissä tutkimuksissa kroonisen aivovamman yhteydessä on kuvattu hitaampaa kävelynopeutta, heikompaa staattisen tasapainon hallintaa, muuttunutta kävelyn dynamiikkaa kääntymisen aikana ja heikentyntä motorista hallintaa asennon ylläpidon rajoilla. (D'Silva ym. 2021.) Tasapainovaikeuksia ilmenee kroonisessa vaiheessa Joubranin ja muiden (2022) mukaan erityisesti dynaamisessa tasapainossa, rajoittaen toiminta- ja liikkumiskykyä (Joubran ym. 2022). Myös näköhäiriöitä on tutkittu laajasti traumaattisen aivovamman jälkeen ja niiden on yhdessä vestibulaaristen häiriöiden kanssa osoitettu vaikuttavan tasapainoon. Monet tutkimukset korostavat visuaalisten, vestibulaaristen ja tasapainohäiriöiden välistä suhdetta ja siitä johtuvia vaikutuksia liikkumiskykyyn. (D'Silva ym. 2021.) Suurin osa aivovamman aiheuttamista toiminnallisista heikkouksista ilmenee ensimmäisen vuoden sisällä vammasta. Aivovammasta toipuu kuitenkin vain pienellä todennäköisyydellä täysin ennalleen. (Ruet, Bayen, Jourdan, Ghout, Meaude, Lalanne, Pradat-Diehl, Nelson, Charanton, Aegerter, Vallat-Azouvi & Azouvi 2019.)

Joillakin lievän aivovamman saaneista oireet voivat joko jatkua, kehittyä tai jopa uusia oireita syntyä vielä kolmen kuukauden kuluttua vamman tapahtumasta. Lievän aivovamman kroonisesta vaiheesta on raportoitu okulomotorisia, vestibulaarisia ja visuaalis-vestibulaarisia häiriöitä. Nämä heikentymät voivat olla seurausta joko perifeeristen tai sentraalisten tasojen vaurioista. (D'Silva ym.

2021.) Aivovammaan liittyvät vestibulaariset häiriöt rajoittuvat usein kuvantamiselle heikosti näkyville perifeerisille alueille (Wallace & Lifshitz 2016). Toisaalta Finon ja muiden (2022) tutkimuksessa esitetyt käsitykset epänormaaleista aistisuhteista eivät välttämättä tarkoita perifeeristä aistihäiriötä. Yksilöillä voi tällöin olla vaikeuksia hyödyntää kyseistä tai kyseisiä aistijärjestelmiä riippumatta siitä, rajoittuuko vaikeus aistimukseen, sensomotoriseen integraatioon vai motoriseen vasteeseen. Useammat todisteet viittaisivat siihen, että aivovamma vaikuttaa tasapainoon pikemminkin keskushermoston sensomotorisen integraation ja motorisen vasteen muutosten, kuin perifeerisen tasapainotoiminnan heikentymisen kautta. (Fino ym. 2022.) Lisäksi perifeerisen vestibulaarisen ja okulomotorisen toimintahäiriön kanssa on raportoitu oireiden vaikeusastetta mukailleen hitaampaa kääntymisnopeutta (D’Silva ym. 2021).

Vestibulaarisen järjestelmän toiminta on altis vauriolle kaikissa aivovamman vakavuusasteissa, voidaan ilmetä välittömästi vamman jälkeen, pitkittäen kuntoutusta. Yleisimmät vestibulaarisen järjestelmän häiriöihin liitetyt haitat ovat huimaus, heikentynyt tasapaino, pyöritys, vaikeus toimia kiiressä tai nopeatempoisessa ympäristössä sekä liikkeessä koettu epämukavuus (Heicki & Alkathiry 2024). Tasapaino-ongelmiin voivat vaikuttaa myös muut tekijät kuin vestibulaarinen järjestelmä. Vaikka vestibulaarinen häiriö on merkittävä ja häiriöherkkä, luokitellaan tasapainovaikeuksista kärsivät henkilöt hyvin usein vestibulaariseen alatyyppiin, vaikka niiden alkuperä voi olla moninaisempi. Fino ja muut (2022) ehdottavat, että lievän aivovamman saaneilla tasapaino-ongelmien heterogeenisuus viittaa siihen, että tasapainon hallintaan liittyvän normaalin ja epänormaalin aistien käsittelyn yhdistelmät muodostavat ainutlaatuisia aistien fenotyyppisiä. Näitä voivat olla esimerkiksi vestibulaarisesti dominoiva tai proprioseptiivisesti heikko fenotyyppi. Vaikka vestibulaarisen informaation käyttö tasapainon hallinnassa on aivovamman yhteydessä yleisesti heikentynyt, ei ole tarpeeksi tarkkaa luokitella kaikkia lievän aivovamman aiheuttamia tasapainohäiriöitä pelkästään vestibulaarisiin häiriöihin. (Fino ym. 2022)

Vaikka Finon ja muiden (2022) tutkimuksessa yli 68 %:lla aivovamman saaneista oli nimenomaan vestibulaarinen aistivaje, oli näistä myös suurimalla osalla lisäksi jokin muu epänormaali aistisuhde. Tasapainoa harvemmin heikentää pelkästään vestibulaarisen järjestelmän heikentyminen. Sekundaarisen analyysin perusteella ja lähes tuhannen henkilön otoksessa havaittiin, että aivovamman krooniset vaikutukset tasapainoon ovat heterogeenisiä. Aivovamman saaneiden ryhmässä

esiintyi useita erilaisia poikkeavuuksia koskien joko yhtä tai useampaa tasapainojärjestelmää. Samansuuntaista tulosta on saatu aiemmasta tutkimuksesta, jossa yhdistetyt näkö- ja tasapainoprosessin poikkeavuudet olivat yleisimpiä henkilöillä, joilla oli lievä aivovamma. (Fino ym. 2022.)

Vestibulaarisen ja visuaalisen informaation integroinnin ongelmat ovat edelleen pääasiallisia tasapainovaikeuksien syytä lievän aivovamman saaneilla. Finon ja muiden (2022) tutkimuksessa kuitenkin proprioseptiikan heikentyminen oli yleisin yksittäinen heikentyminen aivovammapotilailla. Kroonisista tasapainovaikeuksista kärsivillä lievän aivovamman saaneilla on havaittu samansuuntaista tulosta tasapainon epänormaalia hallinnasta, joissa useammilla oli epänormaaleja proprioseptiikan suhdelukuja, kuin epänormaaleja visuaalisia tai vestibulaarisia suhdelukuja. Epänormaalin proprioseptiikan kliininen vaikutus on kuitenkin epäselvä, sillä vaikka heikentynyt proprioseptiikka oli Finon ja muiden (2022) tutkimuksen yleisin löydös aivovammapotilaiden keskuudessa, oli heillä myös parempi tasapaino verrattuna niihin, joilla heikentyminen oli jossain muussa tai muissa järjestelmissä. Voi olla, että tässä tapauksessa heikentynyttä proprioseptiikkaa on voitu oppia kompensoimaan visuaalisen ja vestibulaarisen järjestelmän avulla. (Fino ym. 2022.)

Vestibulo-okulaarisen refleksin vauriot voivat itsessään aiheuttaa liikkeessä syntyvää huimausta, näön sumentumista sekä tasapainon ylläpidon vaikeuksia pään liikkua (Wallace & Lifshitz 2016). Vaikeissa vestibulo-okulaarisissa häiriöissä henkilö voi kokea oskillopsiaa, jolloin katse ei pysy kohteessa pään liikkua, mikä heikentää näön tarkkuutta. (Wallace & Lifshitz 2016; Levo, Lindsberg, Jutila & Hirvonen 2013). Huimaus on yksin aivovamman yleisimmistä raportoituista oireista, sillä jopa 81 % potilaista raportoi huimauksesta heti vamman jälkeen. Huimauksien on puolestaan raportoitu olevan yhteydessä vestibulaarisen ja motorisen kontrollin puutteisiin. (D'Silva ym. 2021.) Koska huimaus on yleisyytensä puolesta yksi toipumista merkittävästi heikentävistä oireista, on vestibulaarisen järjestelmän arviointi yhdessä okulomotorisen kontrollin eli silmien liikkeen hallinnan kanssa Wallacen & Lifshitzin (2016) mukaan avainasemassa. (Wallace & Lifshitz 2016). Kuitenkin huimauksen vähentymisestä huolimatta, on D'Silvan ja muiden (2021) mukaan aivovamman kroonisessa vaiheessa yhä raportoitu heikosta tasapainon hallinnasta ja keskushermoston tasapainohäiriöistä (D'Silva ym. 2021).

Aivovamman jälkeisen huimauksen ja/tai tasapainohäiriöiden etiologian tunnistaminen on erityisen haastavaa, sillä samankaltaiset oireet voivat johtua aivo-, sisäkorva-, näkö- ja/tai selkäydinvammasta. Huimaus on myös monimuotoinen oire, joka vaihtelee potilaskohtaisesti. Samoin aivovamman jälkeisten vestibulaarisen järjestelmän ja vestibulo-okulaaristen refleksien vammojen arvioinnin ja hoidon ensisijaisena haasteena on vähäisestä tutkimuksesta saatu rajallinen tietämys sekä normatiivisen tiedon puute erilaisissa väestöryhmissä. Pelkät tasapainotestit eivät myöskään riitä arvioimaan vestibulaaristen järjestelmien toimintaa, sillä niiden hermoradat voivat vaurioitua toisistaan riippumatta. (Wallace & Lifshitz 2016.) Tutkimuksista esiin nousseita aivovamman jälkeen yleisiä aistitoimintojen häiriöitä on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Aivovamman jälkeen ilmenevät aistitoimintojen häiriöt

Aistitoimintojen häiriöt
Visuaaliset häiriöt
Vestibulaariset häiriöt
Proprioseptiset häiriöt
Visuaalis-vestibulaariset häiriöt
Okulomotoriset häiriöt

Morrisin ja muiden (2022) katsauksessa keskityttiin selvittämään missä määrin lievä aivovamma vaikuttaa reaktiiviseen asentokontrolliin. Tulosten perusteella on mahdollista, että epänormaali reaktiivinen asentokontrolli on ilmeinen henkilöillä, joilla on lievän aivovamman aiheuttamia kroonisia, jatkuvia oireita, mutta ei oireettomilla henkilöillä. Heikentynyt reaktiivinen asentokontrolli lisää kaatumis- ja loukkaantumiseriskää, mutta käytettävissä oleva kirjallisuus, jossa tutkitaan reaktiivisia tasapainohäiriöitä ja niiden kliinisiä seurauksia, on hyvin rajallinen. On huomionarvoista, että reaktiivinen asentokontrolli voi antaa erilaisen vasteen esimerkiksi eri kehonosion kautta annettuihin tasapainon häiriöihin. (Morris ym. 2022.)

Tutkimuksessa dynaamisen tasapainon harjoittelun vaikutuksia aivoihin havaittiin, että dynaamisen tasapainon palautuminen oli positiivisesti yhteydessä pikkuaivojen perustason yhteyksiin aivokuorukan, parietaali- ja frontaalilohkon verkostojen kanssa. Analyysissä paljastui korrelaatio dynaamisen tasapainon palautumisen, pikkuaivojen, aivokuorukan ja talamuksen välillä. Koska subkortikaalinen aivokuori yhdistää pikkuaivot aivokuoreen talamuksen kautta ja aiemmat tutkimukset korostavat aivokuoren ja pikkuaivojen merkitystä kävelyn ja tasapainon hallinnassa, tämän tutkimuksen tulokset korostavat myös kortikaalisten ja subkortikaalisten alueiden roolia dynaamisen tasapainon ja kävelyn toipumisessa. Vaikka toisaalta ajan sekä aivojen kokonaistilavuuden välillä havaittiin negatiivinen korrelaatio, ei tutkimuksessa löydetty suoraa yhteyttä aivojen surkastumisen ja dynaamisen tasapainon välillä. Tosin yhteys voi olla epäsuora, ilmentyen tasapainoon osallistuvien toiminnallisten verkostojen muutoksina. Vaikka kaikki koehenkilöt kärsivät aivovaurion aiheuttamasta dynaamisen tasapainon heikkenemisestä, erilaiset etiologiat aivovamman ja aivoverenkiertohäiriöiden välillä lisäsivät koehenkilöiden välistä vaihtelua vaurion sijainnin suhteen. Aivoverkkojen rakenteelliset muutokset johtuivat tutkimuksessa todennäköisemmin harjoittelusta kuin ajasta vamman jälkeen, sillä kroonisen vaiheen aivovamman yhteydessä spontaanit muutokset ovat harvinaisempia. (Joubran ym. 2022.)

D'Silvan ja muiden (2021) tutkimuksen tulokset osoittivat, että aikuisilla, joilla oli pysyviä oireita vielä kolmesta kuukaudesta kahteen vuoteen lievän aivovamman jälkeen, oli huonommat dynaamisen liikkumiskyvyn pisteet FGA-testissä, eli kävelyn aikaisen tasapainon ja asennon hallinnan arvioivassa testissä. FGA-testin tarkastelussa havaittiin merkittäviä eroja lievää aivovammaa sairastavien ja kontrolliryhmän välillä kävelytehtävissä, joissa päätä käännettiin kävelyn aikana horisontaalisesti tai vertikaalisesti, käveltiin silmät kiinni tai noustiin portaita. (D'Silva ym. 2021.)

Huimauksen osalta havaittiin, että siitä koetun haitan korkeampi määrä oli yhteydessä alhaisempiin FGA-suorituskyvyn pisteisiin. D'Silvan ja muiden tutkimuksessa (2021) myös nopeat liikkeet ja kumartuminen olivat vaikeita lievää aivovammaa sairastaville henkilöille, mikä näkyi FGA-testissä heidän kääntäessään päätä ja kallistuessaan nopean kävelyn aikana. Tutkijat esittelivät aiemman tutkimuksen, jossa neljä vuotta lievän aivovamman jälkeen raportoitiin hitaammasta kävelynopeudesta, huonosta tasapainosta ja alhaisemmista Dynamic Gait Index -pisteistä, jotka olivat yhteydessä korkeampiin PCSS-testin, eli aivovamman jälkeisiä oireita arvioivan testin pisteisiin. Myös

D'Silvan ja muiden tutkimuksessa (2021) alhaisemmat dynaamisen liikkumisen pisteet liittyivät korkeampiin PCSS-pisteisiin. Somaattiset oireet kuten päänsärky, huimaus, väsymys, valoherkkyys, puutuminen ja näköongelmat voivat yksittäin tai yhdessä vaikuttaa dynaamiseen tasapainoon. Koska kognitio liittyy läheisesti vestibulaarijärjestelmään, on kognitiivisia tehtäviä sisältävillä motorisilla harjoituksilla onnistuttu lisäämään kävelynopeutta, vähentämään kaatumisriskiä ja näin parantamaan elämänlaatua. (D'Silva ym. 2021.) Vakavaa aivovammaa tutkittaessa yhden, neljän ja kahdeksan vuoden jälkeen hieman alle sadan potilaan otoksella, toistuvimmat neurologiset ja somaattiset koetut haitat olivat tasapaino, päänsärky sekä motoriikan hallinta ja säätely. Noin kolmasosa raportoi myös spastisuudesta. (Ruet ym. 2019.) Tutkimuksista esiin nousseet tasapainon osa-alueet, jotka ovat erityisesti aivovamman jälkeen heikentyneet on koottu taulukkoon 5.

Taulukko 5. Aivovamman jälkeen erityisesti heikentyneet tasapainon osa-alueet

Aivovammassa heikentyneet tasapainon osa-alueet
Dynaaminen tasapaino
Reaktiivinen tasapaino

Heickin & Alkathiryin tutkimuksen tarkoituksena oli mitata yksilön kykyä käyttää vestibulaarista informaatiota tasapainon ylläpitämiseksi pään liikuttamisen aikana. Selvittääkseen seisomatasapainon ja asentokontrollin heikkouksia, tutkimuksessa käytettiin Sensory Organization testiä. Pään heiluntaan käytettiin The Head Shake-Sensory Organization -testiä, jonka reliabiliteettia on testattu terveillä henkilöillä, muttei aivovammapotilailla. Sensory Organization -testillä arvioitiin sensorista toimintaa seisten tasaisella ja pehmeällä alustalla, silmät auki sekä kiinni. Näihin testin tehtäviin yhdistettiin lopulta myös yllä mainittu pään heilunta. Tulokset osoittivat, että SOT-pisteet laskivat pään liikuttamisen aikana ja laskivat entisestään, kun alusta muuttui pehmeäksi. Molemmissa tilanteissa aivovammapotilaiden pisteet olivat heikommät, kuin kontrollien. Ryhmien välillä ei kuitenkaan havaittu eroa ensimmäisessä testauksessa, jossa suoritettiin SOT ilman pään liikutta-

mista. Erot eivät siis näy välttämättä visuaalisen järjestelmän poissululla, vaan vasta vestibulaarisen järjestelmän häirinnällä sekä somatosensoriikan haastamisella. Kiinnostavaa tutkimuksessa oli se, että huimausoireet ja päivittäinen aktiivisuus ei eronnut ryhmien välillä. Voi olla, että nuorempi ikä aivovammapotilailla voi selittää sen, miksi huimausoireita tai tasapainon vaikutusta toiminnallisen aktiivisuuden kannalta ei koeta niin suurena haittana, kuin voitaisiin aiemman tiedon perusteella olettaa. (Heicki & Alkathiry 2024.)

Shenoy Handirun ja muiden (2021) tutkimuksen tarkoituksena oli osoittaa tasapainohäiriöiden neuraalisia korrelaatioita käyttämällä globaaleja ja topologisia FC-mittauksia ja valkoisen aineen rakenteellista eheyttä aivovammapotilaiden keskuudessa verrattuna terveisiin kontrolleihin. Tämä oli tiedettävästi ensimmäinen tutkimus EEG-pohjaisesta FC-mittauksesta aivovamman asentokontrollin häiriötehtävän aikana ja sen yhteydestä muuttuneeseen valkoisen aineen integraatioon. Osallistujilla oli merkitseviä eroja lähtötilanteen Bergin tasapainotestissä, tosin aivovammapotilaiden keskinäinen vaihteluväli oli suuri. Aivovammaryhmä osoitti myös huomattavasti suurempia pisteitä arvioitaessa asennon epävakausta eli suurempaa kehon painopisteen heiluntaa tai siirtymää (COP displacement) vasteena tasapainon häirinnälle, verrattuna kontrolleihin. Kehon painopisteen (COP) siirtymä tasapainohäirinnän aikana mittaa kykyä korjata asentoa dynaamisesti ulkoisen häirinnän aikana. Aivovamman vaikeusaste ei korreloinut eikä näin ollen ennustanut pitkän aikavälin tasapainoheikkoutta mitattuna Bergin tasapainotestillä. (Shenoy Handirun ym. 2021.)

Theta-taajuuden aktiivisuuden on osoitettu lisääntyvän merkittävästi keskimmaisilla otsa- ja päälakilohkoilla, kun tasapainotehtävän vaatimustaso kasvaa. Näillä aivoalueilla on myös tärkeä rooli asentokontrollissa, lisäten tarkkaavaisuutta ja sensomotorista prosessointia virheiden havaitsemiseksi ja käsittelyksi, korjaavien liikkeiden suunnittelua ja toteutusta varten (Shenoy Handiru ym. 2021; Peterson & Ferris 2019.) Havainnot siitä, että erityisesti etuotsalohkon aktivoituminen lisääntyy aivovamman yhteydessä asennon vaikeutuessa, viittaavat siihen, että asennon ylläpitäminen vaatii enemmän ponnisteluja kortikaalisten alueiden ja tarkkaavaisuuden osalta. Tämä voisi tutkijoiden mukaan johtua huomattavammasta asennon epävakaudesta, mahdollisesti kompensoivana vasteena vähentyneelle yhteydelle aivoissa. Sen sijaan se, että heikentyneet neuraaliset alfa- ja beetayhteydet eivät vaikuttaneet merkittävästi tasapainon hallintaan viittaisi siihen, että

aivovammapotilaat pystyivät löytämään kompensoivia tapoja ylläpitää tasapainoa. Tutkijat havaitsivat, että theta-taajuuksien yhteys korreloi tilastollisesti merkitsevästi Bergin tasapainotestin tulosten kanssa siten, että korkeammat Bergin testin pisteet viittasivat parempaan toiminnalliseen suorituskykyyn ja vähäisempään aivolohkojen eriytyneeseen toimintaan eli segregatioon. Selvästä kausaalisuudesta ei voida kuitenkaan olla varmoja. (Shenoy Handiru ym. 2021.)

7.2 Tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa

Voima- ja tasapainoharjoittelu

Aivovammakuntoutujien liikeharjoittelussa ballistinen harjoittelu on ollut yhtä vaikuttavaa verrattuna ei-ballistiseen harjoitteluun. Tutkimuksessa ballistista harjoittelua kohdennettiin alaraajojen lihasryhmiin, jotka tuottavat suurimman osan jalan eteenpäin työntävistä voimista. Tutkimuksessa harjoittelua kohdennettiin plantaarifleksioon sekä lonkan koukistamiseen että ojentamiseen. Lihasryhmiä harjoitettiin sekä suljetun ketjun että avoimen ketjun liikkeillä. Harjoitukset sisälsivät muun muassa porrasmousua ja -laskua, varpaille nousua, ojennushyppyjä ja nopeasyklistä lonkan ja polven koukistusta. Ei-ballistista harjoittelua sisältänyt kontrolliryhmän kuntoutus koostui tasapainoharjoittelusta, alaraajojen voimaharjoittelusta, venyttelystä ja kestävyyskuntoharjoittelusta. Sekä koe- että kontrolliryhmän jokaiseen harjoittelukertaan sisältyi myös kymmenen minuuttia kävelyharjoittelua keskittyen kävelyn laatuun, jota harjoiteltiin kävellen ulkona sekä epätasaisilla alustoilla. Kolmen kuukauden kohdalla tehdyssä yhden jalan seisonnatestissä kontrolliryhmällä oli parempi tasapaino kuin ballistista harjoittelua tehneellä interventioryhmällä. Ero oli kuitenkin tasoitunut viimeisessä testauksissa kuuden kuukauden jälkeen. (Williams, Hassett, Clark, Bryant, Morris, Olver & Ada 2022.)

Williams, Ada, Hassett, Morris, Clark, Bryant ja Olver (2016) olivat toteuttaneet samankaltaisen tutkimuksen jo aiemminkin, jossa 12 viikon aikana interventioryhmän kolme tavanomaista fysioterapiaharjoituskertaa korvattiin 60 minuutin ballistisella voimaharjoittelulla. Tässäkin tutkimuksessa interventio kohdennettiin alaraajojen eteenpäin työntäviin lihasryhmiin, samoin kuten edellä mainitussa. Kontrolliryhmä sai tavanomaista fysioterapiaa kolme kertaa ja harjoituskerrat kestivät 60

minuuttia. Nämä sisälsivät tasapainoharjoittelua, voimaharjoittelua, venyttelyä, kestävyyskuntoharjoittelua ja kävelyä. Sekä interventio- että kontrolliryhmä jatkoivat kolmen harjoituskerran lisäksi normaalia kuntoutusta. Tasapainoa arvioitiin yhden jalan seisonnalla, joka toistettiin ennen interventiota, kolmen kuukauden kohdalla ja kuuden kuukauden jälkeen. (Williams ym. 2016.) Tutkimus ei ollut saatavilla kokonaisena, vaikka haku oli suoritettu hakukriteereiden mukaisesti, jossa sisäänottokriteereinä oli, että koko teksti on saatavilla. Näin ollen tämän tutkimuksen tuloksia ei ollut käytettävissä.

Positiivisia vaikutuksia tasapainoreaktioihin oli todettu olevan kahdeksan viikon kestäneellä elliptisellä harjoituslaitteella toteutetulla interventiolla. Tutkimukseen osallistui yhteensä 24 tutkittavaa, joista puolella oli ollut aiovamma vähintään puoli vuotta. Loput tutkittavista olivat terveitä. Interventio sisälsi 30 minuutin harjoittelua viitenä päivänä viikossa. Tutkimuksen kontrolliryhmään kuuluvat kaikki terveet tutkittavat toteuttivat saman intervention koeryhmän kanssa. (Damiano, Zampieri, Ge, Acevedo & Durney 2016.) PEDron asteikolla tutkimus oli heikkolaatuinen otoskoon ollessa pieni, joten kliinisten raportoitujen vaikutusten merkitystä ei voitu täysin vahvistaa. (Alashram, Qiuseppe, Manikandan & Elvira 2020).

Romanov, Mesaric, Peric, Damis ja Filisic (2021) vertasivat tutkimuksessaan mukautetun fyysisen harjoituksen vaikuttavuutta aiovammakuntoutujilla. Sekä koe- että kontrolliryhmä harjoittelivat viitenä päivänä viikossa. Aamuharjoitukset kestivät 45 minuuttia ja niihin sisältyi kestävyysharjoittelua, voimaharjoittelua sekä venyttelyä. Tämän lisäksi kahtena päivänä viikossa molemmilla ryhmillä oli niin sanottu aivoharjoittelu, johon sisältyi molempien aivopuoliskojen aktivoimista ja yhteistoimintaa vahvistavia liikkeitä. Näiden harjoitusten lisäksi koeryhmällä oli mukautettuja harjoitteita, joita ei tutkimusartikkelissa eritelty. Kahdeksan viikon harjoittelun aikana molemmissa ryhmissä havaittiin tilastollisesti merkitsevä parannus tasapainossa, joten saavutettua parannusta ei voida täysin selittää vain koeryhmän intervention vaikuttavuudella. (Romanov ym. 2021.)

Tuoreimmassa esille nousseessa tutkimuksessa Stephens, Hernandez-Sarabia, Sharp, Leach, Bell, Thomas, Burzynska, Weaver ja Schmid (2023) odottivat joogaintervention seurauksena merkittäviä parannuksia osallistujien tasapainossa. Tosin samankaltaisia vaikutuksia tutkijat odottivat myös

kontrolliryhmän harjoittelun seurauksena. Tutkijat vertasivat kahdeksan viikon hatha jooga ryhmäinterventiota kahdeksan viikon matalan intensiteetin ryhmäharjoitteluun. Tutkimuksen tuloksia ei ollut vielä julkaistu. Toisaalta tutkijat olivat jo 2020 vuonna tehdyssä tutkimuksessa todenneet, että kahdeksan viikon jooga voi parantaa tasapainoa ja liikkuvuutta. Uudessa tutkimuksessa tutkijat havainnoivat juuri joogan erityispiireiden vaikuttavuutta vertaamalla samankaltaiseen ryhmäharjoittelumuotoon. (Stephens ym. 2023.)

Alashramin ja muiden tekemä katsaus sisälsi tutkimuksen, joka oli toteutettu juoksumatolla. Pilotitutkimus sisälsi kävelyä juoksumatolla, jossa kehonpainoa oli kevennyt. Tämän lisäksi harjoitteluun sisältyi tasapainoharjoituksia sekä voima-, koordinaatio- ja liikkuvuusharjoituksia. Peters, Jain, Liuzzo, Middleton, Greene & Blanck raportoivat 2014 vuonna tekemässä tutkimuksessaan tasapainotestien tulosten parantuneen. Merkittävää parannusta ei kuitenkaan raportoitu kolmen kuukauden seurannassa. Interventio sisälsi kolme harjoitetta, joista kukin kesti 50 minuuttia, joten koko harjoituskerran kesto oli 150 minuuttia. Harjoittelukertoja oli yhteensä 20, ja ne toteutettiin viisi kertaa viikossa neljän viikon ajan. (Alashram ym. 2020.) Alla olevaan taulukkoon 6 on koottu edellä mainituista tutkimuksista esiin nousseet tasapainoa vahvistaneet h

Taulukko 6. Hyödyllinen voima- ja tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa.

Voima- ja tasapainoharjoittelu	
Ballistinen harjoittelu, 12vk: Avoimen ja suljetun ketjun alaraajojen voimaharjoittelu ja 10 minuutin kävely.	Ei-ballistinen harjoittelu, 12 vk: Tasapainoharjoittelu, voimaharjoittelu, venyttely, kestävyysharjoittelu ja 10 minuutin kävely.
Elliptinen harjoittelu, 8vk.	
Fyysinen harjoittelu, 8 vk: Kestävyysharjoittelu, voimaharjoittelu, venyttely ja resiprokaalinen harjoittelu.	Fyysinen + mukautettu harjoittelu, 8 vk: Kestävyysharjoittelu, voimaharjoittelu, venyttely, resiprokaalinen harjoittelu ja mukautettu harjoittelu.
Jooga, 8 vk.	

Vesiterapia

Pérez-de la Cruz (2021) on tutkimuksessaan todennut sekä Ai Chi vesiterapian että vesiterapian ja kuivanmaan terapian yhdistelmän olevan tehokkaita parantamaan sekä staattista, että dynaamista tasapainoa aivohalvauksen jälkeen. Tutkimuksessa mukana oli kolme ryhmää, joista kuivanmaan-ryhmä harjoitteli yhteensä 24 harjoituskertaa 12 viikon aikana. Jokainen harjoituskerta kesti 45 minuuttia. Harjoittelun keskeinen osa koostui 30–40 minuutin voima- ja kestävyysharjoittelusta. Harjoitteet sisälsivät arjen toimintoihin perustuvia toiminnallisia harjoituksia, tasapainoharjoituksia, kasvolihasharjoituksia, proprioseptiivisiä harjoitteita sekä lihasten rentoutus- ja venytysharjoituksia. Pääasiassa harjoitteet sisälsivät sekä seisoma-asennossa että lattialla tehtäviä harjoitteita ja tasapainosarjoja. (Pérez-de la Cruz 2021.)

Vesiterapiaryhmä harjoitteli myös kaksi kertaa viikossa 45 minuuttia kerrallaan 12 viikon ajan yhteensä 24 harjoituskertaa. Vesiterapiaryhmän harjoitukset sisälsivät 19 liikkeen Ai Chi harjoitteluluohjelman, jonka kesto oli 30 minuuttia. Harjoittelu tapahtui 110 senttimetriä syvässä altaassa, jonka veden lämpötila oli 30 celsiusastetta. Kolmas ryhmä harjoitteli sekä altaassa että kuivalla maalla yhteensä 24 harjoituskertaa kaksi kertaa viikossa samoissa olosuhteissa kuin sekä kuivanmaan että vesiterapiaryhmät. 12 viikon jälkeen Bergin tasapainotestin, tandemseisannon ja TUG-testin pisteet paranivat merkittävästi yhdistetyssä vesi- ja kuivanmaan terapiaryhmässä. Parannukset olivat merkittävästi korkeampia verrattuna pelkästään kuivanmaan terapiaryhmän pisteisiin verrattuna. (Mt.) Taulukkoon 7 on koottu tutkimuksen mukaan tasapainoa kehittäneet harjoittelumuodot.

Taulukko 7. Hyödylliset harjoittelumuodot vesiterapiassa

Hyödylliset harjoittelumuodot vesiterapiassa	
Ai Chi vesiterapia, 12vk: 19 Ai Chi harjoitetta.	Kuivanmaan harjoittelu ja vesi Ai Chi, 12 vk: Tasapainoharjoitteita sisältävä voima- ja kestävyysharjoittelu kuivalla maalla ja vesialtaassa 19 Ai Chi harjoitetta.

Virtuaalitodellisuus- ja videopeliharjoittelu

Alashramin ja muiden (2020) tekemässä systemaattisessa katsauksessa mukana oli 8 tutkimusta vuosilta 2003–2019. Mukana olleiden tutkimusten metodologisessa laadussa oli vaihtelua matalasta korkeaan. Katsauksessa mukana olleiden tutkimusten interventtioiden ja kontrolliryhmien välillä ei havaittu merkittäviä eroja. Katsauksen kolmessa satunnaistetussa kontrollitutkimuksessa käytettiin virtuaalitodellisuusharjoittelua parantamaan traumaattisen aivovamman jälkeistä tasapainoa. (Alashram ym. 2020.)

Alashramin ja muiden (2020) katsauksessa mukana olevassa tutkimuksessa Cuthbert, Staniszewak, Hays, Gerber, Natale & O'Donnell tutkivat vuonna 2014 virtuaalitodellisuusharjoittelun vaikuttavuutta. Koeryhmä toteutti 15 minuutin harjoittelua Wii Fit- sekä Wii -peleillä tavanomaisen fysioterapiaharjoittelun lopussa. Virtuaalitodellisuusharjoitteluinterventioon sisältyi pelaamista kahdeksan minuuttia Wii Fit -tasapainolaudalla ja Wii Fit -urheilupelejä seitsemän minuuttia. Harjoittelua oli viikossa neljä kertaa neljän viikon aikana. Kontrolliryhmälle annettiin Extra Standard Balance -hoitoa. Koeryhmällä tasapainossa tapahtui merkittävää parannusta Bergin tasapainotestissä, mutta koko tutkimusjakson ja seurannan aikana verrattessa kontrolliryhmään, ei ero ollut merkitsevä. (Alashram ym. 2020.)

Alashram ja muut (2020) olivat sisällyttäneet myös toisen virtuaalitodellisuusharjoittelua käsittelevän tutkimuksen, jonka olivat toteuttaneet Sveistrup, McComas, Thornton, Marshall, Finestone & McCormick vuonna 2003. Koeryhmän harjoittelu sisälsi hyppäämistä, istumasta seisomaan nousua ja hölkkäämistä mahdollisimman kapealla tukipinnalla. Koeryhmä toteutti harjoittelua kuuden viikon aikana kolme kertaa viikossa. Yhden harjoituskerran kesto oli 60 minuuttia. Tutkimuksen kontrolliryhmä ei saanut mitään interventtiota. Näiden lisäksi katsauksessa oli mukana Thornton, Marshall, McComas, Finestone, McCormick & Sveistrup vuonna 2005 tekemä tutkimus, jossa he käyttivät tutkimuksessaan virtuaalitodellisuusharjoitteluinterventtiota IREX-tietokoneohjelmistolla. Harjoittelua oli kolme kertaa viikossa kuuden viikon ajan ja yksi harjoittelukerta kesti 50 minuuttia. Kontrolliryhmä sai perinteistä aktiivisuustasapainoharjoittelua. Virtuaalitodellisuusinterventioiden myötä tulokset eivät olleet kliinisesti merkittäviä kontrolliryhmiin verrattuna. Harjoittelun myötä tasapaino oli parantunut kaikissa ryhmissä. Katsauksessa mukana oli myös tutkimus, jossa pysty-

asennossa tehtäviä ryhtitasapainoon ja liikkuvuuteen liittyviä motorisia tehtäviä sisältävä interventio toteutettiin videopelin avulla. Sekä interventioryhmän että kontrolliryhmän tasapaino parantui, joten merkittävää eroa ryhmien välillä ei ollut. Interventiossa harjoittelua toteutettiin kolmena kertana viikossa kuuden viikon ajan kahdesta viiteen minuuttia. (Alashram ym. 2020.)

Aivohalvauksen jälkeen virtuaalitodellisuuden avulla toteutettu nilkka- ja lonkkastrategioiden harjoittelu paransi tasapainoa kroonisessa vaiheessa olevien kuntoutujien tasapainoa ja asennonhallintaa. Interventio toteutettiin kolmelle ryhmälle. Ryhmät jaoteltiin vammasta kuluneen ajan mukaan; alle vuosi, yhdestä kahteen vuotta ja yli kaksi vuotta. Interventioon sisältyi 20 harjoittelukertaa, jonka kesto oli 60 minuuttia. Viikon aikana harjoittelukertoja oli noin kolmesta viiteen. Harjoitteluun sisältyi 20 minuuttia perinteistä fysioterapiaa ja 40 minuuttia erityisesti nilkka- ja lonkkastrategioiden harjoittelua tasapainolaudan ja virtuaalitodellisuuden avulla. Perinteinen fysioterapia sisälsi staattisia seisomaharjoituksia sekä yhdellä jalalla että tandemasennossa, painon siirtoa askeltehtävillä, staattista ja dynaamista tasapainon harjoittelua ja monipuolista kävelyharjoittelua epätasaisella alustalla sekä portaissa. Virtuaalitodellisuusharjoittelu sisälsi kuusi eri nilkka- ja lonkkastrategiaharjoitetta. Harjoituksista osallistuja sai audiovisuaalista palautetta painopisteestä ja tavoitteena osallistujan oli painonsiirron ja asennon säätämisen avulla siirtää eri kohteita virtuaaliympäristössä. Mitä enemmän aikaa aivohalvauksesta oli kulunut, sitä heikompaa tasapainon parantuminen oli. Vammasta kulunut aika ei kuitenkaan estänyt tasapainon parantumista, sillä kaikissa ryhmissä kehitystä tapahtui. (Llorens, Noé, Alcañiz & Deutsch 2017.) Taulukkoon 8 on koottu edellä mainituista tutkimuksista sekä aivovamman että aivohalvauksen jälkeen tasapainon vahvistamisessa esiin nousseet hyödylliset virtuaalitodellisuusharjoittelumuodot.

Taulukko 8. Tasapainoa vahvistava virtuaalitodellisuusharjoittelu

Tasapainoa vahvistava virtuaalitodellisuusharjoittelu aivovamman ja aivohalvauksen jälkeen
Virtuaalitodellisuusharjoittelu, 4vk: Wii Fit-tasapainolaudan avulla harjoittelu.
Virtuaalitodellisuusharjoittelu, 6 vk: Hyppäämistä, istumasta seisomaan nousua ja hölkkäämistä kapealla tukipinnalla.
Virtuaalitodellisuusharjoittelu, 6 vk: Harjoittelua IREX-ohjelmiston avulla.
Virtuaalitodellisuusharjoittelu, kesto 4 vk: Nilkka- ja lonkkastrategioiden harjoittelu, askellusharjoittelu sekä painon siirto että kävely.

Vestibulaarinen harjoittelu

Alashramin ja muiden (2020) tekemä katsaus sisälsi kaksi vestibulaarista harjoittelua sisältävää satunnaistettua kontrolloitua tutkimusta. Ensimmäisessä katsauksen tutkimuksessa Kleffelgaard, Soberg, Tamber, Bruusgaard, Pripp, Sandhaug & Langhammer tekivät vuonna 2018 tutkimuksen, jossa koeryhmälle annettiin tavanomaisen avokuntoutuksen lisäksi vestibulaarista harjoittelua kaksi kertaa viikossa 60 minuuttia kerrallaan. Harjoittelu kesti kahdeksan viikkoa. Harjoitteluun sisältyi ohjausta, räätälöityjä harjoitteita, kotona tehtäviä harjoitteita ja harjoituspäiväkirjan täyttäminen. Harjoitteet oli suunniteltu lähtötilanne huomioiden. Harjoitteet sisälsivät Brandt-Daroff hyvänlaatuiseen paroksysmaaliseen asentohuimaukseen tarkoitettuja harjoitteita (BPPV), totutusharjoitteita liikeherkkyyteen ja huimaukseen, katseen vakauttamisen harjoitteita silmän ja pään koordinaation sekä heikentyneen vestibulo-okulaarisen refleksin (VOR) aikana ilmenevien oireiden hoitoon ja tasapainoharjoitteita aistinvaraisen integraation parantamiseen. Kotiharjoitteisiin sisältyi kahdesta viiteen muunnettua harjoitetta sekä fyysistä aktiivisuutta. Kontrolliryhmä sai perinteistä monialaista avokuntoutusta. Vestibulaariharjoittelua saaneet paransivat merkittävästi BESS-pisteitä tavanomaista monialaista avokuntoutusta saaneisiin verrattessa ensimmäisellä otannalla. Merkittävä ero oli kuitenkin kaventunut kahden kuukauden kohdalla. Toisessa katsauksen sisältämästä Cuff, Rose & Youngin 2014 vuonna tekemästä tutkimuksesta katsaukseen oli ollut saatavilla vain tiivistelmä. Tutkimuksessa koeryhmä harjoitteli seitsemän kertaa viikossa kahden viikon ajan kontrolliryhmän ollessa ilman interventiota. Kummassakaan ryhmässä tutkijat eivät raportoineet itse ilmoittamissa tasapainoasteikkopisteissä tapahtuneen parannusta. Alashramin ja muiden (2020) mukaan fysioterapia tulisi kohdentaa tasapainon heikkoutta aiheuttavaan syyhyn. Tutkijat nostavat myös esille, että stimuloivat visuaalista, vestibulaarista tai somatosensorista harjoittelua yhdistelemällä voidaan muuttaa aivojen hermoplastisuutta usean hermoston tasolla. Näin ollen monipuolinen harjoittelu voi olla vaikuttavampaa tasapainon vahvistamisessa aivovammakuntoutujilla. (Alashram ym. 2020.) Taulukossa 9 on esitettyä vestibulaarinen harjoittelumuoto, joka tutkimuksen mukaan oli parantanut aivovammakuntoutujien tasapainoa.

Taulukko 9. Tasapainoa vahvistava vestibulaarinen harjoittelu

Vestibulaarinen harjoittelu
Vestibulaarinen harjoittelu, 8 vk: Asentohuimaukseen ja huimaukseen harjoitteita, VOR-harjoitteita, tasapainoharjoitteita ja aistinvaraisen integraation paranemiseen.

7.3 Opas

Oppaan avulla havainnollistetaan kootut keskeiset tasapainoa kehittävät harjoitteet kuvallisilla ohjeilla ymmärrettävästi ja saavutettavasti. Oppaan toteutuksessa tulee ottaa huomioon selkokieli-
syy ja saavutettavuus, jotta kohderyhmän tarpeisiin voidaan vastata mahdollisimman hyvin. Saavutettavuutta lisäämällä voidaan vahvistaa kuntoutujien osallisuutta ja toimijuutta kuntoutuksessa. Näin ollen voidaan vahvistaa myös yhdenvertaisuutta. Selkokielellä kirjoitettujen ohjeiden avulla harjoitteet ovat aiovammakuntoutujien luettavissa ja ymmärrettävissä. Tämän avulla voidaan madaltaa omatoimiharjoittelun kynnyksiä ja tukea kuntoutujien itseohjautuvaa kuntoutusta. Selkokieli on yleiskieleen verrattuna sekä helpommin luettavaa että ymmärrettävää kieltä. Selkokielessä yleiskielen sisältö, rakenne ja sanasto on mukautettu lukijaystävällisemmäksi heitä varten, joiden on vaikea lukea yleiskieltä. (Kaatra & Ketola 2023, 6.)

Selkokeskuksen (2024) mukaan selkokielen julkaisun ulkoasussa tulee kiinnittää huomioita selkokielen riviväliin, jossa tulisi käyttää selkorivitystä. Tällöin yhdelle riville tulisi kirjoittaa toisiinsa kytköksissä olevat sanat. Tavutusta ei useinkaan tarvitse käyttää. Yhdelle riville muodostuu yksi kokonaisuus. Sekä uudet pää- että sivulauseet tulisi aloittaa seuraavan rivin alusta. Merkkimäärien suositeltava pituus riviä kohti on 50–60 merkkiä. Reunan tasausta käytetään vasempaan reunaan, mutta oikea jätetään tasaamatta. (Selkojulkaisun ulkoasu 2024.) Selkokielen tekstin informaation vahvistamiseksi voidaan käyttää kuvia. Ohjekuvien avulla voidaan esimerkiksi näyttää, mihin suuntaan tietty liike tulisi suorittaa. Vaikeiden, moniosaisten ohjeiden tukena voidaan käyttää kuvasarjoja. Ohjekuvien käytössä on tärkeä huomioida, että kuvissa on riittävästi kontrastia, jotta niiden hahmottaminen on vaivattomampaa. Myös kuvakulmalla on vaikutusta, eli kuvasarjoissa kuvakulman tulisi pysyä samana. (Kaatra & Ketola 2023, 6, 13–14.) Saavutettavuuden näkökulmasta kuviin voidaan liittää alt-teksti, eli vaihtoehtoinen teksti. Vaihtoehtoisen tekstin avulla kuvan voi lukea

tekstinä sellainen henkilö, joka ei näe kuvaa. Alt-tekstin saa näkyviin ruudunlukuohjelmalla. Vaihtoehtoista tekstiä käytetään erityisesti sähköisissä tiedostoissa ja verkkojulkaisuissa, joissa ne ovat saavutettavuusvaatimuksen edellyttämät. Mikäli kuvan sisältö on luettavissa esiin kuvaa ympäröivässä tekstissä, ei vaihtoehtoista tekstiä tarvitse kirjoittaa. (Kuvien vaihtoehtoiset tekstit n.d.)

Aivovamman jälkeen kuntoutujan toimintakykyyn fyysisten oireiden lisäksi voi vaikuttaa neuropsykologinen oirekuva. Näitä ovat usein kognitiiviset oireet sekä muutokset tunne-elämässä ja käyttäytymisessä (Winqvist & Nybo 2020). Aivovammapotilailla voi olla lieviä kielellis-kognitiivisia, kommunikaatioon ja puhemotoriikkaan liittyviä häiriöitä. Prosessointinopeuden hidastuminen, muistivaikkeudet etenkin työmuistissa ja tarkkaavaisuuden haasteet ovat tyypillisiä oireita lievissä vammoissa. Toipumisennuste on kuitenkin näiden osalta lievissä vammoissa hyvä. (Aivovammat 2023.) Muistitoimintojen osalta aivovammakuntoutujilla haasteita voi olla kaikilla muistin osaluille niin mieleen painamisessa, säilyttämisessä kuin mieleen palauttamisessakin. Muistitoimintojen haasteita voivat korostaa toiminnanohjauksen ja tarkkaavaisuuden säätelyn puutteet entistään. (Aivovammat 2023; Winqvist & Nybo 2020.) Kommunikaatioon ja ajatteluun liittyvät haasteet voivat tuoda haasteita esimerkiksi vuorovaikutustilanteisiin. Ajatus saattaa olla hidasta, konkreettista ja lapsenomaista. Kommunikaatiovaikkeudet voivat ilmetä esimerkiksi sanahakuisuutena. (Aivovammat 2023.)

Vaikeimmissa aivovammoissa yleisiä kognitiivisia haasteita ilmenee laajemmin. Toiminnanohjauksen haasteet voivat näyttäytyä juuttuvuutena, aloitekyvyn heikkenemisenä, tarkkaavuuden suunnittamisen ja ylläpidon vaikeutena. Usein voi esiintyä häiriöherkkyyttä, vaikeutta ennakoida ja suunnitella toimintaa. Toiminnanohjauksen vaikeudet voivat ilmetä myös impulsiivisuutena sekä oiretiedostuksen että sosiaalisen arviointikyvyn heikkenemisenä tai puuttumisena. (Aivovammat 2023; Winqvist & Nybo 2020.) Winqvistin ja Nybon (2020) mukaan edellä mainittuja oireita saattaa ilmetä erityisesti etuotsalohkoalueen vaurioissa (Winqvist & Nybo 2020). Näin ollen voidaan todeta, että aivovamman jälkeiset sekä fyysiset että psyykkiset oireet voivat olla moninaiset ja yksilölliset. Oirekuvaan ja sen laajuuteen vaikuttaa vamman sijainti ja vakavuus. Kuntoutuksen näkökulmasta onkin tärkeä tiedostaa tämä ja huomioida harjoitteiden suunnittelussa, ohjeiden kirjaamisessa ja ohjaamisessa jokainen kuntoutuja yksilöllisesti. Edellä mainitut aivovamman jälkeiset kognitiiviset haasteet huomioitiin harjoitteluoppaan ohjeiden ja ulkoasun suunnittelussa.

8 Johtopäätökset

Kirjallisuuskatsauksesta saatujen tulosten perusteella, aivovamman kroonisen vaiheen tasapainovaikeudet voivat ilmetä hyvin moninaisina, eikä mikään tietyn tyyppinen harjoittelumuoto nouse vastaamaan ylitse muiden näihin tasapainovaikeuksiin. Aivovamman tasapainovaikeuksiin vaikuttavat niin vamman vaikeusaste, tyyppi, yksilölliset ominaisuudet kuin myös muut vamman aiheuttamat oireet, kuten neuropsykologiset ja kognitiiviset oireet sekä merkittävästi yleinen huimaus. Tutkimuksista ilmeni keskeisesti, että aivovammaan liittyy usein vaikeuksia erityisesti dynaamisessa ja reaktiivisessa tasapainossa, mikä on merkittävä löydös toimintakyvyn ja arkielämän kannalta. Aivovamman moninaiset oireet huomioon ottaen, voidaan saavuttaa tehokkaampia tasapainoa parantavia tuloksia yhdistämällä monipuolisesti visuaalista, vestibulaarista ja somatosensorista harjoittelua, mikä edistää aivojen hermoplastisuutta useilla hermoston tasoilla.

9 Pohdinta

9.1 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyöprosessi alkoi aiheen pohdinnalla; mitä kehitetään ja miksi? Opinnäytetyön toimeksiantaja, Keski-Suomen aivovammayhdistys esitti toiveensa ja tarpeensa tasapainoa ja liikehallintaa vahvistavasta harjoitteluoppaasta. Tällöin havaittiin, että aivovammaan ja tasapainon vahvistamiseen liittyviä opinnäytetöitä ja tutkimuksia on jo tehty. Erityisesti aivovamman kroonisen vaiheen tasapainovaikeuksiin tähtääviä harjoitteluoppaita perusteellisen tiedonkeruun pohjalta ei kuitenkaan löydetty. Tämän myötä määritettiin opinnäytetyön tavoite ja tarkoitus. Toikon ja Rantasen (2009) mukaan tavoitteen konkreettinen määrittäminen ja rajaaminen on toteutuksen kannalta hyödyllistä. Kehittämistoiminnan ajankohtaisuutta tulisi myös pohtia. Lisäksi tärkeä on toiminnan suunnittelu ja organisointi, eli huomioida käytettävissä olevat resurssit ja jakaa vastuut. Yhteistyötahoja tulisi osallistaa sekä kehittämistyön suunnitteluun että arviointiin. (Toikko & Rantanen 2009, 57–59.)

Suunnitellessa ja organisoitaessa kehittämistoimintaa pohdittiin sen ajankohtaisuutta ja merkityksellisyttä. Tutkimuksellisen kehittämistyön avulla fysioterapia-alan kehittämiseen osallistuttiin tuomalla esiin uusin tutkimustieto ammattilaisten hyödynnettäviksi niin aivovammakuntoutujien

tasapainohäiriöistä, kuin hyödyllisistä harjoittelumuodoista tasapainon vahvistamisessa. Fysioterapia-alan ammattilaiset voivat hyödyntää esille nostettua tutkimustietoa kuntoutuksen ja harjoittelun suunnittelussa, toteutuksessa ja ohjauksessa. Ohjauksen ja kuntoutuksen saavutettavuuden näkökulmasta onkin merkityksellistä nostaa esiin, kuinka selkokielisten kuvallisten ohjeiden avulla kohderyhmän erityistarpeita ja toiveita voidaan huomioida mahdollisimman hyvin. Huomioimalla kohderyhmän toiveet ja tarpeet kokonaisvaltaisesti voidaan kuntoutuksen vaikuttavuutta entisestään parantaa.

Resurssien ja vastuunjaon suunnittelussa tärkeänä osana oli eri vaiheiden aikataulutus. Yhteistyötahoja informoitiin ja osallistettiin opinnäytetyön jokaisessa vaiheessa. Tämä toteutettiin keskustelemalla toimeksiantajan edustajien kanssa, jolloin kartoitettiin heidän toiveitaan ja tarpeitaan kehittämistyöhön liittyen ja annettiin ajantasaista tietoa opinnäytetyön etenemisestä. Lopuksi toimeksiantajalta pyydettiin palautetta kehittämistyön tuotoksesta. Toimeksiantajan kanssa toteutetun yhteistyön myötä ymmärrys moniammatillisen ja monialaisen työskentelytavan tärkeydestä vahvistui. Toimeksiantajaa osallistamalla ja kuuntelemalla voitiin vastata heidän tarpeisiinsa mahdollisimman konkreettisesti, ottaen toiveet huomioon. Sekä kirjallisuuskatsauksen vaiheiden, kuin tiimityöskentelyn osalta osaamisen kehittymistä oppimisprosessissa vahvasti parityöskentely.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa aivovamman vaikutuksesta tasapainon heikentymiseen sekä tasapainoharjoittelun vaikuttavuudesta tasapainon kehittymiseen. Tavoitteena oli tuottaa aivovammakuntoutujien omatoimiharjoittelun tueksi tasapainoa ja liikehallintaa vahvistava opas. Kirjallisuuskatsauksen ja teoriataustan pohjalta suunniteltiin ja koottiin opas marraskuun alussa 2024. Kirjallisuuskatsauksessa mukana olleissa tutkimuksissa toteutetut harjoittelumuodot niin interventio- kuin kontrolliryhmissä olivat kehittäneet tasapainoa. Näin ollen mikään yksittäinen interventio ei nousut muita paremmaksi. Oppaan harjoitteita valitessa keskityttiin erityisesti ensimmäisen tutkimuskysymyksen tuottamaan tietoon, jonka mukaan erityisesti yleisesti heikentymistä on dynaamisessa tasapainossa. Tämän lisäksi esille nousi, että heikentymistä voi olla myös reaktiivisessa tasapainossa. Morrisin ja muiden (2022) mukaan reaktiivisen tasapainon heikkeneminen voi merkittävästi vaikuttaa sekä liikkumis- että toimintakykyyn ja esimerkiksi nostaa kaatumisen riskiä. (Morris ym. 2022). Näin ollen reaktiivisen tasapainon harjoittelu aivovammakuntoutujilla on merkityksellistä. Harjoitteita suunnitellessa tämä havainto huomioitiin.

Kirjallisuuskatsauksen tuottamat tulokset tutkimuskysymyksiin välitettiin tiedoksi myös opinnäytetyön toimeksiantajalle. Samalla kartoitettiin heidän toiveitaan oppaaseen ja harjoitteisiin liittyen ennen oppaan suunnittelua.

Aivovamman jälkitilan oireet vaihtelevat yksilöittäin ja vammatyypeittäin (Aivovammojen luokittelua, n.d.; Kinnunen 2024). Koska myös aivovamman seurauksena syntyvien tasapainohäiriöiden syyt ja ilmenemismuodot voivat vaihdella kuntoutujien välillä, ei ollut tarkoituksenmukaista valita vain tiettyyn tasapainon osa-alueeseen tai -järjestelmään keskittyvää harjoittelua oppaan pääpainoksi. Myös aivojen plastisuus huomioiden, haluttiin oppaaseen sisällyttää monipuolisesti tasapainon eri tavalla vaikuttavia harjoitteita. Oppaaseen sisällytettiin staattisen tasapainon hallintaa, kävelyyn liittyviä harjoituksia, pään kääntelemistä sekä motorista kontrollia, sillä etenkin D'Silvan ja muiden (2021) mukaan, näissä on kroonisen aivovamman yhteydessä havaittu heikentymistä (D'Silva ym. 2021). Aivovamman kroonisen vaiheen dynaamisen tasapainon heikkouden ja toisaalta myös sen toimintakykyyn liittyvän merkittävyyden vuoksi, valittiin oppaaseen myös dynaamista tasapainoa kehittäviä harjoitteita (Joubran ym. 2022). Lisäksi monet tutkimukset korostivat visuaalisten ja vestibulaaristen tasapainohäiriöiden sekä reaktiivisen tasapainon yhteyttä ja vaikutusta liikkumiskykyyn (Morris ym. 2022; D'Silva ym. 2021; Heicki & Alkathiry 2024). Näiden tulosten perusteella oppaaseen suunniteltiin harjoitteita, jotka haastavat vestibulaarijärjestelmää, vahvistavat reaktiivista tasapainokontrollia sekä dynaamista tasapainoa ja tukevat vestibulo-okulaarista refleksiä.

Tasapaino- ja liikehallintaharjoittelua suositellaan toteutettavaksi kahdesta kolmeen kertaa viikossa (Väyrynen & Saarikoski 2024; Aikuisten liikkumisen suositus 2019; Lesinski ym. 2015). Näin ollen myös Kehitä tasapainoasi -oppaan ohjeisiin kirjattiin sama suositus harjoittelutiheyden osalta. Lesinski ja muut (2015) totesivat, että tasapainon kehittymisessä vaikuttavia ovat olleet erilaiset tasapainoharjoitteluohjelmat, joissa sarja ja toistomäärät olivat poikenneet toisistaan. (Lesinski ym. 2015.) Okubo ja muut (2017) nostivat esiin tutkimuksissaan, että iäkkäiden aikuisten kaatumista voidaan ehkäistä jopa 50 % sekä reaktiivisia että tahdonalaisia askeltamisharjoituksia sisältävän harjoittelun avulla. Askeltamisharjoittelun vaikuttavuus kaatumisen riskin pienentämisessä selittyy tehtäväkeskeisellä harjoittelulla, jossa muokataan sensomotorisia ja neuropsykologia

taitoja, joita tarvitaan kaatumisen välttämiseksi (Okubo ym. 2017). Tämän vuoksi oppaaseen sisällytettiin askellusharjoitteita. Oppaan harjoitteen toistomäärissä otettiin huomioon aivovammakuntoutujien vaihteleva toimintakyky sekä mahdollinen kognitiivinen oirekuva. Toistomääräksi kirjattiin viidestä kymmeneen, jotta kuntoutuja voi suhteuttaa toistomäärän sen hetkisten voimavarojen mukaan. Toisaalta harjoittelun aloittamisen kynnyksen haluttiin pitää mahdollisimman matalana, joka myös otettiin toistomäärien suunnittelussa huomioon. Harjoitteissa huomioitiin monipuolisuus ja eri vaikeustasot, joka oli myös toimeksiantajan toiveena. Sherringtonin ja muiden (2014) mukaan tasapainoharjoitteluun tulisi sisällyttää tasapainon haastamista kolmella eri tavalla, joita ovat tukipinnan pienentäminen, painonsiirrot ja tuen vähentäminen. Tasapainon haastavuuden lisäämisessä on kuitenkin tärkeää huomioida harjoittelun turvallisuus ja minimoida kaatumisen riski. (Sherrington ym 2014.) Harjoitteluoppaan harjoitteissa huomioitiin niin tukipinnan muutokset, painonsiirrot kuin myös harjoittelussa kevyen tuen ottaminen tarpeen mukaan tai harjoittelu ilman tukea. Tasapainoharjoittelun lisäksi oppaassa kannustettiin aktiiviseen ja monipuoliseen liikkumiseen vaihtuvissa olosuhteissa, jotta tasapainon harjoittelu linkittyisi myös arjen toimintoihin. Oppaan ulkoasua ja harjoitteita suunnitellessa huomioitiin aivovamman seurauksena mahdollisesti ilmenevä vaihteleva neuropsykologinen oirekuva. Sekä Käypä hoito- suosituksen (2023) että Winqvistin ja Nybon (2020) mukaan fyysisten oireiden lisäksi neuropsykologiset oireet voivat olla aivovamman jälkeen moninaiset. (Aivovammat 2023; Winqvist & Nybo 2020.)

Toimeksiantajan toiveen mukaisesti kirjalliset ohjeet tehtiin selkokielisiksi. Selkokeskuksen (2024) ohjeiden mukaan selkokielisessä julkaisussa tulisi olla selkorivitystä, jolloin jokaiselle riville kirjoitetaan sanat, jotka liittyvät toisiinsa. Uudet pää- ja sivulauseet kirjoitetaan seuraavan rivin alkuun ja jokaisen rivin suositeltu pituus on noin 50–60 merkkiä. Reuna tulisi tasata vasempaan reunaan. (Selkojulkaisun ulkoasu 2024.) Kirjallisissa ohjeissa käytettiin mahdollisimman suurta fonttia. Fonttikokoa rajoitti kuitenkin vieressä olevien kuvien koko. Näin ollen otsikossa käytettiin fontissa kokoa 14 ja leipätekstissä 12. Ohjeita kirjoittaessa yhdelle riville kirjoitettiin yksi asiakokonaisuus, niin että merkkimäärä olisi ohjeen mukainen noin 50–60 merkkiä. Numeroimalla ohjeiden vaiheet pyrittiin helpottamaan vaiheiden seuraamista. Ohjeiden seuraamisen helpottamiseksi vasen reuna tasattiin. Kaatran ja Ketolan (2023) mukaan kuvien avulla voidaan vahvistaa informaatiota. Kuvien käytössä kuitenkin huomioitava riittävä kontrasti ja kuvakulma. Moniosaisia ja vaikeita ohjeita tu-

lisi selkeyttä kuvasarjoilla. (Kaatra & Ketloa 2023, 6, 13–14.) Näin ollen informaation vahvistamiseksi kirjallisten ohjeiden tukena oppaassa käytettiin selkeitä ja mahdollisimman isokokoisia kuvia. Kuvia ja ohjeita suunniteltaessa varmistettiin riittävä kontrasti, jotta niiden hahmottaminen olisi helppoa. Harjoitteissa kuvakulmat pidettiin samana, jonka avulla pyrittiin tukemaan asennon hahmottamista ja näin ollen harjoitteen suoristusta ja suoritustekniikkaa. Vaikeimmissa moniosaisissa harjoitteissa käytettiin kuvasarjoja ohjeen tukena. Vaihtoehtoisia tekstejä ei oppaan kuvissa käytetty, sillä opas on tarkoitettu tulosteeksi. Vaikka opasta käytettäisiin sähköisenä tiedostona, on kuvien vieressä selkokielisesti kirjoitettuna ja kuvattuna kuvan sisältö. Toimeksiantajan toive oppaan koosta huomioitiin ja tämän vuoksi oppaasta tehtiin A4 kokoinen. Opas lähetettiin toimeksiantajalle sähköisenä PDF-versiona, josta toimeksiantaja voi tulostaa ja jakaa oppaita aivovammapotilaille.

9.2 Eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön tekemisessä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä, pitäytyen sen peruseriaateissa. Näihin peruseriaatteisiin kuuluvat luotettavuus, rehellisyys, arvostus ja vastuullisuus. (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa 2023, 11). Jo suunnitteluvaiheessa pohdittiin, kuinka voimavarat suhteutetaan opinnäytetyön tekemiseen ja millaisin menetelmin opinnäytetyö toteutetaan. Suunnitelman lisäksi luotettavuuden arviointia tehtiin opinnäytetyön edetessä jatkuvasti. Opinnäytetyöhön raportoitii näkyvästi, millä hakusanoilla tai lausekkeilla haut tehtiin ja mitä tietokantoja käytettiin. Tiedonhaussa käytettiin luotettavia terveysalan tietokantoja, kuten PubMediä ja Pedroa. Kirjallisuuskatsauksen sisäänotto- ja poissulkukriteereitä noudatettiin ja ne raportoitii selkeästi. Tutkimusten laatua arvioitaessa otettiin huomioon, kuinka hyvin ne vastaavat asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksia valitessa arvioitiin tutkimusasetelmaa, interventioita ja kestoja. Tutkimuksen kohderyhmällä täytyi olla joko aivovamman tai aivoverenkiertohäiriön jälkitila, sillä kuntoutus näillä kohderyhmillä samanlainen. Mukaan otettavissa tutkimuksissa ikäjakauma rajattiin aikuisuuteen, eli poissuljettiin lapset tai iäkkäät. Näin ollen saatiin mahdollisimman luotettavia tuloksia rajatusta aiheesta muodostettuihin tutkimuskysymyksiin

Tutkimusten määrä huomioiden pyrittiin, käyttämään mahdollisimman tuoreita ja ajankohtaisia tutkimuksia. Tutkimusten haku ja raportointi tehtiin läpinäkyvästi ja siten, että kuka tahansa voisi

toistaa haun samoilla kriteereillä saaden samanlaiset tulokset. Tutkimusten arvioinnin luotettavuus lisääntyy, kun arviointia suorittaa kaksi henkilöä (Niela-Vilén & Hamari 2016, 28). Sekä aineiston hakuun että tutkimusten laadun arvioimiseen osallistuivat molemmat opinnäytetyön tekijät, jonka avulla luotettavuutta voitiin lisätä. Toisaalta luotettavuutta saattoi heikentää tekijöiden kokemattomuus, sillä opinnäytetyön tekijöistä kumpikaan ei ollut aiemmin kirjallisuuskatsausta tehnyt. Kahden tekijän osallistuessa opinnäytetyön tekemiseen, prosessin eri vaiheiden luotettavuutta ja eettisyyttä voitiin vahvistaa tuomalla esiin monipuolisia näkökulmia, pohtimalla niitä ja käymällä kriittistä keskustelua. Nostamalla esiin jo olemassa olevaa tutkittua tietoa kunnioitettiin ja arvostettiin tutkijoiden tekemää työtä. Lähdeviitteitä käytettiin Jyväskylän ammattikorkeakoulun ohjeiden ja hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Opinnäytetyötä varten toimeksiannosta tehtiin kirjallinen sopimus toimeksiantajan, opiskelijoiden ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun kesken. Opinnäytetyö ei sisällä mitään salassa pidettävää tietoa ja valmis opinnäytetyö julkaistiin Theseus-julkaisuarkistoon. Opas, joka tuotettiin opinnäytetyön lopputuloksena, tuli Keski-Suomen aivovammayhdistyksen tulostettavaksi ja jaettavaksi, sisältäen tekijöiden nimet.

9.3 Jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyön tavoitteena oli koota kirjallisuuskatsauksen avulla tietoa sekä tasapainohaasteista että tasapainoharjoittelusta aivovamman kroonisessa vaiheessa. Tutkimuksellisen kehittämistyön tuloksena tuotettiin Keski-Suomen aivovammayhdistyksen käyttöön tasapainoharjoitteluopas. Jatkotutkimusaiheena voitaisiin tutkia oppaan harjoitteiden vaikuttavuutta aivovammakuntoutujien tasapainon kehittymiseen esimerkiksi fysioterapia-alan opiskelijoiden ohjaamassa säännöllisessä harjoitteluryhmässä. Koska oppaan harjoitteet ovat keskittyneet pääasiassa tasapainoon, voitaisiin jatkokehityksenä koota uuden kehittämistyön avulla opas alaraajojen lihasvoimaharjoitteluun, aivovammakuntoutujien tasapainoharjoittelun tueksi. Laadullisena jatkotutkimuksena voitaisiin kartoittaa kyselytutkimuksin kehittämistyönä tuotetun tasapainon harjoitteluoppaan käytettävyyttä aivovammakuntoutujien keskuudessa. Näin saataisiin oppaan tärkeimmän kohderyhmän, eli aivovammakuntoutujien arvio oppaan tavoitteen saavuttamismahdollisuuksista, eli sen matalan kynnyksen käytettävyydestä kroonisessa vaiheessa, ymmärrettävyydestä sekä arkeen sovellettavuudesta.

Lähteet

Aikuisiän aivovammat. 2003. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 15.05.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/lehti/2003/7/duo93506?keyword=diffuusi%20aksonivaurio>.

Aikuisten liikkumisen suositus. 2019. Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille. UKK-instituutti. Viitattu 4.6.2024. <https://ukkinstituutti.fi/liikkuminen/liikkumisen-suositukset/aikuisten-liikkumisen-suositus/>.

Aivovammat. 2023. Käypä hoito -suositus. Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 16.5.2024. Julkaistu: 20.12.2023. <https://www.kaypahoito.fi/hoi18020#K1>.

Aivovammojen luokittelu. N.d. Päivitetty 24.1.2024. Terveyskylä, Aivovammat. <https://www.terveyskyla.fi/aivotalo/aivosairaudet/aivovammat/aivovammojen-luokittelu>.

Alam, A., Thelin, E., Tajsic, T., Khan, D., Khellaf, A., Patani, R. & Helmy, A. 2020. Cellular infiltration in traumatic brain injury. *Journal of Neuroinflammation* 17, 328. Viitattu 15.10.2024. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12974-020-02005-x>.

Alashram, A., Giuseppe, A., Manikandan, R. & Elvira, P. 2020. Effects of physical therapy interventions on balance ability in people with traumatic brain injury: A systematic review. *Neuro Rehabilitation*, 46, 4, 455–466. Viitattu 15.10.2024. <https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre203047>.

Arokoski, J., Heinonen, A. & Ylinen, J. 2024. Fysioterapia. Julkaisussa *Fysiatria*. Toim. Arokoski, J., Mikkelsen, M., Saltychev, M. & Vainionpää, A. Helsinki: Duodecim. 472.

Balance training. N.d. Physiopedia. Viitattu 19.05.2024. https://www.physio-pedia.com/Balance_Training.

Carr, J. & Shepherd, R. 2010. *Neurological Rehabilitation: optimizing motor performance*. 2. painos. Churchill Livingstone.

Cesar, G., Buster, T. & Burnfield, J. 2024. Lower extremity muscle activity during reactive balance differs between adults with chronic traumatic brain injury and controls. *Frontiers in Neurology*, 15, 1432293. Viitattu 07.11.2024. <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2024.1432293/full>.

Cushing, S. L. & Brodsky, J. R. 2019. *Manual of Pediatric Balance Disorders*. Second Edition, Plural Publishing. ProQuest Ebook Central. Viitattu 07.08.2024. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/jypoly-ebooks/detail.action?docID=6036872>.

- Damiano, D., Zampieri, C., Ge, J., Acevedo, A. & Dsurney, J. 2016. Effects of a rapid-resisted elliptical training program on motor, cognitive and neurobehavioral functioning in adults with chronic traumatic brain injury. *Experimental Brain Research*, 234, 8, 2245-2252. PubMed. Viitattu 14.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4925297/>.
- D'Silva, L.J., Chalise, P., Obaidat, S., Rippee, M. & Devos H. 2021. Oculomotor Deficits and Symptom Severity Are Associated With Poorer Dynamic Mobility in Chronic Mild Traumatic Brain Injury. *Frontiers of Neurology*, 26, 12, 642457. Viitattu 19.10.2024. <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2021.642457/full>.
- Duquette, A., Senia, M., van Wyk, P., Baker, J., Paquin, K. & Horton, S. 2022. Re-examining the relationship between measures of static and dynamic balance among young adults. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 7, 012. Viitattu 07.11.2024. <https://ciss-journal.org/article/view/8263>.
- Elo, S., Kajula, O., Tohmola, A. & Kääriäinen, M. 2022. Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen. *Hoitotiede*. 34, 4, 215–225.
- Fino, P.C., Dibble, L.E., Wilde, E.W., Fino, N.F., Johnson, P., Cortez, M. M., Hansen, C., van der Veen, S., Skop, K., Werner, J. K., Tate, D., Levin, H., Pugh, M. & Walker, W. 2022. Sensory Phenotypes for Balance Dysfunction After Mild Traumatic Brain Injury. *American Academy of Neurology*, 99, 5, e521–e535. PubMed. Viitattu 29.05.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9421603/>.
- Galgano, M., Toshkezi, G., Qiu, X., Russel, T., Chin, L. & Zhao L-R. 2017. Traumatic Brain Injury: Current Treatment Strategies and Future Endeavors. *Cell Transplantation*, 26, 7, 1118-1130. Viitattu 12.10.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5657730/>.
- Havulinna, S., Piirtola, M., Karinkanta, S., Pitkänen, T., Punakallio, A., Sihvonen, S., Kettunen, J. & Häkkinen H. 2017. Kaatumisten ja kaatumisvammojen ehkäisyn fysioterapiasuositus. *Duodecim*. Viitattu 7.11.2024. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/sfs/article/sfs00003?toc=900>.
- Heick, J.D. & Alkathiry, A. 2024. Impact of Concussions on Postural Stability Performance Using the Head Shake-Sensory Organization Test. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 19, 1, 1454-1461. PubMed. Viitattu 19.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10761627/>.
- Hill, M., Wdowski, M., Rosicka, K., Kay, A. & Muehlbauer, T. 2023. Exploring the relationship of static and dynamic balance with muscle mechanical properties of the lower limbs in healthy young adults. *Frontiers in Physiology*. 14, 1168314. Viitattu 07.11.2024. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2023.1168314/full>.

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2023. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Helsinki. Viitattu 08.11.2024. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf.

Joubran K., Bar-Haim, S. & Shmuelof, L. 2022. The functional and structural neural correlates of dynamic balance impairment and recovery in persons with acquired brain injury. *Scientific Reports*, 12, 7990. Viitattu 07.08.2024. <https://www.nature.com/articles/s41598-022-12123-6>.

Joyce, J. M., Debert, C. T., Chevignard, M., Sorek, G., Katz-Leurer, M., Gagnon, I. & Schneider, K. J. 2022. Balance impairment in patients with moderate-to-severe traumatic brain injury: Which measures are appropriate for assessment? *Frontiers in Neurology*, 13, 906697. PubMed. Viitattu 29.05.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9381921/>.

Kaatra, K. & Ketola, A. 2023. Selkokuvaopas. Selkokeskus / Kehitysvammaliitto. Viitattu 31.5.2024. https://selkokeskus.fi/wp-content/uploads/2023/05/selkokuvaopas_kaatraketola_2023.pdf.

Kauranen, K. 2011. Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 167. Tampere: Tammerprint.

Kinnunen, J., Marinkovic, I., Sarkanen, T., Nybo, T. & Melkas, S. 2024. Aivovamman jälkeinen hoito ja seuranta. Aikakausikirja *Duodecim*. Viitattu 29.05.2024. <https://www.duodecimlehti.fi/duo18095>.

Kuvien vaihtoehtoiset tekstit. N.d. Viitattu 26.11.2024. Päivitetty 4.10.2024. <https://www.saavutettavasti.fi/kuva-ja-aani/kuvat/#vastine>.

Lacour, M., Helmchen, C. & Vidal, PP. 2016. Vestibular compensation: the neuro-otologist's best friend. *Journal of Neurology*, 263 (Suppl 1), 54–64. 07.08.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4833803/>.

Lemetti, T. & Ylönen, M. 2016. Kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusartikkeleiden arviointi. Teoksessa *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Toim. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. Turun yliopisto. 67–68. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A/73/2016. 2. painos.

Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. 2015. Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45, 1721–1738. PubMed. Viitattu 20.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4656699/#Sec2>.

Levo, H., Lindsberg, P., Jutila, T. & Hirvonen, T. 2013. Molempien sisäkorvan tasapainoelinten vajaatoiminta tasapainohäiriön taustalla. Tapausselostus. *Läketieteellinen aikakauskirja Duodecim*, 129, 14, 1494–8. Viitattu <https://www.duodecimlehti.fi/duo11096>.

Llorens, R., Noé, E., Alcañiz, R. & Deutsch, JE. 2017. Time since injury limits but does not prevent improvement and maintenance of gains in balance in chronic stroke. *Brain Injury*, 32, 3, 303–309. Viitattu. 22.10.2024. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02699052.2017.1418905>.

Mansfield, A., Wong, JS., Bryce, J., Knorr, S. & Petterson, KK. 2015. Does Perturbation-Based Balance Training Prevent Falls? Systematic Review and Meta-Analysis of Preliminary Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy & Rehabilitation Journal*, 95, 5, 700-709. Viitattu 29.10.2024. <https://academic.oup.com/ptj/article/95/5/700/2686424?login=false>.

Marjamaa, M. & Sinisalo, R. 2022. Kirjallisuuskatsauksen ohjaus – perustana tutkimuskysymys ja ohjaushaastattelu. *Kreodi. Ammattikorkeakoulujen kirjastojen verkkolehti*. Viitattu 28.05.2024. <https://www.kreodi.fi/arkisto/artikkelit/kirjallisuuskatsauksen-ohjaus-perustana-tutkimuskysymys-ja-ohjaushaastattelu.html>.

McAllister, TW. 2011. Kuvio Relationship of vulnerable brain regions to common neurobehavioral sequelae associated with TBI. Artikkelissa “Neurobiological consequences of traumatic brain injury”. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 13, 3, 287-300. Viitattu 07.11.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3182015/>.

Morris, A., Casucci, T., McFarland, MM., Cassidy, B., Pelo, R., Kreter, N., Dibble, LE. & Pino, PC. 2022. Reactive balance responses after mild traumatic brain injury (mTBI): a scoping review. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 37, 5, 311-317. PubMed. Viitattu 29.05.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9339587/>.

Muehlbauer, T., Grundmann, A., Vorkamp, L., & Schedler, S. 2022. Effect of balance training on static and dynamic balance performance in male adolescents: role of training frequency. *BMC Research Notes*, 12, 15, 365. PubMed. Viitattu 01.11.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9743712/>.

Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. Turun yliopisto. 28–29, 31. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A/73/2016. 2. painos.

Okubo, Y., Schoene, D. & Lord, S. 2017. Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 7, 586. Viitattu 07.11.2024. <https://www.proquest.com/docview/1882910816?parentSes-sionId=p%2FC6Y7Ts7GMsp4H9A3WUCGgQ8a0bjll49yH2Z5bO1A%3D&accountid=11774&sourceType=Scholarly%20Journals> .

Palomäki, H., Niskakangas, T., Öhman, J. & Koskinen, S. 2015. Aivovammapotilaan kuntoutus. Toim. Soinila, S. & Kaste, M. Neurologia. Oppikirja Duodecim. Viitattu 07.08.2024. <https://www.oppiporrti.fi/opk04598>.

Pérez-de la Cruz, S. 2021. Comparison between Three Therapeutic Options for the Treatment of Balance and Gait in Stroke: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, 8, 426. Viitattu 16.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7827398/>.

Peterson, SM. & Ferris, D.T. 2019. Group-level cortical and muscular connectivity during perturbations to walking and standing balance. *Neuroimage*, 198, 93–103. PubMed. Viitattu 19.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6592721/>.

Reactive balance training. N.d. Physiopedia. Viitattu 31.5.2024. https://www.physio-pedia.com/Reactive_Balance_Training?utm_source=physiopedia&utm_medium=related_articles&utm_campaign=ongoing_internal.

Rizzato, A., Paoli, A., Andretta, M., Vidorin, F. & Marcolin, G. 2021. Are Static and Dynamic Postural Balance Assessments Two Sides of the Same Coin? A Cross-Sectional Study in the Older Adults. *Frontiers in Physiology*, 12, 681370. Viitattu 07.11.2024. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.681370/full>.

Romanov, R., Mesarič, L., Perić, D., Damiš, J. & Filišič, Y. 2021. The effects of adapted physical exercise during rehabilitation in patients with traumatic brain injury. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67, 4, 482-489. PubMed. Viitattu 15.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8790262/>.

Row, J., Chan, L., Damiano, D., Shenouda, C., Collins, J. & Zampieri, C. 2019. Balance Assessment in Traumatic Brain Injury: A Comparison of the Sensory Organization and Limits of Stability Tests. *Journal of Neurotrauma*, 36, 16, 2435–2442. PubMed. Viitattu 29.05.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6661911/>.

Ruet, A., Bayen, E., Jourdan, C., Ghout, I., Meaude, L., Lalanne, A., Pradat-Diehl, P., Nelson, G., Charanton, J., Aegerter, P., Vallat-Azouvi, C. & Azouvi, P. 2019. A Detailed Overview of Long-Term Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury Eight Years Post-injury. *Frontiers of Neurology*, 21,10,120. PubMed. Viitattu 19.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6393327/>.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopiston julkaisu. Viitattu 28.05.2024. https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Selkojulkaisun ulkoasu. 2024. Selkokeskus. Viitattu 31.5.2024. <https://selkokeskus.fi/selkokieli/selkojulkaisun-ulkoasu/>.

Shenoy Handiru, V., Alivar, A., Hoxha, A., Saleh, S., Suvisheshamuthu, ES., Yue, GH. & Allexandre D. 2021. Graph-theoretical analysis of EEG functional connectivity during balance perturbation in traumatic brain injury: A pilot study. *Human Brain mapping*, 42(14):4427-4447. Viitattu 07.08.2024. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hbm.25554> .

Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J., & Lord, S. 2011. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *NSW Public Health Bulletin*, 22, 3–4, 78–83. PubMed. Viitattu 7.11.2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21632004/>.

Stephens, J., Hernandez-Sarabia, J., Sharp, J., Leach, H., Bell, C., Thomas, M., Burzynska, A., Weaver, J. & Schmid, A. 2023. Adaptive yoga versus low-impact exercise for adults with chronic acquired brain injury: a pilot randomized control trial protocol. *Frontiers of Human Neuroscience*, 17:1291094. Viitattu 16.10.2024. <https://www.frontiersin.org/journals/human-neuroscience/articles/10.3389/fnhum.2023.1291094/full>.

Sulosaari, V. & Kajander-Unkuri, S. 2016. Integroitu kirjallisuuskatsaus. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. Turun yliopisto. 107–108, 110. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A/73/2016. 2. painos.

Surgent, O., Dadalko, O., Pickett, K. & Travers, B. 2019. Balance and the brain: A review of structural brain correlates of postural balance and balance training in humans. *Gait & posture*, 6, 71, 245–252. PubMed. Viitattu 6.11.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6594858/>.

Tefertiller, C., Hays, K., Natale, A., O'Dell, D., Ketchum, J., Sevigny, M., Eagye, C. B., Philippus, A. & Harrison-Felix, C. 2019. Results From Randomized Controlled Trial to Address Balance Deficits After Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100, 8, 1409–1416. PubMed. Viitattu 29.05.2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8594144/>.

Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.

Valkeapää, K. 2016. Tutkimusaineiston valinta systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. Teoksessa Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Toim. Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. Turun yliopisto. 57–61, 64. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. A/73/2016. 2. painos.

Vilka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Art House, Helsinki. Viitattu 28.05.2024.

Väyrynen, P. & Saarikoski, R. 2024. Liikeshallinnan harjoittaminen. Terveyskirjasto Duodecim. Viitattu. 1.11.2024. <https://www.terveyskirjasto.fi/tju00210>.

Wallace, B. & Lifshitz, J. 2016. Traumatic brain injury and vestibulo-ocular function: current challenges and future prospects. *Eye and Brain*, 6;8:153-164. PubMed. Viitattu 19.10.2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5398755/>.

Watson, M., Black, F.O. & Crowson, M. N.d. Kuvio Balance is achieved and maintained by a complex set of sensorimotor control systems, artikkelissa "Good balance is often taken for granted". Vestibular Disorder Association. Viitattu 07.11.2024. <https://vestibular.org/article/what-is-vestibular/the-human-balance-system/the-human-balance-system-how-do-we-maintain-our-balance/>.

Williams, G., Ada, L., Hassett, L., Morris, M., Clark, R., Bryant, A. & Olver, J. 2016. Ballistic strength training compared with usual care for improving mobility following traumatic brain injury: protocol for a randomized, controlled trial. *Journal of physiotherapy*, 62, 4, 164. Viitattu 14.10.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S183695531630011X?via%3Dihub>.

Williams, G., Hassett, L., Clark, R., Bryant, A., Morris, E., Olver, J. & Ada, L. 2022. Ballistic resistance training has a similar or better effect on mobility than non-ballistic exercise rehabilitation in people with a traumatic brain injury: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 68, 4, 262–268. Viitattu 14.10.2024. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1836955322000832?via%3Dihub>.

Winqvist, S. & Nybo, T. 2020. Aivovammat. Julkaisussa *Kliininen neuropsykologia*. Toim. Jehkonen, M., Saunamäki, T. & Hokkanen, L. Helsinki: Duodecim. Viitattu 16.5.2024. <https://www.oppiportti.fi/op/npg01401/do>.

Ylinen, A., Koskinen S. & Turkka, J. 2024. Tapaturmainen aivovaurio. Julkaisussa *Fysiatria*. Toim. Arokoski, J., Mikkelsen, M., Saltychev, M. & Vainionpää, A. Helsinki: Duodecim. Viitattu 9.10.2024..

Zasler, N. D., Katz, D. I. & Zafonte, R. D. 2007. *Brain Injury Medicine: Principles and Practice*. Demos Medical Publishing. ProQuest Ebook Central. Viitattu 08.08.2024.

Liitteet

Liite 1. Kehitä tasapainoasi -opas

[Kehitä tasapainoasi opas.pdf](#)

Liite 2. Opinnäytetyön tutkimukset ja aineiston analyysi kroonisessa aivovammassa heikentyneet tasapainon osa-alueet

Tutkimus / tyyppi	Osallistujat (n) / Tutkimusasetelma	Tutkimustehtävä / -kysymys	Tulokset
Wallace, B. & Lifshitz, J. 2016. Traumatic brain injury and vestibulo-ocular function: current challenges and future prospects. Eye and Brain. Katsaus / tieteellinen artikkeli.		Artikkelissa tarkastellaan vestibulo-okulaarisen refleksin fysiologiaa ja aivovammaan liittyviä näkö- ja vestibulaarisia oireita.	Aivovamman oireita voivat olla huimaus, epävakaus, päänsärky, keskittymisvaikeudet ja pahoinvointi. Lisäksi perifeeriset vestibulaariset häiriöt ovat yleisiä.
Morris, A., Casucci, T., McFarland, MM., Cassidy, B., Pelo, R., Kreter, N., Dibble, LE. & Pino, PC. 2022. Reactive balance responses after mild traumatic brain injury (mTBI): a scoping review. Kartoittava katsaus. Katsaukseen sisältyi 3 tutkimusta.	Tutkimus 1: 430 osallistujaa. Ikäjakauma 13–21 vuotta. Odotettuja ja odottamattomia yläraajojen häiriöitä seisoessa kurottautumistehtävän aikana, käyttäen KINARM-robottia Tutkimus 2: 24 osallistujaa. 22–40-vuotiaita. Häirittiin staattista tasapainoa antamalla odottamattomia häiriöitä (10 % osallistujan ruumiinpainosta) vyötärövyön kautta tietokoneohjatun moottorin avulla. Tutkimus 3: 21 osallistujaa. Kontrolleja 10, lievä aivovamma 11. Ikäjakauma n. 18–56 vuotta. Yksittäiset, translatoriset juoksumatolla tapahtuvat häiriöt seisten ja kävellen.	Katsauksessa selvitetään, miten lievä aivovamma vaikuttaa reaktiiviseen asentokontrolliin.	Epänormaali reaktiivinen asentokontrolli on ilmeinen henkilöillä, joilla on lievän aivovamman aiheuttamia kroonisia, jatkuvia oireita. Heikentynyt reaktiivinen asentokontrolli lisää kaatumisriskiä.

<p>Fino, P.C., Dibble, L.E., Wilde, E.W., Fino, N.F., Johnson, P., Cortez, M. M., Hansen, C., van der Veen, S., Skop, K., Werner, J. K., Tate, D., Levin, H., Pugh, M. & Walker, W. 2022.</p> <p>Sensory Phenotypes for Balance Dysfunction After Mild Traumatic Brain Injury. Tutkimusartikkeli.</p>	<p>Sekundaarianalyysi LIMBIC-CENC-prospektiivisesta pitkittäistutkimuksesta (PLS) saaduista tiedoista lievän aivovamman myöhäisistä neurologisista vaikutuksista Yhdysvaltojen veteraanien keskuudessa. Data kerätty vuosien 2013 ja 2020 välisenä aikana.</p> <p>758, joilla aivovamma / 172, joilla ei aivovammaa.</p> <p>Aistisuhteet laskettiin aistien organisointitestistä, ja henkilöt luokiteltiin yhteen kahdeksasta mahdollisesta aistifenotypistä.</p>	<p>1. Onko kroonisessa lievässä aivovamman omaavissa henkilöissä hallitsevaa sensorista fenotyyppiä? 2. Kliinisten ominaisuuksien, oireyhtymien, toiminnallisten toimenpiteiden ja vauriomekanismien määrittäminen, jotka yhdistävät aistinvaraisiin fenotyypeihin tasapainon hallinnassa. 3. Aistinvaraisten fenotyyppien vertailua yksilöiden välillä, joilla on tai ei ole aivovammaa.</p>	<p>Epänormaalit näkö-, vestibulaari ja proprioseptiosuhteet havaittiin 29 %:lla, 36 %:lla ja 38 %:lla ihmisistä, joilla oli aivovamma. 32 %:lla oli enemmän kuin yksi epänormaali sensorinen suhde.</p>
<p>Joubran K., Bar-Haim, S. & Shmuelof, L. 2022.</p> <p>The functional and structural neural correlates of dynamic balance impairment and recovery in persons with acquired brain injury. Tutkimusartikkeli.</p>	<p>Yhteensä 31 henkilöä mukana tutkimuksessa. 11, joilla aivovamma ja 20, joilla aivohalvaus.</p> <p>Kaikki tutkimuksen koehenkilöt osallistuivat uudentyypiseen kuntoutushoitoon, joka koostui 22:sta tasapainohäiriöihin perustuvasta harjoituskerrasta. Dynaamista tasapainoa arvioitiin Community Balance and Mobility -asteikolla (CB&M) ja 10 metrin kävelytestillä (10MWT). Aivojen toimintaa arvioitiin lepotilan fMRI-kuvantamisella, joka analysoitiin itsenäisten komponenttien analyysillä (ICA) ja aluekohtaisilla analyyseillä. Aivojen rakennetta tutkittiin rakenteellisella MRI-kuvantamisella.</p>	<p>Dynaamisen tasapainon heikkenemisen ja palautumisen hermokorrelaatioiden tutkiminen.</p>	<p>Kaikilla koehenkilöillä dynaaminen tasapaino oli heikentynyt. Etiologian mukaan koehenkilöiden välillä oli vaihtelua vaurion sijainnin suhteen. Rakenteellisia muutoksia aivo-verkoissa tapahtui harjoittelun myötä.</p>
<p>D'Silva, L.J., Chalise, P., Obaidat, S., Rippee, M. & Devos H. 2021.</p> <p>Oculomotor Deficits and Symptom Severity Are Associated With Poorer Dynamic Mobility in Chronic Mild Traumatic Brain Injury.</p>	<p>Yhteensä 46 henkilöä osallistui tutkimukseen. 23, joilla lievä aivovamma ja 23 kontrolliryhmään. Ikäjakama 55,7 ± 9,3 vuotta.</p> <p>Aivovammapotilailla oli pitkäaikaisia oireita lievän aivovamman jälkeen. Aikaa kulunut 3kk - 2 v. vammasta. Aivovamman saaneita vertailtiin 23:een</p>	<p>Näköhäiriöiden, perifeerisen vestibulaarisen vajaa-toiminnan, arvotärähdyksen jälkeisen oireasteikon, huimauvammakartoituksen ja toiminnallisen liikkuvuuden välinen suhde aikuisilla, joilla aivovammasta aikaa 3 kk - 2 v.</p>	<p>Kroonisessa aivovammassa jatkuu dynaamisen tasapainon heikkeneminen. Huimaus, silmämotoriset haasteet ja muut lievän aivovamman jälkeiset oireet liittyvät heikompaan suoriutumiseen Functional Gait Assessment- testissä.</p>

Pilottitutkimus.	ikä- ja sukupuolivakioituun kontrolliin. Ryhmien välillä vertailtiin silmänliikkeiden häiriöitä, tasapainoelimen häiriöitä, dynaamista liikkuvuutta mitattuna Functional Gait Assessment (FGA) -testillä sekä muita oireita Post-Concussion Symptom Scale (PCSS) -asteikolla ja Dizziness Handicap Inventory (DHI) -mittarilla.		
Ruet, A., Bayen, E., Jourdan, C., Ghout, I., Meaude, L., Lallanne, A., Pradat-Diehl, P., Nelson, G., Charanton, J., Aegerter, P., Vallat-Azouvi, C. & Azouvi, P. 2019. A Detailed Overview of Long-Term Outcomes in Severe Traumatic Brain Injury Eight Years Post-injury. Prospektiivinen havaintotutkimus.	86 osallistujaa, joilla aivovamma. Keski-ikä oli 41,9 vuotta. Tutkittavat otettu mukaan vuosien 2005–2007 välillä, josta alkanut kahdeksan vuoden seuranta. Prospektiivinen havainnointitutkimus aikuispotilaiden kohortista, joilla on vakava aivovamma. Tuloksia arvioitiin kasvokkain tehtävällä haastattelulla 8 vuotta aivovamman jälkeen, jossa keskityttiin haittoihin, toimintarajoituksiin ja osallistumisen rajoituksiin	Tutkimuksen tavoitteena oli antaa kattava kuva vakavan aivovamman (TBI) saaneiden potilaiden pitkäaikaisesta (8 vuoden) toipumisesta homogeenisessä otoksessa sekä arvioida siihen vaikuttavia tekijöitä tai siihen liittyviä tekijöitä aiempiin tämän kohortin raportteihin perustuen.	Tasapainohaasteita 47,5 %:lla, liikkuvuudessa haasteita 31 % ja päänsärkyä 36 %:lla. Eniten haasteita oli muistissa 71 %:lla, hitautta 68 %:lla ja keskittymiskyvyssä haasteita 67 %:lla.
Heick, JD. & Alkathiry, A. 2024. Impact of Concussions on Postural Stability Performance Using the Head Shake-Sensory Organization Test. Poikkileikkaustutkimus.	25 henkilöä osallistui yhteensä. 9, joilla lievä aivovamma ja kontrolliryhmässä 16 henkilöä ilman aivovammaa. Ikäjakama 21.08±4.10 vuotta. Aivotärähdyksen aiemmin kokeneet henkilöt ja terveet kontrolliryhmän jäsenet suorittivat yhdessä testikerrassa seuraavat testit: Dizziness Handicap Inventory, Activities-Specific Balance Confidence Scale, sensory organization test (SOT), head shake SOT ja Foam Head Shake-Sensory Organization Test. Tuloksia analysoitiin ryhmien välisten erojen selvittämiseksi.	Tarkoituksena oli verrata aikuisten, joilla ei ole ollut aivotärähdystä, ja aikuisten, joilla on ollut aivotärähdys, suoriutumista Head Shake-Sensory Organization Test -testissä sen määrittämiseksi, esiintyykö aivotärähdyksen jälkeen pitkäaikaisia tasapainohäiriöitä	Aivotärähdyksen saaneet saivat merkittävästi huonommat pisteet pään ravistus testeissä, mutta ei Sensory organization-testissä ilman pään ravistamista.

<p>Shenoy Handiru, V., Alivar, A., Hoxha, A., Saleh, S., Suviseshamuthu, ES., Yue, GH. & Allexandre D. 2021. Graph-theoretical analysis of EEG functional connectivity during balance perturbation in traumatic brain injury: A pilot study. Pilotti tutkimus.</p>	<p>Yhteensä 32 osallistujaa. 17, joilla aivovamma ja 15, joilla ei aivovammaa. Tutkittiin ennakoimattomien tasapainohäiriöiden hermostollisia mekanismeja 17 kroonisella TBI-potilaalla ja 15 ikä- ja sukupuolivakioidulla terveellä kontrollilla käyttäen EEG:tä, MRI:tä ja diffuusiotensorikuvantamista (DTI).</p>	<p>Tasapainon hallinnan arviointia tietokoneistetun posturografian avulla. Tutkimuskysymyksiä: Miten tasapainohäiriötehtävään liittyvät toiminnalliset verkostot muuttuvat aivovamman seurauksena? Korostavatko graafiteorian avulla johdetut globaalit tehtäväkohtaiset kytkentämittaukset erityisiä aivojen toiminnallisia häiriöitä, jotka liittyvät aivovamman tasapainohäiriöihin? Liittyvätkö tehtäväkohtaiset aivojen FC-mittaukset valkoisen aineen rakenteelliseen eheyteen?</p>	<p>Aivovamman omaavilla henkilöillä oli todettu korkeammat theta-taajuudet verrattuna terveisiin kontroleihin. Theta taajuuksien yhteys korreloi negatiivisesti Bergin tasapainotestin kanssa.</p>
--	--	---	--

Liite 3. Opinnäytetyön tutkimukset ja aineiston analyysi tasapainoharjoittelu aivovamman kroonisessa vaiheessa

Tutkimus/ Tyyppi	Osallistujat (n)	Interventio	Kontrolli	Intervention kesto	Tulokset
Williams, G., Hassett, L., Clark, R., Bryant, A., Morris, E., Olver, J. & Ada, L. 2022. Ballistic resistance training has a similar or better effect on mobility than non-ballistic exercise rehabilitation in people with a traumatic brain injury: a randomised trial. Rct.	144, joilla on aivovamma	Ballistinen vastusharjoittelu	Ei-ballistista harjoittelua.	3 kk	Merkittävää eroa ryhmien välillä ei ollut.
Williams, G., Ada, L., Hassett, L., Morris, M., Clark, R., Bryant, A. & Olver, J. 2016. Ballistic strength training compared with usual care for improving mobility following traumatic brain injury: protocol for a randomized, controlled trial. Rct.	166, joilla on aivovamma	Ballistinen vastusharjoittelu.	Ei-ballistista harjoittelua.	12 vk	Tutkimuksesta oli vain katsaus saatavilla. Tuloksia ei ollut saatavilla.
Damiano, D., Zampieri, C., Ge, J., Acevedo, A. & Durney, J. 2016. Effects of a rapid-resisted elliptical training program on motor, cognitive and neurobehavioral functioning in adults with chronic traumatic brain injury.	Yhteensä 24. Koeryhmässä 12, joilla aivovamma. Kontrolliryhmässä 12 terveitä.	Elliptisellä harjoituslaitteella harjoittelu.	Sama interventio	8 vk	Positiivisia vaikutuksia tasapainoreaktioihin. Otoksoon ollessa pieni kliinisten raportoitujen vaikutusten merkitystä ei voi täysin vahvistaa.

Pieni kliininen tutkimus.					
Romanov, R., Mesarič, L., Perić, D., Damiš, J. & Filišič, Y. 2021. The effects of adapted physical exercise during rehabilitation in patients with traumatic brain injury. Rct.	Yhteensä 25 osallistujaa. Koeryhmässä 13 ja kontrolliryhmässä 12.	Aamuharjoitukset (kestävyys- ja voimaharjoittelua, ja venyttelyä) + aivo- harjoitukset + muutetut fyysiset harjoitukset.	Aamuharjoitukset (kestävyys- ja voimaharjoittelua, ja venyttelyä) + aivo- harjoitukset.	8vk	Tilastollisesti merkittävää parannusta tapahtui molemmissa ryhmissä.
Stephens, J., Hernandez-Sarabia, J., Sharp, J., Leach, H., Bell, C., Thomas, M., Burzynska, A., Weaver, J. & Schmid, A. 2023. Adaptive yoga versus low-impact exercise for adults with chronic acquired brain injury: a pilot randomized control trial protocol. Rct.	Yhteensä 24 osallistujaa. Koeryhmässä 12 ja kontrolliryhmässä 12.	Hatha jooga	Matalan intensiteetin ryhmäharjoittelu	8 vk	Tutkimuksen tuloksia ei ole vielä julkaistu. Tutkijat odottavat tasapainon parantuvan interventioiden seurauksena.
Pérez-de la Cruz, S. 2021. Comparison between Three Therapeutic Options for the Treatment of Balance and Gait in Stroke: A Randomized Controlled Trial. Rct.	45 yhteensä. Kuivanmaan ryhmässä: 17. Vesiterapia ryhmässä: 15. Yhdistetyssä kuivanmaan ja vesiterapiaryhmässä: 13	1. ryhmä: kuivanmaan ryhmän interventio sisälsi voima- ja kestävyys- harjoittelua. 2. ryhmä: vesiterapia ryhmän interventio sisälsi 19 Ai Chi harjoittelu liikettä altaassa.	3. ryhmä: yhdistetty kuivanmaan ja vesiterapia-ryhmä , jossa osallistujat suorittivat interventiot samoissa olosuhteissa sekä kuivanmaan että vesiterapia ryhmän kanssa.	12 vk	Yhdistetyssä kuivanmaan ja vesiterapiainventio ryhmässä tasapaino pisteet parantivat merkittävästi. Parannukset oli merkittävästi korkeampia verrattuna pelkästään kuivanmaan terapiaryhmän pisteisiin

<p>Alashram, A., Giuseppe, A., Manikandan, R. & Elvira, P. 2020. Effects of physical therapy interventions on balance ability in people with traumatic brain injury: A systematic review. Systemaattinen katsaus. 8 tutkimusta vuosilta 2003–2019.</p>		<p>Cuthbert ym. 2014: WiiFit harjoittelu. Sveistrup ym. 2003: Virtuaalitodellisuus harjoittelu. Thornton ym. 2005: Virtuaalitodellisuus harjoittelu. Straudi ym. 2017: Videopeli harjoittelu. Kleffelgaard ym. 2018: Vestibulaariharjoittelu. Cuff ym. 2014: Vestibulaariharjoittelu. Peters ym. 2014: Kävely kehon painoa tukevalla juoksumatolla. Damiano ym. 2016: Ellipitsellä harjoittelulaitteella harjoittelu.</p>	<p>Cuthbert ym 2014: Extra Standard Balance-hoito. Sveistrup ym 2003: Kontrolliryhmä oli ilman interventiota. Thornton ym 2005: perinteinen aktiivisuus tasapainoharjoittelu. Straudi ym 2017: tasapainoalusta harjoittelu. Kleffelgaard ym 2018: tavanomainen monialainen avokuntoutus. Cuff ym. 2014: kontrolliryhmälä ei interventiota. Peters ym. 2014: ei kontrolli ryhmää. Damiano ym. 2016: terve kontrolliryhmä teki saman intervention.</p>		<p>Kokeellisten interventioiden, virtuaalitodellisuuden, vestibulaarisen harjoittelun, kontrolliryhmäinterventioiden ja muiden perinteisten fysioterapia interventioiden välillä ei ollut merkittäviä eroja.</p>
<p>Llorens, R., Noé, E., Alcañiz, R. & Deutsch, JE. 2017. Time since injury limits but does not prevent improvement and maintenance of gains in balance in chronic stroke. Kokeellinen tutkimus.</p>	<p>47 osallistujaa jaettiin kolmeen ryhmään: 6 kk, 12–24 kk ja yli 24 kktt aivohalvauksesta.</p>	<p>Nilkka- ja lonkkastrategioiden harjoittelua tasapainolaudan ja virtuaalitodellisuuden avulla + perinteistä fysioterapiaa. Kaikki 3 ryhmää toteuttivat saman intervention.</p>		<p>4 vk</p>	<p>Kaikissa ryhmissä tasapaino parani, mutta vähiten niillä, joilla yli 2 vuotta aikaa vammasta. Aivohalvauksesta kulunut aika ei kuitenkaan estä tasapainon paranemista.</p>