

Saimaan ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysala Lappeenranta
Fysioterapian koulutusohjelma

Onni Hämäläinen, Vesa-Matti Tallgren

Posturomed ikääntyneiden tasapainon harjoitusvälineenä

Opinnäytetyö 2015

Tiivistelmä

Onni Hämäläinen, Vesa-Matti Tallgren
Posturomed ikääntyneiden tasapainon harjoitusvälineenä, 61 sivua, 5 liitettä
Saimaan ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysala, Lappeenranta
Fysioterapian koulutusohjelma
Opinnäytetyö 2015
Ohjaaja: koulutuspäällikkö Sari Liikka, Saimaan ammattikorkeakoulu

Tasapaino on tärkeä tekijä ikääntyneen toimintakyvyn ja itsenäisen kotona selviytymisen sekä kaatumisten ja niiden aiheuttamien murtumien välttämisen kannalta. Nämä ovat merkittäviä asioita yksilön ja yhteiskunnan näkökulmasta tarkasteltuna. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Posturomedillä tapahtuvan viisi viikkoa kestävästä tasapainoharjoittelun vaikutusta ikääntyneen staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Posturomed on epävakaata alustaa, joka on kehitetty asennonhallinnan harjoittamiseen. Lisäksi tutkittiin tasapainoharjoittelun vaikutusta toiminnalliseen tasapainoon ikääntyneillä. Työ tehtiin yhteistyössä Fysiologian ja Lappeenrannassa toimivan palvelukodin Lappeenkoto Oy:n kanssa.

Lappeenkoto Oy:n asukkaille pidettiin tiedotustilaisuus, jossa kerrottiin lyhyesti tutkimuksen tarkoituksesta ja etenemisestä. Tutkimukseen osallistui yhteensä 8 koehenkilöä, jotka jaettiin koe- ja kontrolliryhmään. Koeryhmä harjoitteli tasapainoa ohjatusti posturomedillä kahdesti viikossa viiden viikon ajan. Kontrolliryhmälle ei järjestetty harjoittelua. Mittareina tutkimuksessa käytettiin tandemkävelytestiä, Bergin tasapainotestiä, Balance Trainer 4:llä tehtyjä asennon huojunnan mittauksia ja ABC-asteikkoa.

Tulosten mukaan viisi viikkoa kestäväällä tasapainoharjoittelulla on positiivinen vaikutus ikääntyneiden dynaamiseen tasapainoon ja subjektiivisesti koettuun tasapainoon. Viiden viikon tasapainoharjoittelujaksolla ei ollut vaikutusta ikääntyneiden staattiseen tasapainoon. Näiden tulosten perusteella ikääntyneiden itsenäisen kotona selviytymisen kannalta olisi tärkeää harjoittaa tasapainoa edes kaksi kertaa viikossa.

Pieni otoskoko ja tutkimushenkilöiden homogeenisyys heikentävät tutkimuksen luotettavuutta ja yleistettävyyttä. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt olivat mielenterveyskuntoutujia, mutta tutkimuksessa ei oteta huomioon mielenterveyden vaikutusta tasapainoon tai sen kehitykseen. Jatkossa olisi tärkeää tutkia Posturomedillä tapahtuvan tasapainoharjoittelun vaikuttavuutta suuremmalla otoskolla ja kotona asuvilla ikääntyneillä.

Asiasanat: ikääntynyt, tasapaino, tasapainoharjoittelu, posturomed

Abstract

Hämäläinen Onni, Tallgren Vesa-Matti
POSTUROMED® as a balance training instrument for the elderly, 61 pages, 5
appendices
Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta
Health Care and Social Services, Degree Programme in Physiotherapy
Bachelor's Thesis 2014
Instructor: Degree Programme Manager Sari Liikka

Postural balance is an important factor in the elderly's independence and ability to function. The purpose of this thesis was to study the effect of a five-week balance training period with the Posturomed device on dynamic and static balance in the elderly. Posturomed is an unstable platform built for postural control training. The thesis also surveyed how the balance training period affects activities-specific balance confidence in the elderly. Thesis was made in association with Fysioline and a sheltered living environment, "Lappeenkoto Oy".

In this research there were 8 participants who were divided randomly into a test group and a control group. The test group had instructed balance exercises on Posturomed two times a week for five weeks with each practice lasting approximately 15 minutes. The control group was given no balance exercises or instruction at all. The measures used in this research were tandem walk test backwards and forwards, Berg balance scale, ABC-scale and postural sway measures with Balance Trainer 4.

According to the results a five week lasting balance training can improve dynamic balance and balance confidence in the elderly. In this research there was improvement in balance confidence and in some partitions of dynamic balance. However there was no improvement in static balance. Based on these results, Posturomed could be used as a balance training instrument for the elderly living in service centres.

Because the sample size was small and the group of test subjects was homogenic in this thesis, these results cannot be generalized. The subjects were mental health rehabilitees but in this thesis the special characteristics of balance exercise and rehabilitation of people with mental disorders were not adressed. More study is required on Posturomed as a balance training platform in the elderly living independently at home and with a greater sample size.

Keywords: elderly, balance, balance training, POSTUROMED®

Sisältö

| | |
|---|----|
| 1 Johdanto | 5 |
| 2 Tasapaino | 6 |
| 2.1 Tasapainon säätely | 7 |
| 2.2 Tasapainoelin | 9 |
| 2.3 Proprioseptiikka | 11 |
| 2.4 Visuaalinen säätelyjärjestelmä | 18 |
| 2.5 Sensorimotorisen tiedon yhdistely | 20 |
| 2.6 Tasapainon ohjaus | 21 |
| 2.7 Ikkäänymisen vaikutus tasapainoon..... | 23 |
| 2.8 Tasapainon harjoittaminen | 25 |
| 2.9 Tasapainon mittaaminen | 28 |
| 3 Posturomed-harjoituslaite | 29 |
| 4 Lappeenkoto Oy..... | 30 |
| 5 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset..... | 31 |
| 6 Tutkimuksen toteutus..... | 31 |
| 6.1 Aineisto..... | 31 |
| 6.2 Tutkimusasetelma | 33 |
| 6.3 Tiedonkeruumenetelmät..... | 33 |
| 6.4 Posturomed-tasapainoharjoittelu | 38 |
| 6.5 Aineiston analysointi..... | 39 |
| 6.6 Eettiset näkökulmat | 40 |
| 7 Tulokset | 41 |
| 7.1 Harjoittelun vaikutus dynaamiseen tasapainoon | 41 |
| 7.2 Harjoittelun vaikutus staattiseen tasapainoon | 42 |
| 7.3 Harjoittelun vaikutus subjektiivisesti koettuun tasapainoon | 43 |
| 8 Pohdinta..... | 43 |
| 8.1 Aineisto..... | 44 |
| 8.2 Menetelmät..... | 45 |
| 8.3 Tulokset..... | 49 |
| 8.4 Jatkotutkimusaiheet..... | 52 |
| 9 Johtopäätökset..... | 52 |
| Kuvat, kuviot ja taulukot | 53 |
| Lähteet..... | 54 |

Liitteet

- Liite 1 ABC-asteikko
- Liite 2 Bergin tasapainotesti
- Liite 3 Harjoitusohjelma
- Liite 4 Saatekirje
- Liite 5 Suostumuslomake

1 Johdanto

Suomessa tapahtuu vuosittain noin 7 000 lonkkamurtumaa, joista kukin maksaa yhteiskunnalle noin 15 000 euroa. Lisäkuluja tulee vielä, jos hoidettaessa tapahtuu komplikaatioita. Vuositasolla kustannukset yhteiskunnalle ovat satoja miljoonia euroja. Lonkkamurtuman suurin syy on kaatuminen tai matalalta putoaminen kaatumisen seurauksena. Yksi suurimmista riskitekijöistä kaatumiselle on tasapainon heikkeneminen ikääntyessä. Tasapainoa kehittämällä voidaan ehkäistä kaatumisia.

Tasapaino on tärkeä osa ikääntyneen ihmisen fyysistä kuntoa. Hyvä tasapaino on sujuvan ja turvallisen liikkumisen edellytys. Yksilö voi myös henkisesti paremmin, kun voi liikkua kaatumista pelkäämättä. Tasapainon kehittäminen helpottaa yksilön liikkumista ja vähentää liikkumisen pelkoa. Kehittynyt tasapaino vaikuttaa positiivisesti yksilön elämänlaatuun ja autonomiaan. Hyvä tasapaino lisää yksilön itsenäisen toiminnan ja mahdollisuuksien kautta jokapäiväistä toimimista ja sosiaalisia kontakteja.

Tasapainon mittaamiseen ja harjoittamiseen on kehitetty vuonna 1992 Posturomed-niminen laite. Posturomedin käyttö on yleistynyt myös Suomessa. Aikaisemmissa tutkimuksissa Posturomediä on käytetty tasapainon mittaamiseen, eikä sitä ole tutkittu tasapainon harjoitteluvälineenä. Idea tutkimukseen saatiin Saimaan ammattikorkeakoululla käyneeltä laite-esittelijältä, joka kertoi mahdollisuuksista tutkia Posturomediä opinnäytetyön aiheena.

Tasapainoa on tärkeä tutkia, koska se on oleellinen osa ihmisen fyysistä suorituskykyä. Sillä on myös keskeinen osa fysioterapiassa ja kuntoutuksessa. Kuntoutuksessa pyritään tällä hetkellä aiempaa ennaltaehkäisevämpään toimintamalliin, jossa potilaan motivaatiolla on suuri vaikutus. Posturomedin avulla harjoittelu on helppoa, mikä puolestaan parantaa motivaatiota.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten viiden viikon harjoittelu Posturomedilla vaikuttaa ikääntyneen henkilön staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Yhteistyökumppanina tutkimuksen toteutuksessa on Fysioline.

2 Tasapaino

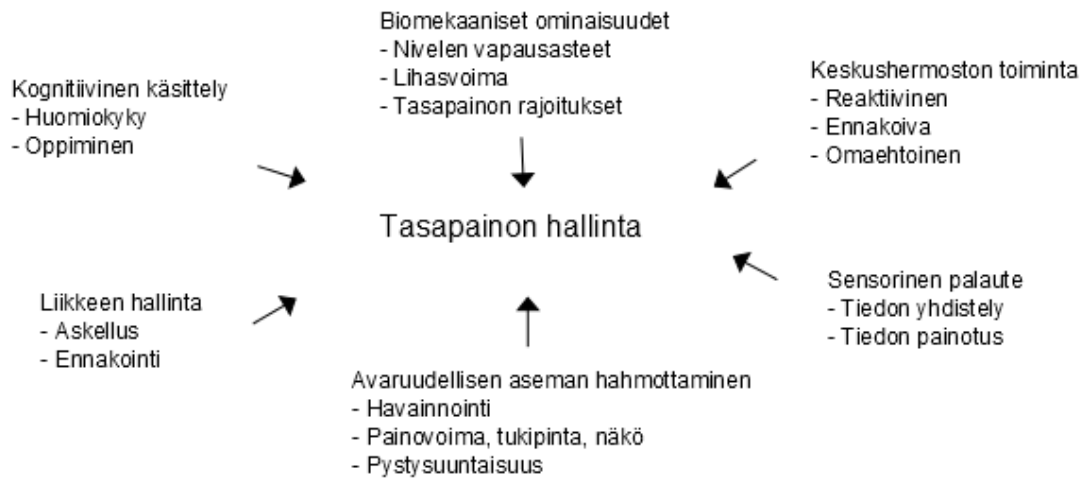
Yleisesti tasapainolla tarkoitetaan kykyä pysyä pystyasennossa paikallaan ja liikkeen aikana. Tarkemman määritelmän mukaan tasapaino voidaan selittää kykyinä säilyttää massakeskipiste (engl. *center of gravity*) tukipisteiden muodostaman alueen (engl. *base of support*) sisällä. (Rogers, Page & Takeshima 2013, 518.) Tasapaino jaetaan kahteen eri luokkaan: staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Staattinen tasapaino tarkoittaa asennon ylläpitämistä. Dynaaminen tasapaino tarkoittaa asennon hallintaa liikkeen, esimerkiksi kävelyn, aikana. (Rogers ym. 2013, 518.)

Subjektiiivisesti koetulla tasapainolla tarkoitetaan henkilön kokemaa tasapainon itsevarmuutta, joka koostuu staattisesta ja dynaamisesta tasapainosta. Tasapainon itsevarmuus määritellään henkilön luottamukseksi omasta kyvystään suorittaa tietty toiminto. Tasapainon itsevarmuus perustuu Banduran itsepystyvyysteoriaan (engl. *self-efficacy*), jossa ihmisen oma kokemus omista kyvyistään vaikuttaa hänen motivaatioonsa ja käyttäytymiseensä. Ihmiset, jotka kokevat olevansa tehottomia suorittamaan jotakin toimintoa, kuvittelevat mahdolliset vaikeudet suuremmiksi kuin ne todellisuudessa ovat. Tämä luo stressiä ja heikentää ihmisen suorituskykyä siirtämällä huomiota epäonnistumisiin. Ihmiset, joilla on vahva luottamus omiin kykyihinsä suoriutua tehtävästä, suuntaavat huomionsa toiminnan suorittamisessa vaadittuihin asioihin ja suoriutuvat tehtävästä paremmin. (Bandura 1982, 122; Miller, Speechley & Deathe 2002, 857.)

Tasapainon itsevarmuutta heikentäviä tekijöitä ovat kaatumisen pelko, toimintojen välttäminen kaatumisen pelon vuoksi ja henkilökohtaiseen avustukseen koettu tarve liikkuesssa. Tasapainon itsevarmuutta lisäävät hyvät kokemukset ja onnistumiset toimintojen suorittamisesta ja hyvä tasapaino. (Myers, Powell, Maki, Holliday, Brawley & Sherk, 1996, 37-38.)

Tasapainon ylläpito on monimutkainen prosessi, johon vaikuttavat sensorimotoriset järjestelmät ja keskushermostollinen käsittely. Näihin kuuluvat alaraajojen voima, vestibulaarinen, proprioseptinen ja somatosensorinen toiminta, näköaisti sekä neuropsykologinen suorituskyky (Kuvio 1). Tasapainon ylläpito vaatii edel-

lämainittujen asioiden saumatonta yhteistyötä ja yhdistelyä. (Lihavainen 2012, 14.)



Kuvio 1. Tasapainon hallintaan vaikuttavat tekijät (muokattu, Horak 2006, 8)

2.1 Tasapainon säätely

Hyvä seisoma-asennon hallinta on monimutkainen tehtävä, joka perustuu proprioseptisen, vestibulaarisen ja visuaalisen tiedon yhdistelyyn (Rougier, Farenc & Berger 2004, 1). Normaalisissa hyvinvalaistussa ympäristössä tukevalla alustalla seisovassa terve ihminen tukeutuu proprioseptiseen palautteeseen (70 %), visuaaliseen palautteeseen (10 %) ja vestibulaariseen palautteeseen (20 %) (Horak 2006, 9). Sensorisen informaation painotusta on tutkittu (N=12) erilaisilla alustan värähtelytaajuuksilla ja laajuuksilla. Pienimmällä alustan liikkeellä (0,5°) suurin painotus on visuaalisesta järjestelmästä saadulla palautteella (77 %) ($p < 0,05$). Alustan liikkeen lisääntyessä visuaalisen ja proprioseptisen palautteen painotus vähenee ja vestibulaarisen järjestelmän painotus kasvaa keskushermostossa. Suurimmalla alustan liikkeellä (8°) vestibulaarijärjestelmästä saadun palautteen painotus on 87 % ($p < 0,05$). Visuaalisen palautteen ollessa poissuljettu pienimmällä alustan liikkeellä proprioseptisen palautteen painotus on 70 % ja vestibulaarijärjestelmän painotus on 30 %. Suurimmalla alustan liikkeellä proprioseptisen järjestelmän painotus on 24 % ja vestibulaarisen järjestelmän painotus on 76 % ($p < 0,05$). (Peterka 2002, 1111–1112.)

Tämän lisäksi tärkeä tasapainoa ylläpitävä järjestelmä on luurankolihasiston ja keskushermoston muodostama järjestelmä, joka ylläpitää asentoa proprioseptisen järjestelmän keräämän tiedon perusteella. Tätä kokonaisuutta kutsutaan sensorimotoriseksi järjestelmäksi. (Rogers ym. 2013, 518.)

Erään teorian mukaan ihmisten aivot painottavat tasapainoa säätelevien järjestelmien antamaa informaatiota eri tavalla sen luotettavuuden perusteella. Esimerkiksi tukipinnan rotaatioliikkeen aikana proprioseptinen järjestelmän luotettavuus vähenee ja kaksi muuta järjestelmää saavat lisäarvoa tasapainon ylläpitämisessä. (Pasma, Boonstra, Capmfens, Schouten & Van der Koolj 2012, 1.)

Toisen teorian mukaan jokaisella sensorisella palautejärjestelmällä on oma tehtävänsä kehon asennon hahmottamisesta suhteessa ympäristöön. Vestibulaarijärjestelmä havaitsee pään asennon suhteessa maan vetovoimaan, visuaalinen järjestelmä havaitsee pään asennon suhteessa nähtyyn ympäristöön ja proprioseptorit havaitsevat jalkojen aseman suhteessa tukipintaan. Palaute näistä järjestelmistä yhdistetään ja käsitellään tasavertaisena. Tietojen summasta luodaan tasapainon säilyttämiseen tarvittava korjaava liike. (Peterka 2002,1097.)

Näistä kolmesta järjestelmästä jonkin häiriintyessä korvataan puuttuvat tiedot kahden jäljelle jäävän järjestelmän avulla (Allum & Honegger 1998). Tasapainojärjestelmien tuottamat päällekkäiset viestit mahdollistavat kompensoinnin lisäksi myös tiedon vertailun ennen toiminnan suorittamista (Winter, Patla & Frank 1990, 32).

Massakeskipisteen säilyttäminen tukipisteiden muodostaman alueen sisäpuolella vaatii jatkuvaa lihasaktivaation säätelyä, mistä seuraa kehon huojuntaa. Tätä huojuntaa säädellään eteen-taakse suunnassa nilkan ojentaja- ja koukistajalihasten avulla ja sivuttaissuunnassa lonkkanivelen lähentäjä ja loitontajalihasten avulla. Winterin (1998) esittämän teorian mukaan massakeskipiste säilytetään tukipinnan sisäpuolella nousseen lihastonuksen ja lihasten elastisen energian yhteisvaikutuksesta. (Winter, Patla, Prince, Ishac & Gielo-Perczak 1998, 1211; Kauranen 2011, 195.)

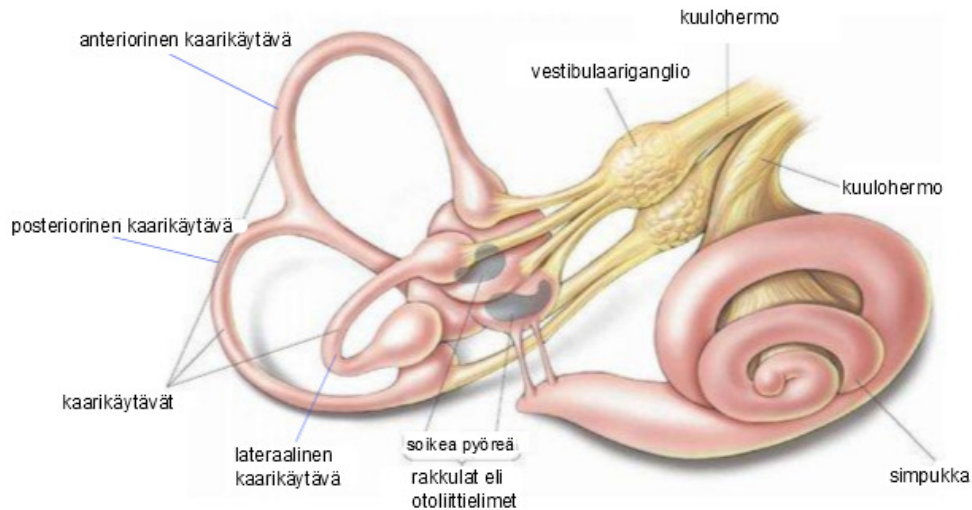
Tasapainon ylläpitämiseen vaaditaan oikeanlaisia liikkeitä vastaamaan ulkoisten tekijöiden aiheuttamaan tasapainon häiriöön. Luodakseen oikean liikevas-

teen automaattinen asennonhallintajärjestelmä tunnistaa häiriökohdan ja valitsee neljästä strategiasta sopivimman ja vähiten keskushermostoa ja lihaksia kuormittavan ylläpitämään tasapainoa. (Nashner & McCollum 1985, 140.) Valintaan vaikuttavat myös yksilön odotukset, tavoitteet ja aikaisemmat kokemukset (Horak 2006, 7). Strategiat käsittävät lihasten aktivointikaavan ja sensorisen vuorovaikutuksen ympäristön kanssa. (Nashner & McCollum 1985, 140.) Tasapainon säilyttämisstrategiat ovat nilkkastategia, lonkkastrategia, painopisteen alentaminen ja askeleen ottaminen (Emery, Cassidu, Klassen, Rosychuk & Brian 2005, 502). Nilkkastragiassa tasapainottava korjausliike tapahtuu ensisijaisesti nilkkanivelissä aiheuttaen heilurimaista eteen – taakse suuntaista vartalon liikettä. Nilkkastrategiaa käytetään pienen ja hitaan tukipinnan liikkeen aiheuttaman tasapainon häirinnän korjaamiseen. Lonkkastrategiassa korjaava liike tapahtuu lonkkanivelissä koukistus- ja ojennussuunnassa. Lonkkastrategiaa käytetään suuren ja nopean tukipinnan liikkeen aiheuttaman tasapainon häiriön korjaamiseen. (Nashner & McCollum 1985, 137; Gatev, Thomas, Kepple & Hallett 1998, 915–916.) Kolmas tapa ylläpitää tasapainoa on alentaa vartalon massakeskipistettä nilkkoja, polvia ja lonkkia koukistamalla (Bennett & Karnes 1998, 184). Näiden kolmen strategian ollessa riittämättömiä säilyttämään tasapainoa, otetaan askel horjahduksen suuntaan (Kuo & Zajac 1993, 349).

2.2 Tasapainoelin

Vestibulaarijärjestelmän tasapainoelin sijaitsee sisäkorvassa. Se on ontelojärjestelmästä muodostuva kokonaisuus (Kuva 1), johon kuuluvat kolme kaarikäytävää, kalvomaiset kaaritiehyeet ja pyöreä ja soikea rakkula. Kaaritiehyeet ovat lateraalinen, anteriorinen ja posteriorinen. Kaarikäytäviä täyttää endolymfaneste, joka pään liikkeen vaikutuksesta aiheuttaa kaaritiehyeiden värekarvallisten solujen eli reseptoreiden liikkumista. (Sandström & Ahonen 2011, 28.) Voimakkaimmin kaaritiehyeet aistivat kiertoliikkeitä (Cullen & Sadeghi 2008).

Tasapainoelin- eli vestibulaarijärjestelmä säätelee ihmisen liikkumista ja tasapainon ylläpitoa. Se vakauttaa katseen ja säätelee asentoja ja tasapainoa. (Sandström & Ahonen 2011, 28.) Horakin (2010) mukaan sen ensisijainen rooli on tasapainon ylläpitäminen vertaamalla asentoa pystylinjaan etenkin alustan epävakauden kasvaessa.



Kuva 1. Vestibulaarielin (Utah hearing and balance)

Pyöreän ja soikean rakkulan reseptorit ovat samankaltaisia kuin tiehyeiden, ja ne aistivat otoliittien eli tasapainokivien painetta. Pään pystyasennossa kivi lepää tasaisesti rakkulan karvasolujen päällä. Pään kallistuessa kiven aiheuttama paine karvasoluille muuttuu ja karvasolujen aistihavainnot muuttuvat. Pyöreä ja soikea rakkula aistivat herkästi pään ylös- ja alassuuntaista sekä suoraan eteen- ja taaksepäin tapahtuvaa liikettä. (Sandström & Ahonen 2011, 28–29.)

Tasapainoelimen reseptoreiden impulsseja aivoihin kuljettaa kahdeksas aivohermo. Se on sensorinen kuulo-tasapainohermo, jonka toinen osa on tasapainohermo (lat. *nervous vestibularis*). Hermo muodostuu tasapainoelimen vieressä olevan vestibulaariganglion (Kuva 1) sentraalisista haaroista. Se kulkee kuulohermon vieressä aivorunkoon, ponsin takareunaan ja ydinjatkeen vestibulaariturmakkeiden kompleksiin. Sieltä hermo välittää tasapainoelimen tasapainoaisimuksia eri yhteyksiä pitkin pikkuaivoihin, selkäytimen motoneuroneihin ja talamuksen kautta aivokuorelle. Näiden yhteyksien kautta tasapainoelimessä aistitut ärsykkeet ohjaavat katseen kohdistamista pään asennon muuttuessa ja säätelevät tasapainoa ylläpitäviä liikkeitä. (Soinila, Kaste, Launes & Somer 2001, 181–182.)

Tasapainoa ylläpitäviä ja tasapainojärjestelmän välittämiä refleksejä ovat vestibulo-okulaarirefleksit, vestibulokollikulaariset ja vestibulospinaaliset refleksit. (Sandström & Ahonen 2011, 29). Vestibulo-okulaarirefleksit helpottavat kehon

hahmottamista ympäristöön nähden mukauttamalla katsetta liikkeen aikana ja tällä tavalla tukevat tasapainon ylläpitämistä. (Purves, Augustine, Fitzpatrick, Katz, LaMantia, McNamara & Williams, 2001; Manzoni 2009, 4245–4250). Ne toimivat molempien tasapainoelimien kaarikäytävien reseptoreiden yhteisaktivaation seurauksena, ja pään kääntyessä ohjaavat ja vakauttavat katseen haluttuun suuntaan (Halmagyi, Curthoys, Cremer, Henderson, Todd, Staples & Cruz 1990, 479). Katseen suuntaaminen tapahtuu, kun vestibulaarimakkeet kaarikäytävien reseptoreiden ärtyessä lähettävät laskevia hermoratoja pitkin supistumis- ja rentoutumiskäskyjä oikeille silmän lihaksille. Sivuttaissuuntaisessa pään liikkeessä tasapainokivet ärsyyntyvät, ja otoliittielimet vastaavat ärsytykseen lähettämällä silmän lihaksille liikekäskyjä pään sivuttaissuuntaisessa liikkeessä. (Amin & Meyers, 2014.)

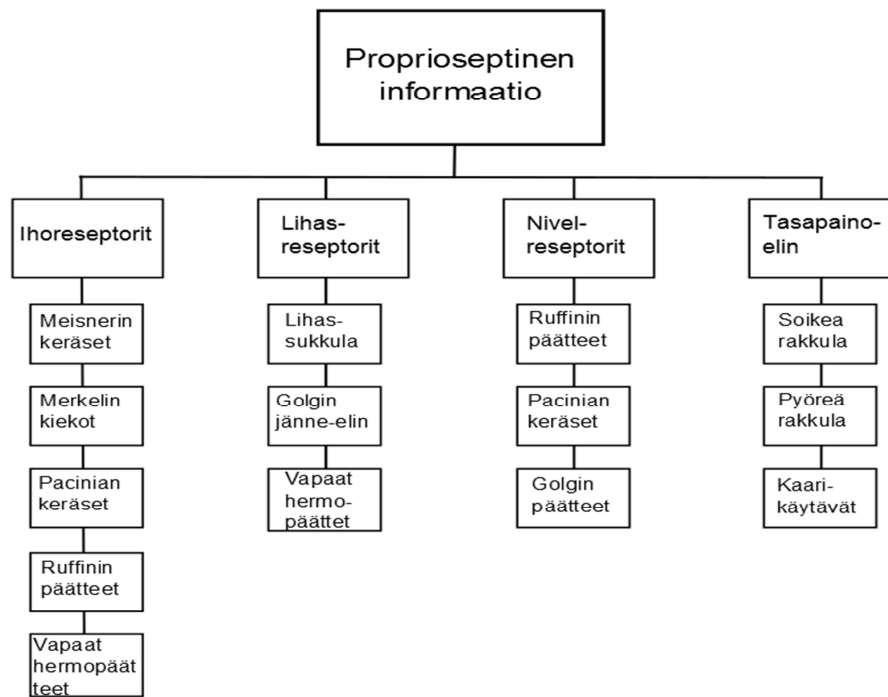
Vestibulokollikulaariset refleksit vakauttavat pään asentoa ja syttyvät vestibulaarielimen pyöreän ja soikean rakkulan nousevien sensoristen ratojen aktivaation seurauksena. Vestibulokollikulaarirefleksin aiheuttama pään vakautuminen tukee tasapainon ylläpitoa seistessä tai liikkeessä, koska pään vakaa asento helpottaa muun sensorisen palautteen, kuten näköaistin ja kuuloaistin kautta tulleeseen viestinnän vastaanottoa ja käsittelyä. (Wilson, Boyle, Fukushima, Rose, Shinoda, Suguichi, & Uchino. 1995, 147; Sandström & Ahonen 2011, 29.)

Vestibulospinaalirefleksit aktivoivat tasapainon säätelyssä tarvittavia lihaksia ja lihasjänteyttä. (Sandström & Ahonen 2011, 29.) Vestibulospinaalirefleksit ylläpitävät tasapainoa säätelemällä vartalon lihasten aktivaatiota ja tonusta. Ne aktivoituvat pään liikkeiden aiheuttaman kaarikäytävien reseptoreiden ärsytyksen seurauksena. (Purves, ym. 2001; Manzoni 2009, 4245–4250.)

2.3 Proprioseptiikka

Proprioseptiikka tulee latinankielen sanoista "proprius" - tarkoittaen jonkun omaa - ja "perception" - tarkoittaen tuntemusta jostakin. Vuonna 1906 Sherrington on määritellyt proprioseptiikan tuntemukseksi nivelten ja kehonosien asennoista avaruudellisessa tilassa. Uudemman käsityksen mukaan proprioseptiikkaan kuuluu myös liikkeen suunnan ja nopeuden aistiminen sekä jonkin kappaleen tarttumiseen ja nostamiseen vaadittavan työmäärän arvioiminen. Prop-

rioseptiikka antaa ihmiselle tietoa vartalon ja ruumiinosien asennoista, liikkeiden ajoituksista, lihasten käyttämästä voimasta, ja siitä kuinka paljon ja kuinka nopeasti lihasta venytetään. Proprioseptiikan avulla luodaan liikekaavat ja sopeutetaan liike ympäristöön. (Bundy, Lane, Murray 2002, 45, 86.)



Kuvio 2. Proprioseptisen informaation muodostuminen (Kauranen 2011, 167.)

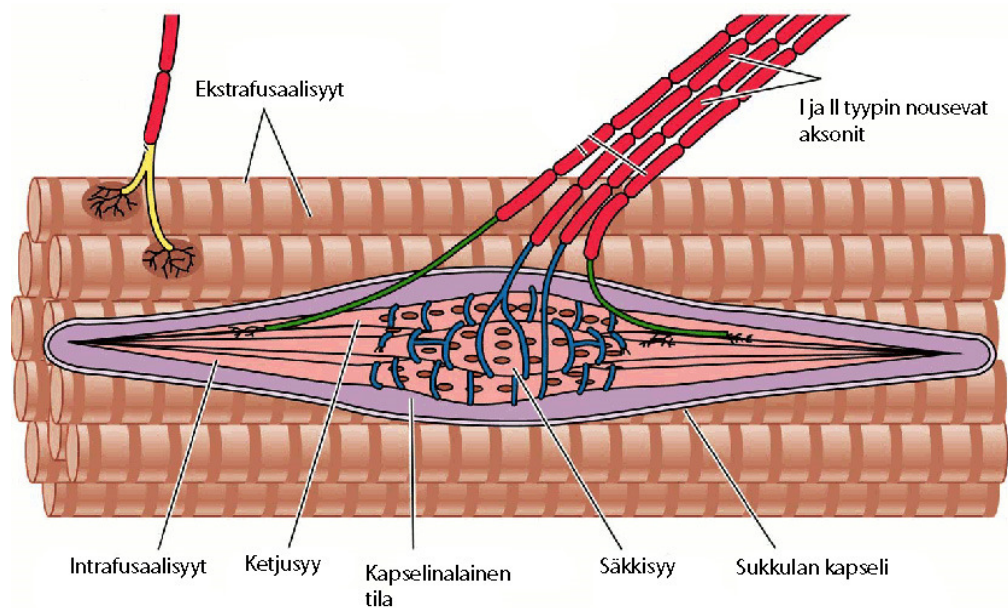
Proprioseptorit

Proprioseptiseen järjestelmään kuuluvat proprioseptorit ovat reseptoreita, jotka tarjoavat tietoa nivelen asennosta ja liikkeestä (Kuvio 2). 1900-luvun alkupuolella vallitsi käsitys, jonka mukaan nivelen asennoista ja liikkeistä tietoa antavat reseptorit sijaitsivat suurimmaksi osaksi nivelissä. Vuonna 1972 Goodwin ym. esittivät tutkimuksessaan lihaksissa olevien reseptoreiden tärkeyden etenkin lihassukkulan asentotunnon aistimisessa. Nykyisin tiedostetaan lihaksissa olevien proprioseptoreiden, ihon reseptoreiden ja nivelen proprioseptoreiden rooli kehon asennon ja liikkeiden aistimisessa. (Proske & Gandevia 2009, 4139.) Lihasten proprioseptisellä tiedolla on tärkeä merkitys asennon hallinnassa ja tasapainon säätelyssä, koska proprioseptoreita on ympäri kehoa ja niiden an-

taman tiedon perusteella keskushermosto saa tiedon ruumiinosien sijainnista ja asennosta (Kavounoudias, Gilhodes, Roll & Roll 1999, 81).

Lihassukkula

Lihassukkulat (Kuva 2) pystyvät kehittyneen rakenteensa vuoksi antamaan tietoa muille keskushermoston neuroneille lihassolujen pituudesta ja liikkumisnopeudesta. Ne ovat pitkulaisen muotoisia, usein noin yhden senttimetrin pituisia ja keskeltä paksumpia kuin päistä. Niitä on suurina määrinä levittyneinä lihas-tyden joukkoon. Lihassukkulassa on kahdenlaisia lihassyitä, intrafusaalisia ja ekstrapusaalisia. Intrafusaalisyyt ovat asettuneet rinnakkain lihasvoimaa tuottavien ekstrapusaalisyyden kanssa. Sukkulaa ympäröi sidekudoksesta muodostuva kapseli. Molemmissa päissä sukkulaa intrafusaalisyyt ovat kiinnittyneitä joko ekstrapusaalisyyihin tai jänteisiin, joten ekstrapusaalisyyden pituuden muuttuessa intrafusaalisyyt joko venyvät tai lyhenevät vastaavasti. Tällä tavalla intrafusaalisyyt aistivat lihaksen pituuden muutosta. (Latash 1998, 36–38.)



Kuva 2. Lihassukkula (Muscle Spindle)

Intrafusaalisyyt on kahdenlaisia, säkkisyitä sekä ketjusyitä. Nimet kuvaavat tu-
man järjestäytymistä syiden sisällä. Säkkisyty jaetaan vielä staattisiin ja dynaa-
misiin syihin. Sukkuloissa on kahdenlaisia hermopäätteitä, primaarisia ja se-
kundaarisia. Ne sijoittuvat enimmäkseen sukkulaa keskiosaan. Primaarisia

hermopäätteitä on lähes kaikissa säkki- ja ketjussyissä. Sekundaarisia on harvoin dynaamisissa säkkisyissä, mutta usein staattisissa säkkisyissä ja ketjussyissä. Primaariset sukkulasyyt ovat Ia-tyyppin hermopäätteitä ja sekundaarisyyt II-tyyppin hermopäätteitä. Primaariset sukkulan päätteet ovat herkkiä lihaksen pituuden ja venymisnopeuden muutoksille. Sekundaariset päätteet ovat herkkiä lihaksen pituudelle. Sekä primaariset että sekundaariset sukkulan päätteet ovat proprioseptoreista ainutlaatuisia, koska ne pystyvät muuntamaan herkkyyttään lihasten pituuden ja venymisnopeuden muutosten aistimiseen gammamotoneuronien hermottaessa intrafusaalisyyitä ja supistaessa niiden päitä. (Latash 1998, 36–38.)

Golgin jänne-elin

Golgin jänne-elimet sijaitsevat lähellä jänteiden ja lihassolujen yhtymäkohtia ja ovat herkkiä mekaanisille muutoksille. Ne ovat suhteellisen itsenäisiä toimijoita, jotka aistivat lihaksen tuottamaa jän-teisiin kohdistuvaa voimaa. (Latash 1998, 39–40.) Ensisijaisesti Golgin jänne-elin aistii ja viestittää tietoa keskushermostolle lihasjännityksen tasosta aktiivisen lihassupistuksen aikana (Riemann & Lephart 2002, 74). Golgin jänne-elimien palaute on keskushermostolle tärkeää tasapainon säätelyn kannalta, koska sen avulla säädellään lihastonusta ja saadaan tiedot tehdyistä liikemalleista. Ilman näitä viestejä Golgin jänne-elimistä asennon ylläpito maan vetovoimaa vastaan vaikeutuisi oikeiden liikemallien puuttumisen ja väärän lihastonuksen vuoksi. (Moore 1984, 228.)

Nivelreseptorit

Nivelten reseptorit voidaan jakaa neljään luokkaan niiden toiminnan ja muodon mukaan. Niillä on kaksi tärkeää pääroolia proprioseptisessä aistimisessa: nivelten tuntoaistin tuottaminen ja poikkijuovaisten lihaskudosten refleksien syntyyn vaikuttaminen. Nivel-tuntoaisti voidaan vielä jakaa kahteen ryhmään, liikkeen aistimiseen ja kivun aistimiseen, joista ensimmäinen on tärkeämpi liikkeen ja asennon aistimisessa. (Wyke 1972, 8.)

Asentotuntoaisti eli liikkeen ja asennon aistiminen on tietoisuutta nivelten asennosta, liikkeistä, liikkeen suunnasta, nopeudesta ja tiheydestä. Aistiminen tapahtuu ensisijaisesti I-tyyppin mekanoreseptoreiden hermopäätteiden kautta ja

sitä tukevat näköhavainnot nivelten asennoista ja liikkeistä ja niveltä ympäröivien ihoreseptoreiden viestit. (Wyke 1972, 8.) Näiden tietojen avulla niveltä ympäröivät lihakset stabiloivat niveltä, mikä helpottaa tasapainon ylläpitämistä (Lephart, Pincivero & Rozzi 1998, 149).

I-tyyppin reseptorit ovat samankaltaisia kuin Ruffinin päätteet. Niitä on paljon raajojen nivelkapseleissa, fasettinivelissä sekä leukanivelissä. Raajojen nivelissä näitä reseptoreita on tiheämmässä proksimaalisemmissa nivelkapseleissa kuin distaalisissa. Fasettinivelissä näitä reseptoreita löytyy eniten kaularangan alueelta. Nämä reseptorit ovat matalan kynnyksen hitaasti adaptoituvia mekanoreseptoreita, jotka reagoivat mekaaniseen kuormituksen muutokseen. Matalan aktivoitumiskynnyksen vuoksi ne ovat herkkiä aistimaan kuormituksen muutoksia ja hitaan adaptoitumisen vuoksi ne lähettävät viestejä koko ajan kuormituksen pysyessä lähes muuttumattomana. Mekaanisen kuormituksen lisääntyessä, nivelen liikkua tai lihastonuksen kasvaessa, nämä reseptorit lähettävät enemmän sensorisia viestejä keskushermostolle. I-tyyppin reseptorit voidaan jakaa staattisiin ja dynaamisiin mekanoreseptoreihin, jotka viestittävät nivelen asennosta, nivelen sisäisen ja ulkoisen paineen vaihtelusta sekä nivelen aktiivisten tai passiivisten liikkeiden suunnasta, nopeudesta ja tiheydestä. (Wyke 1972, 3–4.)

II-tyyppin reseptorit ovat pitkulaisia kartionmuotoisia keräsiä, joissa on yksi myeliinitupeton hermosolu, jota ympäröi kapselimainen tukikudos. Niitä on kaikissa nivelkapseleissa. Raajoissa niitä on enemmän distaalisemmissa nivelkapseleissa kuin proksimaalisissa. Nämä matalan kynnyksen reseptorit ovat nopeasti adaptoituvia mekanoreseptoreita, jotka aktivoituvat vain hetkeksi (alle 1 sekunti) nivelkapseliin kohdistuvan kuormituksen alkuvaiheessa. Niiden aktivoituessa keräskimppu lähettää tiheän sarjan impulsseja nouseville aksoneille. II-tyyppin reseptorit ovat pelkästään dynaamisia mekanoreseptoreita, joiden lyhyt mutta nopea viestintä kertoo nivelen kiihtyvyyksistä aktiivisesti ja passiivisesti niveltä liikuttaessa. (Wyke 1972, 4–5.)

III-tyyppin reseptorit sijaitsevat nivelsiteissä. Ne ovat isoja ja rakenteeltaan identtisiä Golgin jänne-elimen kanssa. Nämä matalan kynnyksen hitaasti adaptoituvat mekanoreseptorit reagoivat vain nivelsiteisiin kohdistuviin suuriin kuormituk-

siin, jotka ovat nivelen kulmamuu­tuosten tai nivelpintojen traktion seurausta. Akti­vituessaan III-tyypin reseptorit lähettävät virtana signaaleja, jotka kulkevat nopeita nousevia hermosyitä pitkin keskuhermostoon. (Wyke 1972, 6.)

IV-tyypin reseptoreita on kahdenlaisia: ristikonmuotoisia myeliinitupettomia hermosoluja ja vapaita hermopäätteitä. Eniten näitä reseptoreita on raajoissa, fasettini­velissä ja leukanivelessä, joissa ne ovat sijoittuneet kauttaaltaan nivel­kapselissa ja sen viereisessä periosteumissa, nivelen rasvatyynyissä sekä ni­veltä ympäröivien verisuonien adventitiassa (*tunica adventitia* = putkimaisten elinten sidekudoskerros, joka liittyy ne ympäröivään kudokseen). Nämä resep­torit reagoivat vain suoraan niihin kohdistuvaan tietynlaiseen mekaaniseen är­sykkeeseen (kuten nivelen sijoiltaanmeno) tai kemialliseen ärsykkeeseen (kuten tulehdusreaktion sivutuotteiden aiheuttama ärsytys). Näitä tulehdusreaktion ai­heuttamia sivutuotteita ovat histamiini, bradykiniini ja 5-hydroxytryptamiini. (Wy­ke 1972, 7.)

Muut proprioseptorit

Muita proprioseptista tietoa viestittäviä reseptoreita ovat Ruffinin päätteet, Paci­nin keräset, Paciniformin keräset, Meisnerin keräset sekä Merkelin kiekot. Ruf­finin päätteet, Meisnerin keräset, Merkelin kiekot ja Pacinian keräset ovat ihon mekanoreseptoreita. Pinnallisimpia ovat Meisnerin keräset ja Merkelin kiekot, syvemmällä dermiksessä Ruffinin päätteet ja syvimmällä ihonalaisessa kudok­sessä Pacinian keräset. Paciniformin keräset ovat Pacinin kerästen muotoisia, mutta pienempiä lihasreseptoreita ja ne sijaitsevat lihasten ympärillä lihaksen ja jänteen liitoskohdissa aistien korkeataajuista värähtelyä. (Latash 1998, 40–41.)

Ruffinin päätteet ovat mekanoreseptoreista II-tyyppiä. Ne ovat matalan kynnyk­sen reseptoreita ja hitaita sopeutumaan. (Maeda ym. 1999, 307.) Ne aistivat ihon muodon muutoksia laaja-alaisesti. Ruffinin päätteet viestittävät nivelen asennosta ja liikkeistä. (Kauranen & Nurkka 2010, 136.) Merkelin kiekot aistivat ihon pintaan kohdistuvaa pystysuoraa painetta. Meisnerin keräset ovat herkkiä nopeasti vaihtuvalle paineelle pienellä alueella ihoa. Ne ovat nopeita sopeutu­maan. Pacinin keräset aistivat nopeasti muuttuvaa mekaanista ärsykettä esi­merkiksi tärinää. (Latash 1998, 40–41.) Nämä ihon tuntoaistireseptorit ovat

apuna tasapainon säätelyssä antamalla asennon muutokseen johtavia viestejä keskuhermostolle. Esimerkiksi jalkapohjissa olevien ihotuntoreseptoreiden aistima alustan liike johtaa tarvittaessa asennon muutokseen tasapainon säilyttämiseksi. (Maurer, Mergner, Bolha & Hlavacka 2001, 1.)

Reseptoreiden hermot

Lihasten sensoriset hermot jaetaan neljään luokkaan, I-IV. Ne luokitellaan ympärysmitan mukaan suuremmasta pienempään. Ympärysmitan paksuus määräytyy hermossa olevasta myeliinistä. Mitä enemmän myeliiniä on, sitä suurempi ympärysmitta ja johtonopeus hermolla on. (Paintal 1960, 250.) IV-hermoilla ei ole ollenkaan myeliinituppea (Amann 2012, 1). I-tyypin hermot lähtevät lihassukkuloista ja Golgin jänne-elimistä. II-tyypin hermot nousevat lihassukkuloista. (Paintal 1960, 250.) III- ja IV-hermot ovat vapaita hermoja ja niitä on lihaksen eri osissa (Amann 2012, 1).

Proprioseptoreista primaarit eli I-tyypin hermot aistivat lihaksen pituutta ja venymänopeutta. Sekundaarit eli II-tyypin päätteet ovat herkkiä ainoastaan lihaksen pituuden muutoksille. (Latash 1998, 37.) Proprioseptoreista III- ja IV-tyypin sensoriset hermopäätteet ovat hitaampia toimimaan ja niistä lihasuupumukselle herkät sensorit vaikuttavat lihasvoimaan säätelemällä agonisti- ja antagonistilihasen toimintaa. Koukistajalihaksen väsyessä nämä hermopäätteet inhihoivat vastavaikuttajalihaksen hermostollista käskytystä säätäen lihasvoiman tuottoa. (Martin, Smith, Butler, Gandevia & Taylor 2006, 4796–4797.)

Proprioseptisen tiedon kulkeminen

Proprioseptoreiden viestityksellä on kolme päätehtävää, joista ensimmäinen on lihasaktiivisuuden säätely. Toinen tehtävä on tiedottaa ruumiinosien paikasta ja käsiteltävien objektien painosta ja kovuudesta. Kolmas tehtävä on auttaa aivoja liikkeiden suunnittelussa ja toteuttamisessa luomalla avaruudellisen kartan kehon asennosta suhteessa ympäristöön. (Latash 1998, 41.)

Proprioseptoreista lähtevät signaalit kulkeutuvat nousevia viejähaarakkeita pitkin selkäyttimeen, jossa ne yhdistyvät erilaisten hermosolujen kanssa. Lihassukkulaa hermottava hermo synapsoi suoraan selkäydintason motoneuronien

kanssa. Nämä motoneuronit aktivoivat lihasta refleksinomaisesti. Suurin osa nousevista hermosolujen viejähaarakkeista yhdistyy interneuronien kanssa, jotka käsittelevät tulevan tiedon ja heijastavat sen toisille hermosoluille. Loput viestit kulkevat suoraan aivoihin tekemättä yhteyksiä matkalla. Saavuttuaan aivotasolle ne osallistuvat kehon hahmotukseen, aistimiseen ja liikkeiden suunnitteluun. (Latash 1998, 41.)

Proprioseptoreista saatu palaute tuottaa selkäydintason refleksejä eli spinaalirefleksejä. Tasapainon ylläpidossa spinaalirefleksien tehtävä on lihastonuksen ja lihasaktivaation säätely. Nämä refleksit aiheutuvat proprioseptoreiden aistimasta lihasten ja jänteiden venytyksestä tai kuormituksesta. Ne pyrkivät pitämään massakeskipisteen eri tilanteissa tukipisteiden muodostaman alueen sisällä säätelemällä lihastonusta ja aktivaatiota niin, että painopisteen siirtyessä lähelle tukipinnan reunaa lihasten tonus muuttuu ja aiheuttaa massakeskipisteen palautumisen tukipinnan keskelle. Massakeskipiste säilytetään tukipinnan sisäpuolella nousseen lihastonuksen ja lihasten elastisen energian yhteisvaikutuksesta. (Winter, Patla, Prince, Ishac & Gielo-Periczak 1998, 1211; Kavounoudias, Gilhodes, Roll & Roll 1998, 80–81.)

2.4 Visuaalinen säätelyjärjestelmä

Näkö on yksi kolmesta liikkeeseen ja asennon hallintaan vaikuttavista järjestelmistä. Näköjärjestelmä luokitellaan myös proprioseptiseen järjestelmään, koska se antaa tietoa ympäristön lisäksi kehon liikkeistä. Tätä tietoa kutsutaan exproprioseptiikaksi, koska se on ulkoista tietoa kehon liikkeistä ja asennoista. Se toimii, kun ihminen havainnoi ympäristöä ja omaa liikettään ympäristöön nähden. (Winter, Patla & Frank 1990, 1.)

Suurin osa liikkeistämme tapahtuu näköaistin hallinnan alaisena. Näköaistia käytetään tunnistamaan kohde ja sen sijainti ja korjaamaan jo meneillään olevia liikkeitä. Lisäksi näöllä on suuri rooli liikkeiden suunnittelussa. (Latash 1998, 194.) Näkö auttaa ihmistä suunnistamaan tilassa ja arvioimaan kappaleiden nopeuksia ja etäisyyksiä (Bundy, Lane & Murray 2002, 61). Perinteinen malli jakaa näköjärjestelmän kahteen osaan: keskeiseen näköön ja ympäröivään näköön. Keskeinen näkö (engl. *focal vision*) on vastuussa esineiden tunnistami-

sesta ja ympäröivä näkö (engl. *ambient vision*) on vastuussa liikkumisesta ja asemasta avaruudellisessa tilassa. Huojunnan korjaamista säätelee ensisijaisesti ympäröivä näköjärjestelmä. (Wade & Jones 1997, 620–621.)

Visuaaliseen järjestelmään kuuluvat verkkokalvo, näköhermot, näköhermoristi, näköjuosteet, ulompi polvitumake, primaarinen näköaivokuori, hypotalamus, visuaaliset assosiativiset alueet ja niiden väliset yhteydet. Näköjärjestelmä vastaanottaa visuaalisia ärsykejä ja tulkitsee niitä. Ärsykkeiden avulla näköjärjestelmä rakentaa havaintoja ympäristöstä. Tätä havainnointia kutsutaan näöksi. (Glaser & Sadun 1999, 75–76.)

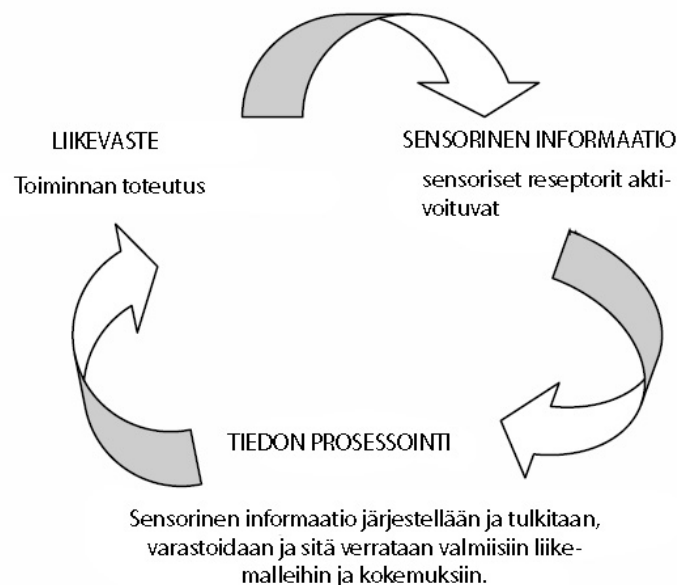
Näköaistimus syntyy, kun valo osuu verkkokalvolle ja heijastuu näköhermoille jatkaen matkaa näköhermoja pitkin optiseen kiasmaan. Optisesta kiasmasta viestit kulkevat näköjuosteita pitkin ulompaan polvitumakkeeseen ja sieltä aivojen eri osiin. (Glaser & Sadun 1999, 75–76.)

Tasapainon ja liikkeen säätelyn kannalta tärkein kolmesta aivokuorenalaisesta alueesta, joihin näköhermon viestit kulkeutuvat, on talaaminen lateraalinen polvitumake. Suurin osa verkkokalvon viejähaarakeista heijastaa viestejä ulompaan polvitumakkeeseen, joka heijastaa ne primaariselle näköaivokuorelle. Primaarisen näköaivokuoren hermosolut ovat herkkiä aistimaan linjoja ja säteitä. Tämän ansiosta se luo meille tietoa omasta asemasta ympäristössämme. (Latash 1998, 192–193.)

Oikea taaempi pääläen aivokuori käsittelee avaruudellista informaatiota ja ihmisillä tämä lohko käsittää Brodmannin aivoalueet 5, 7, 39 ja 40. Alue 5 saa tietoa pääosin somatosensorisilta kortikaalisilta alueilta 1, 2 ja 3, vestibulaariselta järjestelmästä sekä premotorisilta alueilta ja limbisiltä kortikaalisilta rakenteilta. Se saa tiedon vartalon ja raajojen asennosta sekä motorisista suunnitelmista ja heijastaa ne premotorisille alueille ja seitsemännelle aivoalueelle. Seitsemäs aivoalue prosessoi visuaalista aistimusta kappaleiden asemasta ympäristössä sekä viestii tiedon premotoriselle aivokuorelle. (Latash 1998, 194.)

2.5 Sensorimotorisen tiedon yhdistely

Sensorisen tiedon yhdistely tarkoittaa kykyä yhdistää aistien välityksellä saatuja viestejä korkeammilla aivotasoilla säilytetyn tiedon kanssa ja kehittää näiden perusteella tarkoituksellinen vaste (Bundy, Lane & Murray, 2002, 4). Vartalon tuntemukset tarkoituksellisen toiminnan aikana antavat tiedot, joiden perusteella hermostollinen malli vartalosta luodaan. Tarkka vartalon sisäinen malli on välttämätön tehtävien suorittamiseen, suunnan määrittämiseen ja vartalon avaruudellisen aseman määrittämiseen. Samaan aikaan toimintaan sopeutumisen käsittelyn, suunnittelun ja toteutuksen perusteella tuntemus tehdään aivotasolla tarkoitukselliseksi ja muunnetaan kehon ohjeiksi toimia. Käytännön tekeminen ja kokemus siitä ovat sensorisen tiedon yhdistelyn tuotteita. Somatosensorinen, vestibulaarinen ja visuaalinen palaute on välttämätöntä tiedon yhdistelyn ja käytännön toteuttamisen kannalta, jotta voidaan toimia vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa. (Kinnealey & Miller 1993, 475.)



Kuva 3. Sensorisen tiedon käsittely (Sensory integration)

Tasapainoa ylläpitävien järjestelmien välittämien viestien yhdistelystä tiedetään vähän ja siitä on mallinnuksia ja teorioita, jotka perustuvat olettamuksiin. Näitä olettamuksia ovat, että 1) keskushermosto on muuntautuva, 2) tiedon yhdistely kehittyy, 3) aivot toimivat yhdistettynä kokonaisuutena, 4) sopeutuminen ympäristön vuorovaikutukseen on oleellista tiedon sensorisen tiedon yhdistelyn kan-

nalta ja 5) ihmisillä on sisäinen halu kehittää sensorisen tiedon yhdistelyä osallistumalla sensorimotorisiin toimintoihin. (Bundy ym. 2002, 10–12.) Tämän hetkisen käsityksen mukaan jokainen sensorinen järjestelmä havaitsee poikkeaman kehon sen hetkisessä asennossa haluttuun asentoon verrattuna. Vestibulaariset viestit kertovat pään asennosta, näköaisti havaitsee pään aseman suhteessa ympäristöön ja proprioceptorit havaitsevat raajojen asennon tukipintaan nähden. Yksilölliset virhesignaalit yhdistetään ja näiden tietojen avulla muodostetaan oikeanlainen korjaava liike (Kuva 3). Yhdistelyn lisäksi tiedolle tapahtuu hermostollista muuntelua. (Peterka 2002, 2.)

2.6 Tasapainon ohjaus

Keskushermoston tasapainon säätelyyn, ohjaukseen ja tiedonkäsittelyyn osallistuvat alueet ovat isoavokuori, tyvitumakkeet, pikkuaivot, aivorunko ja selkäydin (Kauranen 2011, 191).

Isoavokuori säätelee tasapainoa dynaamisissa asennoissa (Slobounov, Hallett, Stanhope & Shibasaki 2005). Isoavokuori muokkaa ympäristön häiriötekijöiden aiheuttamia hitaampia tasapainovasteita, jotka vaativat koko vartalon lihas-synergiaa ja ovat tarkoituksellisia ja muokattavissa ympäristön mukaan. Lisäksi isoavokuori vaikuttaa tarkkaavaisuuteen rinnakkaisia tehtäviä suorittaessa ja henkilön tasapainon säilyttämisstrategian valintaan. Se muokkaa tasapainovasteita sopivammiksi oppimisen, aikaisempien kokemusten ja tilanteen perusteella (Jacobs & Horak 2007, 1339–1340.)

Pikkuaivojen roolit tasapainon säätelyssä ovat liikkeen hallinnassa, liikkumisessa ja tasapainon säilyttämisessä. Pikkuaivot tuottavat raajojen liikemalleja, ylläpitävät tasapainoa lihasten toimintaa säätelemällä ja mahdollistavat asentojen ja liikkeiden oppimisen harjoittelun myötä. (Morton & Bastian 2004.) Lisäksi pikkuaivot vertailevat lihaksille lähetettyä liikekäskeyä tasapainoelimistä, näköjärjestelmästä ja tuntoelimistä saatuun palautteeseen ja korjaavat liikkeen oikeanlaiseksi (Kauranen & Nurkka 2010, 79).

Basaaligangliot eli tyvitumakkeet osallistuvat tasapainon säätelyyn ohjelmoimalla motoriikkaa, kontrolloimalla lihastonusta ja yhdistelemällä sensorimotorista tietoa. Tyvitumakkeet varastoivat ja tuottavat valmiita liikeaihioita, mahdollista-

vat motorisen sopeutumisen ympäristön vaihteluihin, yhdistävät somatosensorista tietoa, säätelevät lihasten tonusta, säilyttävät automaattisten asennonhallintaan liittyvien vasteiden hallinnan ja säätelevät tietoisuutta, motivaatiota ja käyttäytymisen tunteellista puolta. Lisäksi tyvitumakkeilla on rooli eri sensoristen järjestelmien palautteen painottamisessa. (Visser & Bloem, 2005, 161–162.)

Aivorungon tehtävät tasapainon säätelyssä ovat lihastonuksen säätely, lihasten yhteisohjaus ja tiedon välittäminen muualle keskushermostoon (Kauranen 2011, 192). Aivorungossa sijaitsee motorisen kontrollin keskuksia, jotka säätelevät meneillään olevan asennon hallintaa. Motorisen kontrollin keskuksia ovat vestibulaaritumakkeiden muodostama järjestelmä, aivoverkosto, punatumake ja ylempi nelikukkula. Vestibulaaritumakejärjestelmällä ja aivoverkostolla on laajat vaikutukset vartalon asentoon. Punatumake kontrolloi yläraajojen liikkeitä ja nelikukkula suuntaa pään ja silmien liikkeitä. (Purves ym. 2001.) Aivorunko vastaanottaa ja yhdistää tietoa pikkuaivoilta, isoavokuorelta ja tyvitumakkeilta ja välittää tiedon tasapainon säätelykeskuksille ja sieltä suoraan selkäydintasolle (Isa & Sasaki 2002).

Selkäydin osallistuu tasapainon ylläpitoon siirtämällä ja koordinoimalla laskevan informaation toteutettavaan liikkeeseen sopivaksi ja välittämällä sen lihaksille, muuntamalla nousevan sensorisen informaation motorisiksi liikevasteiksi ja osallistumalla sisäisesti monimutkaisten liikekäskyjen toteuttamiseen, kuten kävelyyn. Motoriset liikevasteet ovat tasapainoa ylläpitäviä nopeita refleksejä. (Schomburg 1990.) Selkäydin kuljettaa käskyjä laskevia ratoja pitkin ylemmiltä motoneuroneilta alemmille motoneuroneille ja sensorista informaatiota nousevia ratoja pitkin alemmiltä motoneuroneilta ylemmille motoneuroneille. Selkäydin viimeistelee ylemmiltä aivotasoilta tulleet ohjelmoidut liikekäskyt eksitoivien ja inhiboivien interneuronien avulla ja välittää ne lihaksille. Erään teorian mukaan toteutuva liike on vain se osa ylemmiltä aivotasoilta tulleesta ohjelmoidusta käskystä, jonka selkäydin kelpuuttaa tilanteeseen sopivaksi. (Pierrot-Deseilligny & Burke 2005, xv–xvi.)

2.7 Ikääntymisen vaikutus tasapainoon

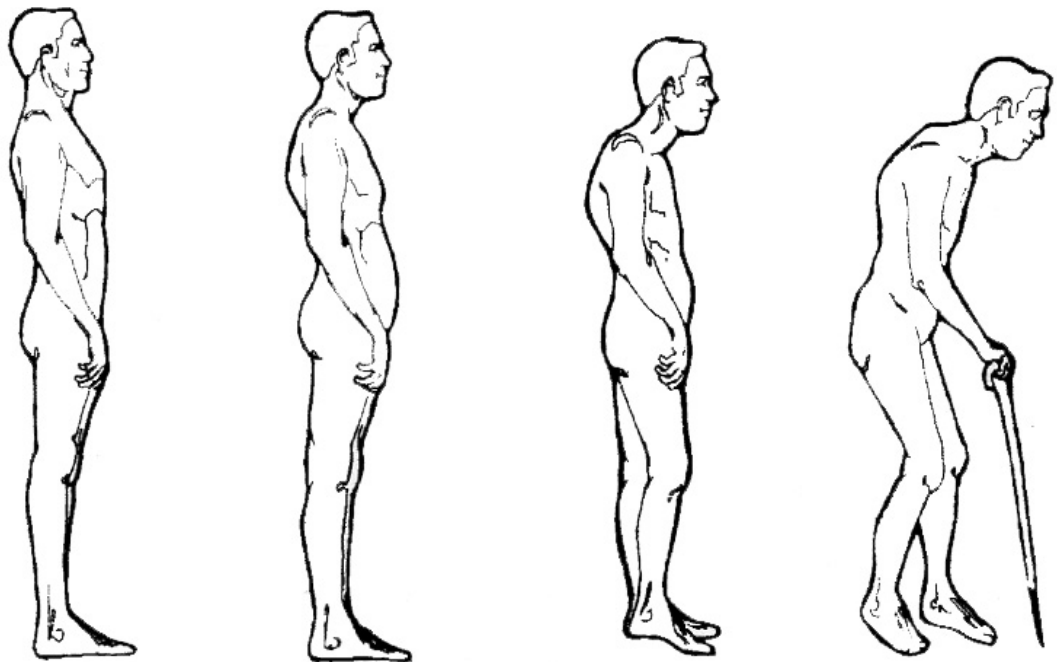
Ikääntynyt voidaan määritellä monen eri tekijän mukaan. Näitä tekijöitä ovat kronologinen ikä, biologinen ikä, psykologinen ja sosiaalinen ikä. Kronologisella iällä tarkoitetaan kalenteri-ikää, jonka mukaan jokainen ihminen vanhenee samalla vauhdilla. Kronologinen ikä on helpoin tapa vakioida ikä, ja sen mukaan ikääntynyt määritellään useimmissa maissa yli 60-vuotiaaksi. Biologisella iällä tarkoitetaan ihmisen toimintakykyä, johon vaikuttavat ihmisen ikääntymisen myötä tulevat biologiset muutokset elimistössä. Biologiseen ikään vaikuttavat ihmisen elämäntavat ja sairaudet. Biologisen iän mukaan inaktiivinen 55-vuotias voi olla ikääntyneempi kuin terve ja aktiivinen 70-vuotias. Psykologisella iällä tarkoitetaan sitä, kuinka vanhaksi ihminen tuntee itsensä. Sosiaalisella iällä tarkoitetaan ihmisen ympäristön luomaa roolia ja rooliodotuksia elämänkulussa. Esimerkiksi isovanhemman tai eläkeläisen rooli voi kuvastaa sosiaalista ikää. (Monta ikää 2013; WHO.)

Ikääntyneillä tasapainokykyyn voivat vaikuttaa heikentävästi sairaudet, lääkitys ja ikääntymisprosessin tuomat muutokset. Ikääntymisen myötä motorinen kontrolli ja sensorisen tiedon integrointi heikkenevät. (Baradah, Allam, Hashem, Talaat, El-Sayed & El-Kattan 2004, 95, 108.)

Liikkeet hidastuvat iän myötä luurankolihas- ja hermojärjestelmissä tapahtuvien muutosten, kuten lihassukkuloiden vähenemisen 47 % ($p < 0,001$) vuoksi (Liu, Eriksson, Thornell & Pedrosa-Domellöf 2005, 445–447). Ikääntyessä lihasten supistumis- ja viiveaika pitkittyvät, ja lihasten motoristen yksiköiden rentoutuminen hidastuu. Lisäksi nivelet koukistuvat hieman (Kuva 4). Lisääntynyt koukistuminen johtuu nivelten ja nivelsiteiden jäykistymisestä, selkänikamien muutoksista, lihasten ja jänteiden kovettumisesta ja extrapyramidaalijärjestelmän rappeutumisesta. Ikääntyessä huojunta lisääntyy ja korjausliikkeet hidastuvat. (Matteson, McConell & Linton 1997, 200, 287.)

Refleksit heikentyvät iän myötä. Tämä on seurausta lihasten ja jänteiden kovettumisesta ja pienentymisestä. Lihassolujen määrä pienenee ja niiden tilalle tulee tukikudosta, jolloin lihasvoima heikkenee. Ikääntyessä koukistusrefleksit hidastuvat, mutta oikaisurefleksit eivät silti voimistu tai nopeudu. Etenkin lihas-

sukkuloiden toiminta heikkenee, minkä vuoksi tasapainorefleksit hidastuvat. (Matteson ym. 1997, 200–201.) Ikääntyminen vaikuttaa heikentävästi myös vestibulaarireflekseihin (Amin & Meyers 2014). Lihaskonetta tarvitaan tietty minimimäärä, jotta voidaan suorittaa päivittäistä liikkumista ja tasapainoa korjaavia reaktioita (Lihavainen 2012, 13). Lihasten heikkeneminen on normaali ikääntymisen seuraus hermostollisten ja lihaksissa tapahtuvien muutosten vuoksi. Eräs tutkimus osoittaa, että nelipäisen reisilihaksen suurin voima saavutetaan 20–30 ikävuoden aikana. (Rogers ym. 2013, 519.) 50 ikävuoden jälkeen lihasvoima pienenee noin yhdellä prosentilla vuodessa. Lihaskonnan ja hermoston toiminnan heikkeneminen huonontavat tasapainoa. (Orr, Vos, Singh, Ross, Stavrinou & Fiantore-Singh 2006.)



Kuva 4. Ikääntymisen aiheuttamia muutoksia pystyasennossa. (posture in elderly)

Ikääntyessä tapahtuu myös hermostollisia muutoksia. Hermosoluja kuolee jatkuvasti, ja ne korvaantuvat hermotukikudoksella. Rasvan vähentyessä hermosolujen ympäriltä ja korvaantuessa proteiinilla ja nesteellä, myeliini vähenee,

jolloin viestit kulkevat hitaammin. Hermostollinen hidastuminen pidentää reaktioaikaa. Welfordin mukaan on kolmea erilaista liikettä suhteessa reaktioaikaan. Ensimmäinen on toistuva liike, joka ei vaadi paljon ajatustoimintaa. Toinen on yksittäinen ja helppo liike. Kolmas on tarkkuutta vaativa suoritus, kuten kirjoittaminen. Mitä helpompi liike tai liikesarja on, sitä vähemmän hermostollinen rappeutuminen näkyy reaktioajan hidastumisena. (Matteson ym. 1997 284–286.)

Psykofyysiset ja elektrofysiologiset poikkileikkaustutkimukset osoittavat, että 50-60 ikävuoden jälkeen näkökyvyn heikkeneminen alkaa kiihtyä nopeasti (Johnson & Choy, 1987). Ikääntyneillä henkilöillä näköaistin heikkeneminen johtaa heikentyneeseen kykyyn hahmottaa ympäristöä ja avaruudellista tilaa. Ikääntyneet tarvitsevat enemmän visuaalisia ärsykeitä kuin nuoremmat havaitakseen ympäristöä paremmin. (Wade & Jones 1997, 623.) Näköön joudutaan kuitenkin turvautumaan yhä enemmän ikääntyessä, kun muut tasapainon säätelyjärjestelmät heikentyvät (Matteson ym. 1997, 287).

Luurankolihasjärjestelmän kiputilat ovat yleisiä ikääntyneillä. Yli 75-vuotiailla kipua esiintyy 30–60 %:lla väestöstä. Hoitokodeissa asuvilla vastaavan ikäisillä kipua esiintyy 45–85 %:lla. Kipu alaraajoissa ja selässä vaikuttaa liikkumiseen ja tasapainoon monella tavalla. Kipu johtaa kipua aiheuttavien liikkeiden välttämiseen ja vääristyneisiin liikemalleihin ja vie huomiota pois tasapainon säätelystä. (Lihavainen 2012, 21.) Myös huimaus on tyypillinen ikääntymisen mukanaan tuoma vaiva. Huimaus aiheutuu usein sensoristen viestien heikkenemisestä ja niiden häiriintyneestä yhdistelystä. Huimaus koetaan usein epämiellyttävänä tunteena ja tasapainon heikkoutena. (Matteson ym. 1998, 287.)

2.8 Tasapainon harjoittaminen

Tutkimukset osoittavat lihaskunto- ja tasapainoharjoittelun vähentävän kaatumisia ja fyysisen aktiivisuuden vähentävän lonkkamurtuman riskiä 20–40 %. Tasapainoharjoittelu parantaa tasapainoa ja siten ennaltaehkäisee ja vähentää kaatumisia ja niiden aiheuttamia vammoja. (Käypä hoito 2010.)

Tasapainon harjoittaminen on tärkeä osa kuntoutusta ja suorituskyvyn parantamista, koska hyvä tasapaino edistää yksilön itsenäistä liikkumista. Yleensä

tasapainoharjoittelu käsitetään harjoitteluna epästabiililla alustalla. 1960-luvulla Vladimir Janda kehitti spesifimmän harjoitusohjelman erityisesti tasapainoa tukevan sensorimotorisen systeemin harjoittamista varten. Sensorimotorista harjoittelua voidaan luonnehtia nousujohteisena harjoitteluna epästabiililla alustalla, mikä kehittää automaattista asennon hallintaa. (Rogers ym. 2013, 523.)

Tasapainoharjoittelussa intensiteetti eli harjoittelun teho määräytyy tasapainon säilyttämisen vaikeusasteen mukaan. Mitä vaikeampi on pysyä tasapainossa, sitä suurempi on harjoituksen intensiteetti. Vaikeusasteeseen voidaan vaikuttaa massakeskipisteen ja tukipinta-alan muutoksilla ja manipuloimalla visuaalista-, vestibulaarista- tai proprioseptista järjestelmää (Kuva 5). (Rogers ym. 2013, 523.)



Kuva 5. Tasapainoharjoittelua Posturomedillä

Tasapainoa on pystytty kehittämään 1–16 viikkoa kestäväällä tasapainoharjoittelulla, kontaktituntien ollessa yhteensä 5–48 tuntia. Viisi viikkoa kestäneellä ta-

sapainoharjoittelulla 7,5 tunnin kontaktitunneilla on saatu kehitettyä jokapäiväisissä toiminnoissa tarvittavaa tasapainoa 10 % ($p < 0,01$). Harjoittelu koostui tasapainoa ja koordinaatiota haastavista harjoitteista. (Seidler & Martin 1997, 224.) Eräässä tutkimuksessa 13 viikkoa kestäväällä sensorimotorisella 60 – 80-vuotiaiden epätasaisilla alustoilla ja pehmeillä matoilla tapahtuvalla tasapainoharjoittelulla saatiin vähennettyä eteen-taakse -suuntaista huojuntaa 13 % ($p < 0,01$) ja sivuttaissuuntaista huojuntaa 17,7 % ($p < 0,01$) (Granacher, Gruber & Golhofer 2009, 387, 391). Tasapainon kehittymistä on tutkittu myös harjoittamalla pelkästään voimaa ja kestävyyttä 24 viikon ajan kolmesti viikossa. Kyseisellä harjoittelulla tasapaino ei kehittynyt, mutta kaatumisen riskiä saatiin pienennettyä ($p < 0,05$). (Buchner, Cress, Lateur, Esselman, Margherita, Price & Wagner 1996, 221.) Visuaaliseen palautteeseen perustuvalla neljän viikon tasapainoharjoittelulla dynaamisen tasapainotestin suoritus aika parani 35,9 % ($p < 0,05$). Samalla harjoittelulla Bergin tasapainotestin tulokset paranivat 6,9 % ($p < 0,05$). (Sihvonen, Sipilä & Era 2004, 87.) Sopiva annostelu tasapainoharjoitteluun on 30 – 120 sekuntia liikettä kohden yli 5 minuuttia kerrallaan (Rivard & Grimsby 2008, 176).

Epävakaalla alustalla tehty viisi viikkoa kestänyt tasapainoharjoittelu lisäsi subjektiivisen tasapainon tuntemusta ABC-lomakella mitattuna. Tällä harjoittelulla ei ollut vaikutusta staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. (Schilling, Falvo, Karlage, Weiss, Lohnes & Chiu 2009.) Peterkan (2002) mukaan epävakaalla alustalla seistessä tasapainon ylläpidossa hyödynnetään enimmäkseen vestibulaarisesta järjestelmästä saatua palautetta.

Lihasten heikentynyt teho huonontaa ikääntyneiden tasapainoa. Kutakin lihasryhmää olisi harjoitettava 2–3 kertaa viikossa progressiivisesti lihasvoiman kehittämiseksi (Käypähoito 2010). Lihasvoiman harjoittelun on todettu olevan vaikuttavaa vielä 90-vuotiaillakin. Eräässä tutkimuksessa korkeatehoisella voimaharjoittelulla tandemkävelyn nopeus kasvoi 48 % (Fiatarone, Marks, Ryan, Meredith, Lipsits & Evans 1990, 3029.)

2.9 Tasapainon mittaaminen

Tasapainon mittaamisessa huomioon otettavia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa mittaustuloksiin, ovat dominoiva jalka, uupumus, testien oppiminen, ikä, sukupuoli, pituus, paino, jalan koko, fyysisen aktiivisuuden taso ja laatu ja aikaisemmat loukkaantumiset (Emery ym. 2005, 502). Muita tasapainon mittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä ovat ylimääräiset äännet ja visuaaliset ärsykkeet ympäristöstä ja muut häiritsevät tekijät, kuten kylmä ja kirkkaat valot (Kauranen & Nurkka 2010, 357–358).

Tasapainoa mitatessa on tärkeää huomioida myös vuorokaudenajan vaikutus tasapainoon. Erään tutkimuksen mukaan suurin vaihtelu tasapainossa ikääntyneille tehtyjen voimalevymittausten tulosten perusteella on päivällä kello 12.30 ja 16.00 tehtyjen mittausten välillä. Huojunnan luottoellipsin pinta-ala kasvoi 18,5 % ($p < 0,001$), huojunnan pinta-ala kasvoi 17,1 % ($p < 0,001$) huojunnan aiheuttama voimakeskapisteen kulkema matka kasvoi 4,6 % ($p < 0,05$) ja huojunnan nopeus kasvoi 15,8 % ($p < 0,001$). (Jorgensen, Rathleff, Laessoe, Caserotti, Nielsen & Aagaard 2012.)

Staattista tasapainoa voidaan mitata seisoma-asennossa yhdellä tai kahdella jalalla seistessä eri asennoissa, silmät auki tai kiinni. Yksi yleisimmistä staattisen tasapainon mittauksissa käytettävistä testeistä on Rombergin tasapainotesti, jossa vertaillaan silmät auki ja silmät kiinni tapahtuvan seisonnan huojuntaa. Staattisen tasapainon mittaamisessa voidaan käyttää tulosten määrittelyssä asennossa pysyttyä aikaa tai asennon huojunnan määrää. Aikaa mitataan manuaalisesti sekuntikellolla ja huojuntaa voidaan mitata liikkeen analysointimenetelmillä tai voimalevyantureilla. (Guskiewicz & Perrin 1996, 50–51.)

Dynaamista tasapainoa voidaan mitata voimalevyanturilla tai toiminnallisilla kurkotustesteillä, ajastetuilla toiminnallisilla testeillä ja kävelytesteillä. Ajastettuja toiminnallisia testejä ovat timed up and go, funtional reach -test ja Bergin tasapainotesti ja toiminnallisia kävelytestejä ovat tandemkävely ja kahdeksikko-kävely-testi. Dynaamisen tasapainon voimalevyanturimittauksissa painopiste siirretään mahdollisimman pitkälle eteen, taakse tai sivuille menettämättä tasapainoa tai painopisteen siirtyminen johtuu alustan liikkeestä. Kurkotustesteillä

mitataan manuaalisesti kykyä siirtää painopistettä menettämättä tasapainoa. Ajastetuilla toiminnallisilla testeillä otetaan aikaa, kuinka nopeasti pystyy suoriutumaan dynaamista tasapainoa vaativasta tehtävästä. (Guskiewicz & Perrin 1996, 51–52.)

Tasapainon itsevarmuutta voidaan mitata kyselylomakkeilla. Mittareita ovat ABC-asteikko (Activities-specific balance confidence scale) ja FES-asteikko (Falls efficacy scale) (Myers ym. 1996, 37-38). FES-asteikko on luotu mittaamaan kaatumisen pelkoa ja sen toistettavuuden ICC-arvo on 0,71 ($p < 0,05$) (Tinetti, Richman & Powell 1990). ABC-asteikko on luotu mittamaan toiminnallista tasapainoa tarkemmin, laajemmin ja yksityiskohtaisemmin. ABC-asteikko havaitsee herkästi tasapainon itsevarmuutta toimintakykyisillä ikääntyneillä. (Powell & Myers 1995.)

3 Posturomed-harjoituslaite

Posturomed (Kuva 6.) on vuonna 1992 kehitetty terapeuttinen harjoitusväline. Se on alusta, jonka painopiste on tukipisteiden alapuolella, mikä mahdollistaa alustan vapaan värähtelyn horisontaalitasossa. Laitteen värähtelyherkkyyttä voidaan säädellä laitteessa olevien lukkojen avulla. Turvallisen laitteesta tekee sen ympärillä olevat kaiteet, joihin voi tukeutua. (Rasev 2004.)



Kuva 6. Posturomed (Posturomed)

Posturomed -laitetta käytetään erityisesti harjoitettaessa tasapainoa. Posturomediä voidaan käyttää painoa kantavien nivelien toiminnallista stabiiliteettiä harjoitettaessa, osana kiputerapiaa kroonistuneen selkävun hoidossa, asennonhäiriöstä johtuvan selkävun hoidossa ja ennaltaehkäisevänä koordinaation harjoitteluna. (Rasev 2004.) Posturomed on yleisesti käytetty harjoitusväline tasapainon harjoittamiseen pystyasennossa. Sillä voidaan myös mitata tasapainoa pystyasennossa, kun siihen on yhdistetty yhteensopiva tietokonejärjestelmä. Laitteen horisontaalitasoisen liikkeen ansiosta se antaa tietoa eteen- ja sivuttaissuuntaisesta liikkeestä. (Müller, Günther, Krauss & Horstmann 2004, 1).

Järlebran & Pettersson (2000) tutkivat Posturomedillä kahdesti viikossa kuuden viikon ajan harjoitelleiden 75–92 vuotiaiden tasapainon kehitystä. Tasapainoa mitattiin timed up & go ja Bergin tasapainotesteillä, ja tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Tutkijoiden mukaan Posturomed on hyvä tasapainon harjoitusväline ikääntyneille, mutta lisätietoa Posturomedistä tasapainon kehittäjänä tarvitaan lisää, koska koehenkilöiden määrä tutkimuksessa oli vähäinen. (Järlebran & Pettersson 2000, 1.)

Posturomedin päälle astuessa alusta liikkuu välittömästi, mikä aiheuttaa yksilön massakeskipisteen siirtymisen, haastaen henkilön tasapainoa ja siihen vaikuttavia järjestelmiä. Alustan liikkeeseen vaikuttaa vain asiakkaan itsensä aiheuttama liike. (Rasev 2004.)

4 Lappeenkoto Oy

Lappeenkoto Oy on Etelä-Karjalassa, Lappeenrannassa toimiva kuntoutuskeskus. Yksikkö tuottaa koko- ja puolipäiväisiä asumispalveluja mielenterveyskuntoutujille. (Mainiovire.)

Paikkoja yksikössä on kolmelletoista kuntoutujalle. Asumismuoto voi olla pitempiaikaista portaittain etenevää tai tuettua jaksottaista asumista. Toiminta yksikössä on arkipäivän toimintoihin ohjaavaa. Palveluihin kuuluu myös yksilöllisesti suunniteltuja asumisen tukipalveluja omaan asuntoon siirryttäessä. Yksi-

kön työntekijät ovat terveysalan koulutuksen käyneitä ja useimmat ovat kokeneita ja kuntoutusalalla kauan työskennelleitä henkilöitä. (Mainiovire.)

5 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten viiden viikon tasapainoharjoittelu Posturomedillä vaikuttaa ikääntyneiden tasapainoon.

Tutkimuskysymykset

1. Miten viiden viikon tasapainoharjoittelu Posturomedillä vaikuttaa ikääntyneiden dynaamiseen tasapainoon?
2. Miten viiden viikon tasapainoharjoittelu Posturomedillä vaikuttaa ikääntyneiden staattiseen tasapainoon?
3. Miten viiden viikon tasapainoharjoittelu Posturomedillä vaikuttaa ikääntyneiden subjektiivisesti koettuun tasapainoon?

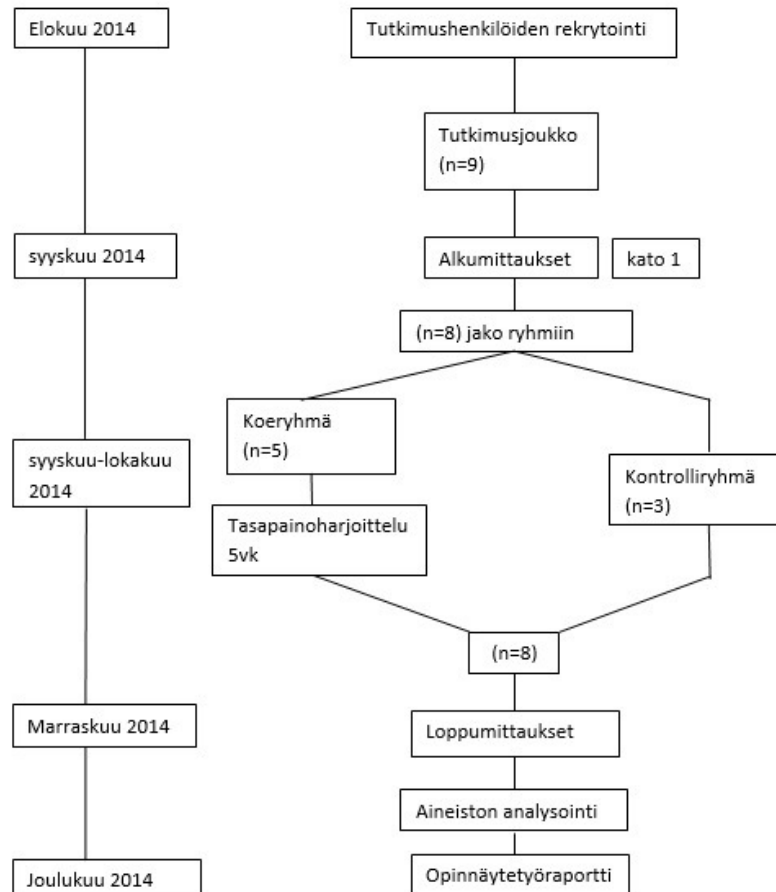
6 Tutkimuksen toteutus

Tässä luvussa esitellään tutkimukseen liittyvät tutkimusasetelma, aikataulu (Kuvio 3, s. 32) tutkimusjoukko, tiedonkeruumenetelmät, harjoittelujakson toteutus ja aineiston analysointimenetelmät.

6.1 Aineisto

Perusjoukko tutkimuksessa oli Lappeenkoto Oy:n asiakkaat. Perusjoukon suuruus tutkimuksen aloitusvaiheessa syksyllä 2013 oli 13 (N=13). Hoitohenkilökunta arvioi perusjoukosta tutkimukseen sopivat henkilöt, jotka täyttivät sisäänottokriteerit sekä arvioi mahdolliset terveydelliset esteet tutkimukseen osallistumiselle. Sisäänottokriteerit olivat yli 50 vuoden ikä ja alle 185 kilon paino Posturomedin painorajoituksesta johtuen. Poissulkukriteerinä oli kykenemättömyys pysyä pystyasennossa ilman apuvälinettä.

Tässä opinnäytetyössä ikääntynyt on määritelty yli 50-vuotiaaksi. Yli 50-vuotiailla on tapahtunut tasapainoa heikentäviä muutoksia elimistössä. Tutkimushenkilöt ovat mielenterveyskuntoutujia ja biologiselta ja psykologiselta iältään terveitä 50-vuotiaita vanhempia.



Kuvio 3. Opinnäytetyön prosessi

Kaikille sisäänottokriteerit täyttäneille Lappeenkoto Oy:n asiakkaille annettiin saatekirje ja suostumuslomake hoitohenkilökunnan kautta. Allekirjoitettuja suostumuslomakkeita saatiin yhdeksän kappaletta. Alkumittauksiin osallistui yhdeksän koehenkilöä, joista muodostui tutkimusjoukko. Koe- ja kontrolliryhmiin jakaminen tapahtui alkumittausten yhteydessä arpomalla niin, että arvottiin satunnaisluku numeroiden 1 ja 2 välillä. Numeron 1 saaneet menivät koeryhmään ja 2 saaneet menivät kontrolliryhmään. Numeroita arvottiin kunnes toisessa ryhmässä oli puolet osallistujista. Loput osallistujista sijoitettiin toiseen ryhmään. Alkumittausten jälkeen kontrolliryhmästä jättäytyi yksi henkilö pois. Koeryhmän suuruudeksi tuli 5 (n = 5) ja kontrolliryhmän suuruudeksi 3 (n = 3) (Taulukko 1).

| Ryhmä | Naisia | Miehiä | Ikäjakauma | Keski-ikä |
|-------------------|---------------|---------------|-------------------|------------------|
| <i>koe</i> | 3 | 2 | 51-66 | 57,8 |
| <i>kontrollil</i> | 3 | - | 55-78 | 69 |

Taulukko 1. Ryhmien ikä- ja sukupuolijakaumat

Tutkimushenkilöiden taustatietoina tutkimuksessa on sukupuoli ja ikä. Tutkimushenkilöiden nimet hävitettiin mittaustuloksista käyttämällä jokaisen koehenkilön kohdalla numerokoodia.

6.2 Tutkimusasetelma

Tutkimuksen tutkimusasetelma on kokeellinen, määrällinen pitkittäistutkimus, johon sisältyvät alkumittaukset, viiden viikon tasapainoharjoittelujakso ja loppumittaukset. Tutkimuksessa on koe- ja kontrolliryhmä. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus tarkoittaa tutkimusta, jossa käytetään tilastollisia menetelmiä tutkimustulosten selvittämiseen. Määrällisessä tutkimuksessa käytetään numeerisia arvoja muutoksen ja asioiden välisten riippuvuuksien mittaamiseen. Kokeellisessa tutkimuksessa tutkitaan ilmiön vaikutusta koe- ja kontrolliryhmän välillä kontrolloidussa ympäristössä. (Heikkilä 2008, 15–16.)

Harjoittelujakso toteutetaan koeryhmän tasapainoharjoitteluna Posturomediä käyttäen. Tutkimuksessa tutkitaan, miten Posturomedillä tehty tasapainoharjoittelu vaikuttaa tasapainoon ikääntyneillä verrattuna kontrolliryhmään.

6.3 Tiedonkeruumenetelmät

Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen mittarit ja niiden mittaushohteet sekä esitellään tutkimuksessa käytettyjen mittareiden validiteettia ja reliabiliteettia.

Alku- ja loppumittauksissa käytettiin Hur Labsin kehittämää Balance Trainer 4:ta, Bergin tasapainotestiä, tandemkävelytestiä eteen ja taaksepäin ja ABC-asteikko -lomaketta (liite 1). Balance Trainer 4 mittaa staattista tasapainoa. Bergin tasapainotesti (liite 2) mittaa sekä dynaamista että staattista tasapainoa. Karlssonin & Frykbergin (2000) mukaan voimalevymittaukset ja Bergin tasapainotesti mittaavat samankaltaisia asioita tasapainosta. Tandemkävely eteen- ja

taaksepäin mittaa dynaamista tasapainoa. ABC-kyselylomake mittaa toiminnallisen tasapainon varmuutta. Taulukossa 2 on esiteltynä ensisijaiset (xx) ja toissijaiset (x) dynaamisen ja staattisen tasapainon mittarit.

Balance Trainer 4 on voimalevyanturi, joka mittaa asennon huojunnasta aiheutuvan voimavaikutuksen keskipisteen liikettä alustalla. Voimavaikutus kuvaa huojunnan hetkittäistä pystysuunnassa vaikuttavien voimien keskipistettä (Kauranen & Nurkka 2010, 365). Balance Trainer 4:lla mitattiin staattisen asennon huojuntaa 1) kahden jalan seisonnassa silmät auki ja kiinni, 2) semitandem-asennossa, 3) tandem-asennossa, 4) kahden jalan seisonnassa pää kallistettuna dominoivan käden puolelle ja 5) pää kallistettuna taaksepäin. Jokaista asentoa mitattiin 20 sekunnin ajan. Dominoiva käsi määriteltiin kädeksi, jolla henkilö kirjoittaa. Tandem- ja semitandem asennoissa tutkittava henkilö sai alkumittauksissa itse määrätä kumpi jalka oli edessä. Loppumittauksissa sama jalka pidettiin edessä. Huojunnasta mitattiin x- ja y-suuntaisen liikkeen keskihajonta, nopeuden keskihajontaa, pinta-alaa ja Rombergin vakio.

| Mitattavat asiat | Balance Trainer 4 | Bergin tasapainotesti | Tandem kävely eteenpäin | Tandem kävely taaksepäin | ABC-asteikko |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
| Dynaaminen tasapaino | | x | xx | xx | x |
| Staattinen tasapainon | xx | x | | | x |

Taulukko 2. Tiedonkeruumenetelmät

X- ja y-suuntainen keskihajonta ilmaisee voimakkeskipisteen etäisyyksien keskimääräisen poikkeaman voimakkeskipisteen keskiarvosta. Arvo kertoo, kuinka paljon sivuttais- ja eteen – taakse -suuntaista huojuntaa tapahtuu. Mitattu pinta-ala (C90) kertoo huojunnasta aiheutuvan voimakkeskipisteen liikkeen pinta-alan. Mitä suurempi mitattu pinta-ala on, sitä suurempaa huojunta on, eli sitä korkeampi on kaatumisriski. Nopeuden keskihajonta tarkoittaa voimakkeskipisteen liikkeen nopeuden keskihajontaa. Se kertoo henkilön kyvystä hallita huojuntaa

testin aikana. Mitä suurempi arvo on, sitä nopeampaa vartalon huojunta on. Nopeuden keskihajonnan on tutkittu korreloivan Bergin tasapainotestin staattisen osuuden kanssa $r = -0,6$ ($p < 0,01$) (Karlsson & Frykberg 2000).

Rombergin testissä verrataan silmät auki ja silmät kiinni tehtyjen mittausten tuloksia keskenään $100 \times (\text{silmät kiinni C90} / \text{silmät auki C90})$. Rombergin vakio kertoo näkökyvyn vaikutuksesta tasapainoon. (Khasnis & Gokula 2003.) Rombergin vakio on positiivinen, kun ero mittausten välillä on suuri. Positiivinen tulos kertoo proprioseptisestä heikkoudesta ja voi viitata vestibulaarijärjestelmän toimintahäiriöön. (Fitzgerald 1996, 142). Mitä suurempi Rombergin vakio on, sitä enemmän näkökyvyllä on vaikutusta asennon ylläpitoon.

Park ja Lee (2014) ovat tutkineet voimalevyanturilla tehtyjen mittausten luotettavuutta ja toistettavuutta. Heidän mukaansa huojunnan matkaa ja nopeutta mitattaessa tutkijoiden välinen toistettavuus on $ICC=0,89-0,79$, tutkijan sisäinen toistettavuus on $ICC=0,92-0,70$ ja validiteetti on $ICC=0,87-0,73$. Toisessa tutkimuksessa huojunnan matkaa mitattaessa on saatu voimalevyanturimittauksille tutkijoiden välisen toistettavuuden arvoksi $ICC=0,84$ ($p < 0,05$) (Liston & Brouwer 1996). Le Clair & Riach (1996) ovat tutkineet, että kestoaltaan 20–30 sekuntia kestävässä voimalevyllä tapahtuvassa mittauksessa saavutetaan paras toistettavuus mittauskertojen välillä.

Mittarin validius tarkoittaa mittarin kykyä mitata haluttua asiaa ja reliabiliteetti tarkoittaa mittarin tulosten tarkkuutta ja toistettavuutta (Heikkilä 2008, 29–30). Mitä lähempänä ollaan lukua 1, sitä validimpi ja toistettavampi mittari on. ICC-arvolla voidaan kuvata tutkijan sisäistä, tutkijoiden välistä tai mittauskertojen välistä toistettavuutta ja validiutta. Yleisesti hyväksyttävänä ICC-arvona pidetään lukua 0,7. (Blakstad 2013.)

Tandemkävelytestillä mitataan dynaamista tasapainoa. Suomalaisen tutkimuksen mukaan tandemkävely eteenpäin on hyvä dynaamisen tasapainon mittari. Se mittaa aivovaurioisten miesten dynaamista tasapainoa 70,6 % herkkyydellä ja 77,8 % tarkkuudella ($p < 0,05$). Saman tutkimuksen mukaan tandemkävely taaksepäin mittaa aivovaurioisten miesten dynaamista tasapainoa 55,9 % herkkyydellä ja 77,8 % tarkkuudella ($p < 0,05$). (Rinne, Pasanen, Vartiainen, Lehto,

Sarajuuri & Alaranta 2006, 227.) Rinteen, Pasasen, Miilunpalon ja Ojan (2001) mukaan tandemkävelyn eteen- ja taaksepäin toistettavuus on ICC=0,83-0,96 ja tutkijoiden välinen toistettavuus tandemkävelytestissä on ICC=0,88-0,96 ($p < 0,05$). Toisen tutkimuksen mukaan tandemkävelytestin kahden mittauksen välinen korrelaatio on $r=0,94$ ($p < 0,001$) (Nelson, Layne, Bernstein, Nuernberger, Castaneda, Kaliton, Hausdorff, Judge, Buchner, Roubenoff & Fiatarone Singh 2004, 156).

Bergin tasapainotesti koostuu 14 osasta, jotka mittaavat määrällisesti tasapainoa ja kaatumisen riskiä ikääntyneillä. Bergin tasapainotesti on suora tasapainoa mittaava testi, jossa havainnoidaan tutkittavan suoritusta erilaisissa tehtävissä. Testiin kuuluu neljä osa-aluetta, jotka mittaavat tasapainon hallintaa tukipinnan pienentyessä, asennosta toiseen siirryttäessä, painonpisteen siirtyessä lähelle tukipinnan reunoja ja asennon hallintaa näkökyky poissuljettuna. (Toimia tietokanta). Berg, Wood-Dauphinee, Williams & Maki (1992) ovat tutkineet, että Bergin tasapainotestistä saatavat pisteet korreloivat keskiarvostesti tutkittavan henkilön tasapainon itsearvion ja hoitajan tasapainoarvion kanssa sekä kliinisten asennon huojunnan mittausten tulosten kanssa. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan Bergin tasapainotestin validiteetti on hyvä ICC=0,92-0,98 (Blum & Korner-Bitensky 2008). Tutkijoiden välinen toistettavuus Bergin testissä on ICC=0,98 ja tutkijan sisäinen toistettavuus on ICC=0,97 (Berg, Wood-Dauphinee & Williams 1995). Bergin tasapainotestin toistettavuus on ICC=0,98 (Blum & Korner-Bitensky 2008).

ABC-asteikko mittaa henkilön omaa tuntemusta toiminnallisen tasapainon varmuudesta. Hyvä luottamus tasapainoon on tärkeää itsenäisen ja päivittäisen liikkumisen kannalta. (Myers, Fletcher, Myers & Sherk 1998). Botnerin, Williamin ja Engin (2005) mukaan ABC-Asteikon (activities-specific balance confidence scale) validiteetti tasapainon mittarina on ICC=0,94 ja toistettavuus on ICC=0,85 ($p < 0,05$). ABC-asteikon kokonaispisteet yhdessä Bergin tasapainotestin ja reaktioajan kanssa ennustavat kaatumista 89 %:n herkkyydellä ja 96 %:n tarkkuudella (Lajoie & Gallagher 2003, 1). ABC-asteikon tulos alle 50 % kuvastaa huonoa fyysistä toimintakykyä, tulos välillä 50–80 % kuvastaa keski-

vertoa fyysistä toimintakykyä ja tulos välillä 80–100 % kuvastaa hyvää toimintakykyä (Myers ym. 1998).

Tutkittaville suoritettiin Lappeenkoto Oy:n tiloissa alku- ja loppumittaukset. Mitareina käytettiin kuuden metrin tandemkävelyä etu- ja takaperin, Bergin tasapainotestiä, Hur Labsin Balance Trainer 4 -laitteella tehtäviä testejä sekä ABC-lomaketta. Alkumittaukset suoritettiin kaikille viikko ennen harjoitusjakson alkamista ja loppumittaukset kaksi päivää harjoitusjakson jälkeen. Alkumittauksiin kului aikaa noin tunti tutkittavaa henkilöä kohden, ja ne suoritettiin kahden päivän aikana. Loppumittaukset suoritettiin kolmen päivän aikana, koska kaikki henkilöt eivät olleet paikalla sovittuina päivinä. Tutkijoiden roolit mittauksia tehtäessä oli jaettu niin, että molemmilla tutkijoilla oli omat tehtävät ja ne pysyivät samoina kaikissa mittauksissa.

Tandemkävely suoritettiin Lappeenkoto Oy:n tiloissa sijaitsevalla käytävällä, johon merkittiin kuusi metriä pitkä suora viiva kapeaa valkoista teippiä käyttäen. Tandemkävely suoritettiin ensin etuperin ja sitten takaperin kävellen. Tandemkävelyssä hyväksytyt askeleen kriteereinä olivat jalan vienti toisen eteen niin, että kantapää osui askelen loppuvaiheessa varpaaseen ja molemmat jalat olivat yhtä aikaa viivan päällä. Suorituksessa laskettiin kuuden metrin kävelyn menyt aika ja virheiden määrä. Virheitä olivat askelvirheet ja horjahdukset. Toinen tutkijoista otti aikaa sekuntikellolla ja varmisti samalla tutkimushenkilön turvallisuuden. Toinen tutkija laski virheiden määrän ja merkitsi tulokset paperille.

Bergin tasapainotesti suoritettiin Lappeenkoto Oy:n taukotilassa, joka oli varattu mittauksia varten. Testi suoritettiin ohjeen mukaisesti (Liite 2). Testissä käytettyjen tuolien istumakorkeus oli 45 cm, ja korokkeelle askeltamisessa käytetyn steppilaudan korkeus oli 17 cm. Toinen tutkija ohjasi testit ja toinen merkitsi tulokset tutkimuslomakelle.

Balance Trainer 4-laitteella suoritettuun testiprotokollaan kuuluivat alustalla seisominen silmät auki ja silmät kiinni, semitandem-asennossa seisominen, tandem-asennossa seisominen, seisominen pää kallistettuna dominoivan käden puolelle ja seisominen pää kallistettuna taaksepäin. Kahdella jalalla seistessä asento vakioitiin asettamalla kantapää BT4:llä olevien valkoisten merkkiviivojen

tasolle, ja jalan sisäsyrrät asetettiin laudalla olevien katkoviivojen tasolle ja niiden suuntaisesti. Semitandem- ja tandemasunnoissa toinen jalka asetettiin laudan keskellä olevan viivan viereen. Semitandem-asennossa takimmaisena jalan 1-varpaan päälle asetettiin etummaisena jalkaterän puoleen väliin. Tandem-asennossa molemmat jalat laitettiin peräkkäin laudan keskellä olevan viivan päälle niin, että 1-varvas oli kiinni kantapäässä. Tässä tutkimuksessa asennon vakiointi oli tärkeää, koska mitattiin tasapainon kehitystä eikä parasta mahdollista tulosta.

Jokaisessa asennossa seisottiin 20 sekuntia. Ohjeistuksena tutkimushenkilöille oli seistä alustalla mahdollisimman liikkumatta. Jos koehenkilö horjahti alustalla niin, että asento muuttui, testi tehtiin uudestaan. Jos testi ei onnistunut toisella yrityksellä, testi hylättiin.

ABC-lomake (Liite 1) käytiin yhdessä tutkimushenkilön kanssa läpi, ja kysymykset kysyttiin sanallisesti niin, että tutkimushenkilö samalla näki kysymyksen ja vastausasteikon. Tutkija kirjasi vastauksen tutkimuslomakkeeseen.

Analysointimenetelmillä tutkittiin ryhmien ja mittauskertojen välisiä eroja. Aineisto analysoitiin IBM SPSS 21.0 (Statistical Package for Social Sciences) -ohjelmistolla. Bergin testistä analysoitiin kokonaispistemäärät ja eri osaluokkien tulokset sekunteina ja matkana. Tandem-kävelytestistä analysoitiin matkaan käytetty aika sekunteina ja virheiden määrä. BT4:llä tehdyistä mittauksista analysoitiin huojunnan pinta-ala, x- ja y-suuntaisen liikkeen määrä millimetreinä, voimavaikutuksen keskipisteen nopeuden keskihajonta mm/s ja Rombergin vakio. ABC-asteikosta analysoitiin kokonaispistemäärät prosentteina.

6.4 Posturomed-tasapainoharjoittelu

Tutkimuksen harjoittelujakso oli viiden viikon pituinen. Harjoittelujakson aikana koeryhmäläiset harjoittelivat Posturomedillä. Kontrolliryhmällä oli ainoastaan alku- ja loppumittaukset eikä ohjattua harjoittelua. Posturomedillä harjoitettiin tasapainon osa-alueista visuaalista järjestelmää, proprioseptiikkaa ja vestibulaarijärjestelmää. Harjoittelun edetessä harjoitteiden intensiteetti oli nousujohteista. Intensiteettiä nostettiin vähentämällä tukipinta-alaa, lisäämällä liikkeen

suuruutta ja poistamalla visuaalinen palaute silmät sulkemalla. Jokaisesta liikkeestä oli eri vaikeustasoja, jotka määräytyivät tukipinta-alan ja liikkeen suuruuden muutoksilla. Intensiteettiä voitiin nostaa myös Posturomedin kolmiportaista herkkyyttä säätämällä. Posturomedin värähtelyliikkeen herkkyys säädettiin jokaisen kierroksen alussa uudestaan. Harjoittelu aloitettiin aina helpoimmalla Posturomedin tasolla ja jokaisen kierroksen jälkeen alusta säädettiin herkemälle. Jos koehenkilö ei suoriutunut harjoitteesta, Posturomed säädettiin takaisin edelliseen herkkyysasteeseen. Suorituksen onnistumiskriteeri oli vähintään kymmenen sekunnin yhtäjaksoinen liike ilman tukea kaiteesta. Tällä tavalla tutkijat arvioivat jokaiselle koehenkilölle sopivan vaikeustason ja pyrittiin varmistamaan jokaiselle yksilölle hyvä harjoitusvaste.

Kaikki harjoittelu tapahtui kahden ohjaamana Lappeenkoto Oy:n tiloissa, niin että toinen tutkijoista ohjasi liikkeet sanallisesti ja näytti liikkeet tarvittaessa. Toinen tutkija oli harjoittelijan tukena kaatumisten välttämiseksi. Harjoittelun aikana posturomedissä oli tukikaiteet, joista koehenkilö pystyi tarvittaessa ottamaan tukea. Harjoitteet ohjattiin tekemään ilman kenkiä. Ohjausvastuu jaettiin niin, että molemmat tutkijat ohjasivat harjoitukset vuoropäivinä toisen toimiessa aina varmistajana. Harjoituspäivät olivat tiistai ja torstai. Harjoittelu tapahtui harjoitusohjelman (Liite 3) mukaisesti. Yksi harjoituskerta kesti noin 15 minuuttia, ja se sisälsi viisi progressiivisesti muokattavaa harjoitetta, jotka olivat seisonta, kyykky, painonsiirrot, askellukset ja vartalon kierto. Harjoitteita muokattiin vaikuttamalla tukipinta-alaan, liikkeen suuruuteen ja visuaaliseen palautteeseen. Kaikki liikkeet tehtiin pystyasennossa Posturomedin päällä. Harjoittelussa kiinnitettiin huomiota liikkeen laatuun, kehonhallintaan ja asentoon liikkeiden aikana.

Harjoittelujakson aikana harjoittelukertoja tuli yhteensä 10 kertaa jokaista koehenkilöä kohden. Harjoituskerta kesti 15 minuuttia ja kokonaisharjoittelu-aika oli 150 minuuttia.

6.5 Aineiston analysointi

Tilastolliseen analyysiin otettiin mukaan niiden koeryhmässä olevien henkilöiden tulokset, jotka olivat osallistuneet vähintään 80 %:iin harjoituskerroista. Kai-

killä harjoitusryhmäläisillä harjoitelukertoja tuli riittävästi. Kontrolliryhmästä analyysiin otettiin mukaan kaikkien koehenkilöiden tulokset.

Tulosten jakauman normaalius määritettiin käyttämällä Shapiro-Wilk –testiä, koska tutkimusjoukon n määrä oli pieni ($n < 50$). Kaikkien mittauksen tulokset olivat epänormaalisti jakautuneet, joten valittiin epäparametriset testit.

Ryhmien välistä eroa kaikilla testien tuloksilla mitattiin epäparametrisellä Mann-Whitneyn U-testillä. Kaikkien muiden testien osalta ryhmät olivat vertailukelpoiset ($p > 0,05$) paitsi Bergin testiin kuuluvan eteenkurkotustestin osalta ($p < 0,05$), jossa koeryhmän tulosten mediaani oli kolme kertaa suurempi kuin kontrolliryhmän tulosten mediaani.

Mittaukskertojen välistä eroa mitattiin epäparametrisellä eli mediaanipohjaisella Wilcoxonin testillä. Mittaukskertojen välinen tarkastelu kertoi, oliko tasapaino muuttunut tilastollisesti merkitsevästi tasapainoharjoittelujakson seurauksena. Tässä tutkimuksessa tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$.

6.6 Eettiset näkökulmat

Tutkimuksessa noudatettiin tarkkuutta, rehellisyyttä ja yleistä huolellisuutta. Koehenkilöiden anonymiteetti säilytettiin tuloksia käsiteltäessä niin, että jokaiselle henkilölle annettiin oma numerokoodi alkaen numerosta 1. Mittauksen tulokset kirjattiin numerokoodillisiin dokumentteihin. Tietokoneelle kirjatessa käytettiin ainoastaan numerokodeja. Alkuperäiset henkilötiedolliset dokumentit säilöttiin turvalliseen paikkaan, josta niitä voi tarvittaessa tarkastella. Tutkimuksen valmistuttua tiedot hävitettiin polttamalla kaikki dokumentit, joissa on koehenkilöiden tietoja tai tietoja, joilla tulokset voidaan yhdistää koehenkilöihin. Koehenkilöiden turvallisuus tasapainoharjoittelun aikana huomioitiin laitteen turvakaiteiden ja ohjaajien avulla.

Koehenkilöille lähetettiin saatekirje (Liite 4), jossa kerrottiin lyhyesti tutkimuksesta. Koehenkilöt olivat vapaaehtoisesti mukana, heille oli selitetty tutkimuksen tarkoitus ja he allekirjoittivat suostumuslomakkeen (Liite 5). Kaikki toiminta tapahtui vapaaehtoisesti ja koehenkilöillä oli oikeus lopettaa osallistuminen tutkimukseen ja harjoitteluun missä vaiheessa tahansa.

7 Tulokset

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset eli Posturomedillä toteutetun tasapainoharjoittelun vaikutukset ikääntyneiden dynaamiseen, staattiseen ja toiminnallisen tasapainon varmuuteen. Tulosten tarkastelussa tandem-kävelyn tulokset jätettiin huomioimatta, koska vain yksi henkilö suoriutui testistä hyväksytysti.

Tilastollisesti merkitseviä tuloksia saatiin dynaamisessa tasapainossa ja toiminnallisen tasapainon varmuudessa. Staattisessa tasapainossa ei tapahtunut muutosta.

7.1 Harjoittelun vaikutus dynaamiseen tasapainoon

Bergin tasapainotestin kokonaispistemäärän tuloksissa ei tapahtunut Wilcoxonin testin mukaan tilastollisesti merkitsevää muutosta koe- eikä kontrolliryhmässä ($p > 0,05$) (Taulukko 3).

| <i>Ryhmä</i> | <i>n</i> | <i>Bergin tasapainotesti</i> | | <i>p-arvo</i> |
|------------------|----------|------------------------------|-------------------------|---------------|
| | | alkumittaus ka (SD) | loppumittaus ka (SD) | |
| <i>koe</i> | 5 | 48,2 (4,9) | 49,2 (3,1) | 0,285 |
| <i>kontrolli</i> | 3 | 37,3 (8,5) | 37,0 (3,6) | 0,785 |

Taulukko 3. Bergin tasapainotestin kokonaispisteet

| <i>Ryhmä</i> | <i>n</i> | <i>Kääntyminen (s)</i> | | <i>p-arvo</i> |
|--------------------------|----------|------------------------|-------------------------|---------------|
| | | alkumittaus ka (SD) | loppumittaus ka (SD) | |
| <i>koe (oikea)</i> | 5 | 4,6 (4,1) | 3,2 (2,1) | 0,043 |
| <i>kontrolli (oikea)</i> | 3 | 6,3 (3,3) | 8,0 (0,4) | 0,285 |
| <i>koe (vasen)</i> | 5 | 3,8 (3,1) | 3,1 (2,5) | 0,043 |
| <i>kontrolli (vasen)</i> | 3 | 8,2 (4,1) | 7,2 (1,7) | 1,000 |

Taulukko 4. kääntyminen ympäri tulokset sekunteina

Bergin tasapainotestiin (Liite 2) sisältyvän (kohta 11) vasemman ja oikean kautta ympärikääntymisen ajat lyhenivät koeryhmällä (Taulukko 4). Kääntyminen vasemman kautta ympäri nopeutui 18 % ja kääntyminen oikean kautta ympäri nopeutui 31 % koeryhmällä Wilcoxonin testin perusteella ($p < 0,05$). Kontrolliryhmällä kääntyminen ei muuttunut merkitsevästi. Tandemkävelyn tuloksissa ei

ilmennyt tilastollisesti merkitsevää muutosta kummassakaan ryhmässä Wilcoxonin testin perusteella ($p > 0,05$).

7.2 Harjoittelun vaikutus staattiseen tasapainoon

Balance Trainer 4:lla tehtyjen alku- ja loppumittausten tuloksissa ei ollut koeryhmässä (Taulukko 5) eikä kontrolliryhmässä (Taulukko 6) Wilcoxonin testin perusteella tilastollisesti merkitsevää muutosta. Tandemseisonnin tuloksia ei otettu huomioon tulosten analysoinnissa, koska vain yksi koehenkilö suoriutui testistä hyväksytysti.

| Koeryhmä | n | alkumittaus ka (SD) | loppumittaus ka (SD) | p-arvo |
|----------------------------------|----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|
| C90 pinta-ala (mm ²) | | | | |
| <i>EO (Eyes Open)</i> | 5 | 211 (189) | 340 (522) | 0,500 |
| <i>EC (Eyes Closed)</i> | 5 | 402 (338) | 323 (194) | 0,225 |
| <i>Semitandem</i> | 5 | 598 (120) | 884 (595) | 0,345 |
| <i>Pään kallistus</i> | 5 | 200 (132) | 102 (34) | 0,273 |
| <i>Pään extensio</i> | 5 | 297 (276) | 259 (185) | 0,893 |
| X- suuntainen keskihajonta (mm) | | | | |
| <i>EO</i> | 5 | 3,1 (2,3) | 3,1 (2,4) | 0,893 |
| <i>EC</i> | 5 | 3,6 (2,1) | 3,0 (1,2) | 0,225 |
| <i>Semitandem</i> | 5 | 6,7 (0,7) | 8,8 (2,7) | 0,138 |
| <i>Pään kallistus</i> | 5 | 3,1 (0,9) | 2,5 (1,2) | 0,686 |
| <i>Pään extensio</i> | 5 | 2,9 (2,0) | 3,1 (1,4) | 0,686 |
| Y- suuntainen keskihajonta (mm) | | | | |
| <i>EO</i> | 5 | 4,4 (1,4) | 5,6 (3,5) | 0,345 |
| <i>EC</i> | 5 | 6,6 (2,4) | 7,0 (2,2) | 0,500 |
| <i>Semitandem</i> | 5 | 5,7 (1,1) | 6,7 (2,9) | 0,345 |
| <i>Pään kallistus</i> | 5 | 4,5 (2,2) | 3,7 (0,7) | 0,345 |
| <i>Pään extensio</i> | 5 | 6,4 (2,3) | 5,6 (1,8) | 0,500 |
| Nopeuden keskihajonta (mm/s) | | | | |
| <i>EO</i> | 5 | 7,3 (6,2) | 17,5 (27,4) | 0,080 |
| <i>EC</i> | 5 | 13,0 (7,9) | 16,2 (13,5) | 0,138 |
| <i>Semitandem</i> | 5 | 17,0 (5,2) | 18,7 (13,4) | 0,893 |
| <i>Pään kallistus</i> | 5 | 8,2 (4,1) | 7,6 (4,5) | 0,893 |
| <i>Pään extensio</i> | 5 | 13,5 (12,4) | 10,7 (8,5) | 0,138 |
| <i>Rombergin vakio</i> | 5 | 190 (86) | 222 (203) | 0,893 |

Taulukko 5. Koehenkilöiden tulokset Balance Trainerilla

| Kontrolli- ryhmä | n | alkumittaus ka (SD) | loppumittaus ka (SD) | p-arvo |
|----------------------------------|----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|
| C90 pinta-ala (mm ²) | | | | |
| <i>EO (Eyes Open)</i> | 3 | 1798 (2900) | 2162 (3541) | 0,593 |
| <i>EC (Eyes Closed)</i> | 3 | 460,7 (534) | 1447,1 (1139) | 0,109 |

| | | | | |
|---------------------------------|---|---------------|---------------|-------|
| <i>Semitandem</i> | 3 | 3320,7 (4471) | 4865,7 (2893) | 0,593 |
| <i>Pään kallistus</i> | 2 | 410,8 (350) | 195,3 (122) | 0,655 |
| <i>Pään extensio</i> | 2 | 2716,4 (3351) | 238,4 (263) | 0,180 |
| X- suuntainen keskihajonta (mm) | | | | |
| <i>EO</i> | 3 | 10,8 (15,3) | 9,9 (13,6) | 0,414 |
| <i>EC</i> | 3 | 5,1 (5,5) | 12,1 (8,5) | 0,109 |
| <i>Semitandem</i> | 3 | 12,1 (7,9) | 22,6 (10,1) | 0,285 |
| <i>Pään kallistus</i> | 2 | 4,4 (1,9) | 2,9 (1,0) | 0,180 |
| <i>Pään extensio</i> | 2 | 9,6 (8,0) | 2,8 (1,9) | 0,180 |
| Y- suuntainen hajonta (mm) | | | | |
| <i>EO</i> | 3 | 7,8 (2,9) | 8,7 (7,1) | 0,109 |
| <i>EC</i> | 3 | 6,0 (1,4) | 8,0 (3,1) | 0,109 |
| <i>Semitandem</i> | 3 | 13,8 (13,8) | 15,5 (3,2) | 1,000 |
| <i>Pään kallistus</i> | 2 | 6,1 (3,0) | 4,5 (1,2) | 0,180 |
| <i>Pään extensio</i> | 2 | 14,2 (11,3) | 4,9 (3,3) | 0,180 |
| Nopeuden keskihajonta (mm/s) | | | | |
| <i>EO</i> | 3 | 13,5 (15,3) | 10,2 (6,9) | 1,000 |
| <i>EC</i> | 3 | 10,8 (6,0) | 19,5 (16,6) | 0,109 |
| <i>Semitandem</i> | 3 | 21,9 (13,3) | 48,9 (35,8) | 0,285 |
| <i>Pään kallistus</i> | 2 | 7,6 (3,0) | 7,4 (1,4) | 0,655 |
| <i>Pään extensio</i> | 2 | 17,7 (10,4) | 9,3 (8,7) | 0,180 |
| <i>Rombergin vakio</i> | 3 | 81,7 (65,3) | 565 (795) | 0,109 |

Taulukko 6. Kontrollihenkilöiden tulokset Balance Trainerilla

7.3 Harjoittelun vaikutus subjektiivisesti koettuun tasapainoon

ABC-lomakkeella mitattu koettu toiminnallinen tasapaino oli kehittynyt Wilcoxonin testin perusteella koeryhmässä 19,4 % ($p < 0,05$) (Taulukko 7). Kontrolliryhmän koetussa tasapainossa ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta.

| <i>Ryhmä</i> | <i>n</i> | <i>ABC-lomake keskiarvot (%)</i> | | <i>p-arvo</i> |
|------------------|----------|----------------------------------|-------------------------|---------------|
| | | Alkumittaus ka (SD) | Loppumittaus ka (SD) | |
| <i>Koe</i> | 5 | 65,3 (19,2) | 75,8 (13,3) | 0,043 |
| <i>Kontrolli</i> | 2 | 37,9 (20,3) | 35,7 (20,3) | 0,655 |

Taulukko 7. ABC-asteikon tulokset

8 Pohdinta

Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella viiden viikon mittaisella Posturo-medillä tapahtuvalla harjoittelulla oli kehittävä vaikutus joihinkin dynaamisen tasapainon osa-alueisiin ja henkilön toiminnallisen tasapainon varmuuteen. Näin lyhyellä harjoittelulla muutokset tasapainossa jäivät pieniksi, mutta koe-

henkilöiden toimintakyvyssä ja toiminnassa näkyi tutkimuksen aikana parannusta. Posturomedillä harjoittelusta tuli sujuvampaa harjoitusjakson edetessä.

Hyvä dynaaminen tasapaino helpottaa päivittäisistä toiminnoista suoriutumista kotona ja edistää henkilön itsenäistä liikkumista. Henkilön kokemaa varmuuden lisääntyminen toiminnallisessa tasapainossa vähentää kaatumisen pelkoa, jolloin liikkeellelähdön kynnyks madaltuu ja liikkuminen lisääntyy. Kehittynyt tasapaino ja lisääntynyt liikkuminen yhdessä vähentävät riskiä kaatua ja säästävät yhteiskuntaa kaatumisen aiheuttamilta kustannuksilta.

8.1 Aineisto

Tutkimusjoukko jäi toivottua vähäisemmäksi. Positiivista oli kuitenkin tutkimusjoukon vähäinen kato, sillä vain yksi tutkimukseen ilmoittautuneista jäi pois. Poisjäännin syynä oli se, että tutkimushenkilö ei enää halunnut olla mukana tutkimuksessa.

Koe- ja kontrolliryhmään jakautuminen satunnaisesti johti ryhmien keski-ikänsuureen eroon, mutta tilastollisesti ryhmät olivat iältään vertailukelpoisia. Mittausten välinen muutos voi olla erilaista koe- ja kontrolliryhmän välillä ikäerojen takia. Ryhmiin jako olisi voitu tehdä ottamalla koehenkilöiden ikä huomioon niin, että ryhmiin olisi jakauduttu ikäjärjestyksessä joka toinen koeryhmään ja joka toinen kontrolliryhmään. Tällä tavalla olisi saatu tasaisemmat ikäjakaumat ryhmien välillä.

Tutkimushenkilöt tässä tutkimuksessa olivat Lappeenkoto Oy:n asukkaat. Tutkimusjoukko oli homogeeninen, koska kaikki tutkimushenkilöt olivat samasta kuntoutuskeskuksesta. Tutkimusjoukon homogeenisyys heikentää tutkimuksen luotettavuutta ja yleistettävyyttä.

Tutkimuksen tekemisen kannalta helpottava tekijä oli koehenkilöiden motivaatio tutkimukseen osallistumiseen ja tasapainoharjoitteluun. Koeryhmässä olleet olivat kiinnostuneita tasapainoharjoittelusta ja omista tuloksistaan ja tekivät parhaansa kaikissa mittauksissa ja harjoituksissa. Kolme henkilöä osallistui kaikkiin harjoituksiin, yksi koehenkilö osallistui 90 %:iin harjoituksista ja yksi koehenkilö

80 %:iinn harjoituksita. Harjoittelu oli kaikkien koeryhmäläisten mukaan mielekäästä.

Koehenkilöiden määrä oli pieni, ja joukko oli homogeeninen. Koe- ja kontrolliryhmän keski-iat erosivat suuresti toisistaan. Tutkimushenkilöt olivat mielenterveyskuntoutujia, minkä takia heidän keski-ikänsä oli melko alhainen verrattuna heidän toimintakykyynsä. Toimintakykyynsä mukaan tutkimushenkilöt ovat ikään-tyneitä. Harjoittelijat olivat motivoituneita ja harjoituskerroista poisjäänti oli vähäistä. Tutkimuksen kannalta tutkimushenkilöt olivat valideja, koska ryhmät olivat satunnaistettu, tutkimusasetelma oli pysyvä eivätkä ulkopuoliset tekijät vaikuttaneet koehenkilöiden mittaustuloksiin, ja fyysisen toimintakykyynsä puolesta otos on sopiva tutkimuksen perusjoukkoon.

8.2 Menetelmät

Tutkimuksessa käytettävät testit olivat tutkimusjoukolle osittain liian vaikeita, ja se heikentää tutkimustulosten luotettavuutta. Mittausten vakiointi oli haastavaa, koska osalla tutkimushenkilöistä oli vaikeuksia hahmottaa oikeaa asentoa tai liikemallia mittausten vaativimmissa suorituksissa. Tästä syystä kaikki tutkimushenkilöt eivät pystyneet suorittamaan hyväksytysti kaikkia alku- ja loppumittauksissa käytettyjä testejä, joten osaa mittaustuloksista ei voitu ottaa huomioon aineiston analysoinnissa. Suunnitteluvaiheen aikainen mittareihin tutustuminen jäi liian pinnalliseksi, mikä johti siihen, että mittarit eivät olleet optimaalisimmat mahdolliset tasapainon mittaamiseen tällä tutkimusryhmällä. Tutkimustulosten vertaaminen muihin tutkimuksiin oli haastavaa, koska mittarit olivat osittain huonosti valittuja.

Mittareista tandemkävely eteen- ja taaksepäin, Balance Trainerilla tehtävät mittauksset ja Bergin tasapainotestiin kuuluvat seisomiset eri alkuasunnoissa ja kurkottaminen eteenpäin haastavat ensisijaisesti proprioseptiikkaa. Vestibulaarijärjestelmää mittareista haastavat ensisijaisesti siirtymiset ja kääntymiset. Visuaalista järjestelmää haastavat kaikki mittarit paitsi silmät kiinni seisominen.

Tandem-kävely tasapainon mittarina tämän tutkimuksen tutkimusjoukolle ei ole validi, sillä vain osa koehenkilöistä pystyi suorittamaan testin hyväksytysti. Muissakin tutkimuksissa (Lark & Pasupuleti 2007) on ollut samankaltaisia on-

gelmia tandem-kävelyn suorittamisessa. Ikääntyneillä koehenkilöillä tandem-kävelytesti ei toimi mittarina yhtä hyvin kuin nuorilla, koska ikääntyneet suoriutuvat testistä hyväksytysti nuoria harvemmin ($p < 0.001$) (Speers, Ashton-Miller, Schultz & Alexander 1998, 1). Toisaalta eräs tutkimus osoittaa, että vaikeus suorittaa tandem-kävelytesti ennustaa lonkkamurtumaan johtavan kaatumisen riskiä 1,2 kertaiseksi pistettä kohden arvioitaessa testin haastavuutta ($p < 0,05$) (Dargent-Molina, Favier, Grandjean, Baudoin, Schott, Hausherr, Meunier & Breart 1996). Tämän tutkimuksen ja muiden tutkimusten yhteydestä voidaan todeta, että tämän tutkimuksen tutkimusjoukolla on suurentunut riski lonkkamurtumaan johtavaan kaatumiseen.

Mittareista sopivin oli Bergin tasapainotesti, koska sen erottelukyky ja toistettavuus olivat hyvät tutkimusjoukon toimintakyvyn tasoon nähden. Bergin testissä pisteytykset eivät ole yksiselitteisiä vaan niissä on tulkinnan varaa tutkijasta riippuen, mikä vaikuttaa kokonaispistemäärään. Tässä tutkimuksessa Bergin testin teki alku- ja loppumittauksissa sama henkilö mittausrvirheen minimoimiseksi. Testin tekijät olivat harjaantumattomia tekemään Bergin tasapainotestin toistettavasti ja luotettavasti, mikä saattaa aiheuttaa mittaustuloksiin eroja. Pienikin virhemäärä pienellä otosokoolla tehdyssä tutkimuksessa voi aiheuttaa suuria muutoksia tulosten analysoinnissa. Lisäksi Bergin tasapainotestiin kuuluvien (kohdat 13 ja 14) tandem-seisomisen ja yhdellä jalalla seisomisen pisteytykset eivät välttämättä ota huomioon prosentuaalisesti suurtakaan muutosta näissä testeissä, koska pisteytysasteikko on epätarkka. Tämä tarkoittaa sitä, että kehityksen ollessa prosentuaalisesti suurta, tulos ei välttämättä muuta testin kokonaispistemäärää mittauskertojen välillä.

Balance Trainer 4 mittaa tarkasti tasapainoa, ja se osoitti pienetkin erot selvästi, mutta testiprotokolla sisälsi tutkimusjoukolle liian vaikeita liikkeitä. Liikkeiden vaikeus aiheutti suuria mittausten välisiä eroja, koska tutkimushenkilöt eivät pysyneet kaikissa vaadituissa asennoissa mittausten ajan. Tandem-kävely oli mittareista epätarkin ja vaikein vakioida, sillä tutkimushenkilöille oli haastavaa tehdä suoritus oikein ja virheitä tuli paljon. Tandem-kävelyn suurista virhemääristä johtuen mittaustulokset tandem-kävelyn osalta eivät ehkä anna luotettavaa tulosta tasapainosta ja sen muutoksista. Nämä ongelmat olisi voitu välttää, jos

mittareiden käyttökelpoisuus olisi testattu tutkimusjoukolla ennen varsinaisten mittausten aloittamista. Mittaukset harjoiteltiin kaksi kertaa ennen tutkimuksen aloittamista, mutta testit tehtiin vain tutkijoille. Tästä ei saatu käsitystä mittareiden soveltuvuudesta tutkimuksen tutkimusjoukolle.

Tasapainoa mitatessa on tärkeää huomioida vuorokaudenajan vaikutus tasapainoon, koska eri vuorokauden aikana tapahtuvien tasapainomittausten välillä tulokset vaihtelevat. Tämän tutkimuksen tutkimushenkilöillä vuorokaudenajan huomioiminen on erityisen tärkeää osin myös mahdollisten lääkkeiden vaikutusten takia. Alku- ja loppumittaukset Lappeenkoto Oy:n tiloissa järjestettiin mahdollisimman samaan aikaan vuorokaudesta. Olosuhteiden pakosta alku- ja loppumittaukset tehtiin osalle tutkimushenkilöistä eri aikaan, sillä mittausjärjestys mittauspäivien välillä muuttui. Tämä johtui siitä, että tutkimushenkilöt olivat paikalla eri aikaan päivästä. Tasapainoa mitatessa myös ympäristön vaikutus tasapainoon on huomioitava. Optimaalinen ympäristö tasapainoa mitatessa on mahdollisimman rauhallinen ja virikkeetön. Ylimääräiset näkö- ja kuuloärsykkeet laukaisevat herkästi tasapaino-silmärefleksejä, mikä vaikuttaa koehenkilön tasapainon ylläpitoon. Lisäksi pään kääntyminen ärsykkeen takia aktivoi saman puolen lihaksistoa, mikä vaikuttaa mittaustuloksiin. Mittauksia varten oli järjestetty rauhallinen tila, mutta ajoittain ulkopuolelta tulevat äänet häiritsivät mittauksia. Tämä voi heikentää mittaustulosten luotettavuutta.

Seisoma-asento on tärkeää vakioida tasapainoa mitatessa voimalevyanturilla mittauskertojen välillä ja yksittäisen mittauksen aikana. Etenkin mittauskertojen välillä seisoma-asennon vakiointi oli vaikeaa tutkimuksen tutkimushenkilöillä, koska kehonhahmotus oli huono ja ryhti saattoi vaihdella vireystilan mukaan ja mahdollisten lääkkeiden vaikutuksesta päivien välillä. Tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon lääkkeiden vaikutusta tasapainoon. Tutkimushenkilöiden lääkitys saattoi vaihtua kesken tutkimuksen ja lääkkeiden vaikutus tutkimushenkilön tasapainoon saattoi olla erilainen mittausten välillä.

Mitatessa henkilön parasta mahdollista tasapainoa, jalkojen asentoa ei ole tarkoituksellista vakioida, sillä jokaisella henkilöllä on oma optimaalinen tasapainoinen asento. Kun tutkitaan tasapainon muutosta jonkin vaikutuksesta niin, että halutaan vertailukelpoisia tuloksia, asennot on vakioitava kaikille samanlai-

siksi ryhmien ja mittauskertojen välillä. Jalkojen asennon vakiointi aiheutti tutkimushenkilöille vaikeuksia, koska heillä oli erilaisia tapa-asentoja ja niiden muokkaaminen aiheutti ongelmia tasapainon ylläpidossa. Asennon vakiointi häiritsi tutkimushenkilöiden keskittymistä asennonhallintaan, koska oikean asennon löytäminen saattoi välillä viedä kauan aikaa.

Balance Trainer 4:lla tehty mittaus perustuu voimalevyanturin toimintaan ja tämän takia on tärkeää pyrkiä välttämään suuria lämpötilaeroja laitetta kuljetettaessa ja sillä mitatessa lämpölaajentumisen vuoksi. Tutkimuksessa käytettyä BT4:sta kuljetettaessa ja säilytettäessä pyrittiin välttämään laitteen pitämistä pitkiä aikoja kylmässä, ja ennen mittauksia laite oli mittaushuoneessa adaptoitumassa huoneen lämpötilaan noin tunnin ajan.

Harjoittelu Posturomedillä tapahtui pääsääntöisesti kengät jalassa. Yleisesti koehenkilöitä ohjattiin ottamaan kengät pois. Kaikki eivät kuitenkaan halunneet harjoitella Posturomedillä ilman kenkiä, sillä alusta saattoi olla sukat jalassa liukas. Erilainen alustan (vrt. kengät jalassa – ilman kenkiä) antama sensorinen palaute jalkapohjissa vaikuttaa jalkapohjan lihasten aktiivisuuteen ja tasapainoa korjaaviin reaktioihin. Erilaisesta harjoittelun vaikutuksesta ilman kenkiä tai kengät jalassa ei ole juuri tutkimuksia, joten on vaikea sanoa, onko tällä ollut vaikutusta tutkimustuloksiin.

Tutkimuksen esisuunnittelu alkoi syksyllä 2013, jolloin Fysiolinen yhteistyö oli jo varmistettu. Suunnitelma valmistui huhtikuussa 2014. Keväällä 2014 varmistui Lappeenkoto Oy:n yhteistyö opinnäytetyössä. Saatekirjeet ja suostumuslomakkeet annettiin tutkimushenkilöille täytettäväksi elokuussa 2014, jonka jälkeen tutkimushenkilöt jaettiin koe- ja kontrolliryhmään. Alkumittaukset tehtiin syyskuussa, harjoittelujakso alkoi syyskuussa ja loppumittaukset suoritettiin lokakuussa. Eniten tutkimuksen edetessä käytettiin aikaa lähdemateriaaliin tutustumiseen ja kirjallisen tuotoksen laatimiseen. Aikataulun suunnittelu toteutui hyvin ja aikataulussa pysyttiin. Suunnitelmasta puuttui mittareiden testaaminen tutkimusryhmää vastaavalle joukolle. Mittareiden testaamisen jälkeen niitä olisi voitu muokata sopivammiksi tutkimusjoukolle ennen varsinaisia tutkimuksen testejä, jolloin tutkimuksen tulokset olisivat olleet tarkempia ja tieteellisesti arvokkaampia. Myös koehenkilöiden rekrytointiin olisi voitu varata enemmän aikaa, jolloin

tutkimusjoukosta olisi voitu saada suurempi. Toisaalta opinnäytetyöhön varatut resurssit eivät mahdollista tällä toteutustavalla suuria tutkimusjoukon määriä.

Mittareiden osalta tandem-kävely jouduttiin jättämään pois, mutta tutkimuksessa oli monta mittaria samaa asiaa mittaamaan, joten tandem-kävelyn tulosten poisjäänti ei heikentänyt tutkimuksen luotettavuutta. Tälle kohderyhmälle mittarit olivat tutkimusten mukaan valideja, toistettavia ja luotettavia. Tutkimusasetelma oli pysyvä, eivätkä ulkoiset tai sisäiset tekijät, kuten koehenkilöiden historia, valikoituminen, testien oppiminen, koehenkilöiden kato tai tutkijat vaikuttaneet koehenkilöiden mittaustuloksiin. Tutkimusasetelma oli pysyvä ja mittarit Balance trainer 4:lla tehdyt mittaukset, ABC-asteikko ja Bergin tasapainotestit olivat valideja ja reliaabeleja.

8.3 Tulokset

Posturomedillä tehdystä tasapainoharjoittelusta löytyy vähän tieteellisiä tutkimustuloksia, minkä takia tulosten suora vertaaminen Posturomedillä tapahtuneeseen harjoitteluun on vähäistä, mutta sitä voi verrata muihin epästabiliileihin alustoihin.

Koeryhmän tasapainotestien tuloksia tarkasteltaessa voidaan todeta, että koeryhmän viiden viikon mittaisella Posturomedin kanssa tehtävällä tasapainoharjoittelulla on lievä positiivinen vaikutus dynaamiseen tasapainoon ja toiminnallisen tasapainon varmuuteen. Tulokset ovat osin linjassa Järlebrantin & Petterssonin (2000) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan Bergin tasapainotestin tulos parani merkitsevästi Posturomedillä toteutetun kuuden viikon harjoittelun jälkeen. Lisäksi tässä tutkimuksessa on saatu merkitseviä tuloksia tasapainon kehittymisessä viiden viikon tasapainoharjoittelulla. Tulokset ovat linjassa Johanssonin & Jarnlon (1991) tutkimuksen kanssa, jossa he ovat viiden viikon ikääntyneille tehdyllä tasapainoharjoittelulla saaneet merkitseviä tuloksia tasapainon kehittymisestä kontrolliryhmään nähden. Tutkimuksessa Schilling ym. (2009) saivat epästabiliilla alustalla tehdyllä viisi viikkoa kestäneellä harjoittelulla samankaltaisia tuloksia. Heidän tutkimuksessaan ABC-asteikon tulokset paraniivat, mutta harjoittelu ei vaikuttanut dynamiseen eikä staattiseen tasapainoon.

ABC-asteikon tuloksia on vaikea yleistää muihin tutkimuksiin verraten, koska ABC-asteikkoa käytetään suureksi osaksi mittaamaan MS-tautia sairastavien liikuntakykyä, ja siitä ei ole paljon tieteellisiä tutkimuksia tasapainoharjoittelun kehityksen mittarina. Tuloksia voidaan kuitenkin verrata Bergin tasapainotestin tuloksiin, sillä Holbein-Jennyn, Billek-Sawhneyn, Beckmanin & Smithin (2005) mukaan ABC-asteikon tulokset korreloivat Bergin tasapainotestin tulosten kanssa kohtalaisesti $r=0,41-0,59$ ($p < 0,05$) ja Horakin, Wrisleyn & Frankin (2009) mukaan laajan tasapainoa mittaavan testipatterin (BESTest) tulokset korreloivat ABC-asteikon tulosten kanssa $r=0,636$ ($p < 0,01$). Lisäksi erään toisen tutkimuksen mukaan 57 % ABC-asteikon pistemäärän muutoksista selittyy tasapainon muutoksella ($p < 0,05$) (Hatch, Gill-Body & Portney 2003, 1072). Tämä tarkoittaa sitä, että ABC-asteikon pisteiden parantuessa merkitsevästi, voidaan olettaa myös tasapainon kehittyneen. Toisaalta Schilling ym. (2009) pohtivat tutkimuksessaan, että tasapainoharjoittelun positiivinen vaikutus ainoastaan ABC-asteikon tulokseen saattoi olla vain näennäistä, koska dynaaminen ja staattinen tasapaino eivät kehittyneet. Tässä tutkimuksessa on samankaltaiset tulokset, joten voidaan pohtia, olivatko tulokset vain näennäisiä tai mittausvirheistä johtuvia vai oliko tasapainon kehitys aitoa.

Tutkimustulosten mukaan ikääntyneiden viiden viikon harjoittelu Posturomedillä vaikuttaa enemmän itsevarmuuteen ja kognitiivisiin toimintoihin kuin staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Tämä näkyy koetuloksissa toiminnallisen tasapainon varmuuden kasvamisena. Mittarit eivät kuitenkaan mitanneet mielenintoja, joten jatkotutkimuksia aiheesta tarvitaan. Harjoittelujakson koehenkilöiden itsevarmuus ja rohkeus suorittaa harjoitteita kasvoivat harjoittelun edetessä. Tämä näkyi Posturomedillä harjoitellessa niin, että alussa tehdyt harjoitteet onnistuivat loppua kohden vaikeammalla tasolla. Tutkimuksen mittarit eivät kuitenkaan osoita tätä tutkijoiden havaitsemaa muutosta.

Balance Trainerilla tasapainoa mitatessa pieni horjahdus asennossa tai tasapainon korjaus heikentää mittausten toistettavuutta. Tämän tutkimuksen tutkimushenkilöillä oli vaikeuksia pitää stabiili asento koko mittauksen ajan. Mittauksissa tapahtuneet horjahdukset tai asennon korjaukset aiheuttavat virhettä mitaustuloksiin, koska BT4 ei ota huomioon, onko virhe ollut sattuman aiheuttama

horjahdus. Horjahdukset näkyvät tulostaulukossa suurina keskiarvon vaihteluinä. BT 4:lla tehtyjen mittausten tarkkuuden takia pienetkin häiriöt mittauksen aikana vääristävät mittaustulosta. Loppumittausten aikana osa mittauksista jouduttiin uusimaan hoitajan tullessa mittaushuoneeseen, koska hoitajan läsnäolo häiritsi koehenkilöiden keskittymistä. Näiden koehenkilöiden keskittyminen tarkoissa mittauksissa heikkeni, koska mittaukset jouduttiin tekemään uudestaan. Nämä virheet mahdollisesti aiheuttavat virhettä tuloksissa. Tutkimusjoukon ollessa pieni, näillä virheillä on merkittävä vaikutus lopputulosten yleistämiseen.

Tutkimustuloksissa mielenkiintoista oli se, että pään kallistus vähensi huojuntaa Balance Trainer 4:lla tasapainoa mitatessa lähes kaikissa osioissa, kuten taulukosta näkyy. Tuloserot eivät olleet merkitseviä, mutta ne olivat tutkijan uteliaalle silmälle mielenkiintoisia.

Mittareista tandem-kävely eteen- ja taaksepäin, balance trainerilla tehtävät mittaukset ja Bergin tasapainotestiin kuuluvat seisomiset eri alkuasunnoissa ja kurkottaminen eteenpäin haastavat ensisijaisesti proprioseptiikkaa. Vestibulaarijärjestelmää mittareista haastavat ensisijaisesti siirtymiset ja kääntymiset. Visuaalista järjestelmää haastavat kaikki mittarit paitsi silmät kiinni seisominen.

Tulosten analysoinnin perusteella Posturomedillä tehdyllä viiden viikon harjoittelulla on kehittävä vaikutus subjektiivisesti koettuun tasapainoon ja dynaamisen tasapainon vestibulaarista järjestelmää haastavista osa-alueista Bergin tasapainotestin kääntymiseen oikean ja vasemman kautta ympäri. Proprioseptiikkaa ensisijaisesti haastavien testien tulokset eivät kehittyneet merkitsevästi. Tutkimustulokset ovat linjassa tasapainoharjoittelun kanssa, koska harjoitusohjelmassa oli paljon seisoma-asennossa ja silmät kiinni tapahtuvaa harjoittelua, joista molemmat haastavat vestibulaarijärjestelmän toimintaa johtuen nousevan proprioseptisen palautteen vähenemisestä tai visuaalisen järjestelmän poissulkemisesta. Lisäksi alustan liike lisää vestibulaarijärjestelmästä saatavan palautteen painotusta keskushermostossa ja vähentää proprioseptisen ja visuaalisen palautteen painotusta. Kääntyminen ympäri mittaa vestibulaarijärjestelmän toimintaa (Peters 2007, 244).

Ympärikääntymisen tulosten kehitys voi selittyä myös manuaalisen ajanoton virhemarginaalista. Koeryhmän tulosten ollessa keskiarvoltaan lyhyitä, pienikin mittausvirhe on prosentuaalisesti suuri.

Kliinisesti tuloksia voidaan hyödyntää ikääntyneiden tasapainoharjoittelussa. Tulosten perusteella Posturomediä voidaan käyttää tasapainon harjoitteluvälineenä ikääntyneille tarkoitetuissa palvelu- tai kuntoutuskeskuksissa erityisesti vestibulaarijärjestelmän toiminnan kehittämiseksi ja sitä voidaan hyödyntää ikääntyneillä koetun tasapainon varmuuden lisäämisessä.

8.4 Jatkotutkimusaiheet

Tämän tutkimuksen tutkimusjoukon ollessa pieni tuloksia ei voida yleistää, ja olisi tärkeää tutkia Posturomedillä tapahtuvan harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden tasapainoon suuremmilla otoksilla ja pidemmillä harjoittelujaksoilla. Jatkossa voisi tutkia Posturomedillä tapahtuvaa harjoittelua myös lonkkamurtumaan johtavien riskitekijöiden vähentämisessä.

Posturomediä käytetään tasapainon harjoittelun lisäksi tasapainon mittarina. Siksi olisi tärkeää verrata Posturomedia ja voimalevyanturia tasapainon mittareina, jotta saadaan tietoa, korreloivatko mittaustulokset keskenään hintaeroiltaan suurien mittareiden välillä.

9 Johtopäätökset

Viiden viikon tasapainoharjoittelu Posturomedillä kehittää joitakin dynaamisen tasapainon osa-alueita ja subjektiivisesti koettua tasapainoa. Posturomedillä tapahtuvassa harjoittelussa käytetään enimmäkseen vestibulaarijärjestelmästä saatua palautetta. Mitä herkemmlle alusta on säädetty, sitä enemmän tukeudutaan vestibulaariseen palautteeseen. Harjoittelu Posturomedillä kehittää vestibulaarijärjestelmän toimintaa tasapainon ylläpidossa.

Tasapaino ja subjektiivisesti koettu tasapaino ovat tärkeitä ikääntyneen itsenäisen liikkumisen ja toiminnan kannalta. Posturomediä voidaan käyttää ikääntyneiden tasapainoharjoittelussa, ja se on ikääntyneitä harjoitteluun kannustava ja turvallinen harjoitusväline.

Kuvat, kuviot ja taulukot

Kuva 1. Vestibulaarielin, Utah hearing and balance, http://utahhearingandbalance.com/wp-content/uploads/2012/09/rsz_vestibular-system.jpg (muokattu), s. 10

Kuva 2. Lihassukkula, Athletic Medicine http://athleticmedicine.files.wordpress.com/2014/01/muscle_spindle.gif (muokattu), s. 13

Kuva 3. Sensorisen tiedon käsittely, Sensational kids ot <http://sensationalkidsot.com.au/home/wp-content/uploads/2012/09/sensor1.gif> (muokattu), s. 20

Kuva 4. Ikääntymisen aiheuttamia muutoksia pystyasennossa. Ishta Spinal Touch, <http://www.ishtaspinaltouch.com/Plumblineline/images/13/Distortion.jpg> (muokattu), s. 24

Kuva 5. Tasapainoharjoittelua Posturomedillä, s. 26

Kuva 6. Posturomed, Hebru Therapie http://www.hebru-therapiegeraete-shop.de/WebRoot/Store/Shops/15386502/46B1/7F5D/C5DF/1F63/61A6/C0A8/28BB/C6FE/POSTUROMED_0020_202-shop.JPG, s. 29

Kuvio 1. Tasapainon hallintaan vaikuttavat tekijät, s. 7

Kuvio 2. Proprioseptisen informaation muodostuminen, s. 12

Kuvio 3. Opinnäytetyön prosessi, s. 32

Taulukko 1. Ryhmien ikä- ja sukupuolijakaumat, s. 33

Taulukko 2. Tiedonkeruumenetelmät, s. 34

Taulukko 3. Bergin tasapainotestin kokonaispisteet, s. 41

Taulukko 4. Kääntyminen ympäri tulokset sekunteina, s. 41

Taulukko 5. Koehenkilöiden tulokset Balance Trainerilla, s. 42

Taulukko 6. Kontrollihenkilöiden tulokset Balance Trainerilla, s. 42–43

Taulukko 7. ABC asteikon tulokset, s. 43

Lähteet

Allum, J. & Honegger, F. 1998. Interactions between vestibular and proprioceptive inputs triggering and modulating human balance-correcting responses differ across muscles, *Experimental Brain Research*, 1998, vol. 121, 478-494.

Amann, M. 2012. Significance of group III and IV muscle afferents for the endurance exercising human. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 2012, vol 39(9), 831-835, 831.

Amin, M. & Meyers, A. 2014. Vestibuloocular reflex testing. *Medscape* 2014. <http://emedicine.medscape.com/article/1836134-overview> luettu 14.9.2014

Bandura, A. 1982. Self-efficacy mechanism in human agency. *American psychologist*, 1982, vol. 37(2), 122-147, 122-123.

Blakstad, O. 2013. Research Methodology, <https://explorable.com/research-methodology>, luettu 16.11.2014

Bennett, S. & Karnes, J. 1998. Neurological disabilities – Assessment and treatment. Philadelphia: Lippincott-Raven publishers, 1998, 184.

Berg, K., Wood-Dauphinee, S. & Williams, J. 1995. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 1995, vol. 27(1), 27-36.

Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. & Maki, B. 1992. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health*, 1992, vol. 83(2), 7-11.

Blum, L. & Korner-Bitensky, N. 2008. Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review, *Physical Therapy*, 2009 vol. 88(5),559-566.

Botner, E., Miller W. & Eng, J. 2005. Measurement properties of the Activities-specific Balance Confidence Scale among individuals with stroke. *Disability and Rehabilitation*, 2005, vol. 27(4), 156-163.

Baradah, O.,Allam,M.,Hashem, S.,Talaat, F., El-Sayed, M. & El-Kattan, M. 2004. Balance in elderly, *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 2004, vol. 41(1), 95-114.

Buchner, D., Cress, M., Lateur, B., Esselman, P., Margherita, A., Price, R. & Wagner, E. 1996. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. *The journals of gerontology, Series A, Biological sciences and medical sciences* 1997, vol. 52(4), 218-224, 221

Bundy, A., Lane, S. & Murray, E. 2002. Sensory integration – Theory and practice second edition. Davis Company, Philadelphia, 2002, 4.

Cullen, K. & Sadeghi, S. 2008, Vestibular system. Scholarpedia, 3(1), 3013.

Dargent-Molina, P., Favier, F., Grandjean, H., Baudoin, C., Schott, A., Hausherr, E., Meunier, P. & Breart, G. 1996. Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *The Lancet*, vol. 348(9024), 145-149.

Emery, C., Cassidy, J., Klassen, T., Rosuchyk, R. & Howe, B. 2005. Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Journal of American physical therapy association and de fysiotherapeut*, 2005, vol. 85, 502-514, 503.

Fiatarone, M., Marks, E., Ryan, N., Meredith, C., Lipsits, L., Evans, W. 1990. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle, *The Journal of the American Medical Association*, June 13, 1990, Vol 263(22), 3029-3034, 3029.

Fitzgerald, B. 1996. A review of the sharpened Romberg test in diving medicine. *South pacific underwater medicine society journal*, 1996, vol. 26(3), 142.

Gatev, P., Thomas, S., Kepple, T. & Hallett, M. 1998. Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *Journal of physiology*, 1999, vol. 514(3), 915-928, 915-916.

Glaser, J. & Sadun, A. 1999. *Neuro-ophthalmology*, Third edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.

Granacher, U., Gruber, M. & Gollhofer, A. 2009. Auswirkungen von sensomotorischem Training auf die posturale Kontrolle älterer Männer. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2009, vol. 60(12), 387-393, 387, 391.

Guskiewicz, K. & Perrin, D. 1996. Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of sport rehabilitation*, 1996, vol. 5, 45-64, 50-52.

Halmagyi, G., Curthoys, I., Cremer, P., Henderson, C., Todd, M., Staples, M & Cruz, D. 1990. The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy. *Experimental Brain Research*, 1990, vol. 81, 479-490, 479.

Hatch, J., Gill-Body, M. & Portney, L. 2003. Determinants of balance confidence in community-dwelling elderly people. *Journal of the American physical therapy association*, 2003, vol. 83(12), 1072-1079.

Heikkilä, T. 2008, *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita prima Oy. 15-16, 194.

Holbein-Jenny, M., Billek-Sawhney, B., Beckman, E. & Smith, T. 2005. Balance in personal care home residents: A comparison of the Berg balance scale, the multi-directional reach test, and the activities-specific balance confidence scale. *Journal of geriatric physical therapy*, 2005, vol. 28(2), 48-53.

- Horak, F. 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*, 2006, vol.35(2), 7-11, 7, 9.
- Horak, F. 2010. Postural Compensation for Vestibular Loss. *Restorative Neurology Neuroscience*, 2010 vol. 28(1), 57-58.
- Horak, F., Wrisley, D. & Frank, J. 2009. The balance evaluation systems test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Journal of the American physical therapy association*, 2009, vol 89(5), 484-498, 484.
- Isa, T. & Sasaki, S. 2002. Brainstem control of head movements during orienting; organization of the premotor circuits. *Progress in neurobiology*, 2002, vol. 66(4), 205-241, 205.
- Jacobs, J. & Horak, F. 2007. Cortical control of postural responses. *Journal of neural transmission*, 2007, vol. 114(10), 1339-1348, 1339-1340.
- Johansson, G. & Jarnlo, G. 1991. Balance training in 70-year-old women. *Physiotherapy theory and practice*, 1991, vol. 7(2), 121-125.
- Johnson, M. & Choy, D. 1987. On the definition of age-related norms for visual function testing. *Applied optics*, 1987, vol. 26(8), 1449-1454.
- Jorgensen, M., Rathleff, M., Laessoe, U., Casertti, P., Nielsen, O. & Aagaard, P. 2012. Time-of-day influences postural balance in older adults. *Gait & Posture*, 2012, vol 35(4), 653-657.
- Järlebrant, L. & Pettersson, C. 2000. 1. Förbättrar träning på Posturomed balansen hos äldre individer?: en experimentell studie. *Hälsovetenskapliga utbildningar Sjukgymnastprogrammet 2000*, vol. 19
- Karlsson, A. & Frykberg, G. 2000. Correlations between force plate measures for assesment of balance. *Clinical biomechanics* 2000, vol 15(5), 365-369.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaiselle*. Tampere: Tammerprint Oy 2010, 79, 357-358, 365.
- Kauranen, K. 2011. *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Tampere: Tammerprint Oy 2011, 167, 191-192.
- Kavounoudias, A., Gilhodes, J., Roll, R. & Roll J. 1999. From balance regulation to body orientation: two goals for muscle proprioceptive information processing? *Experimental brain research* 1999, vol. 124, 80-88, 80, 81
- Khasnis, A. & Gokula, R. 2003. Romberg's test. *Journal of postgraduate medicine* 2003, vol. 49(2), 169-172.

Kinnealey, M. & Miller, L. 1993. Sensory integration/Learning disabilities. Willard & Spackman's occupational therapy. J.B. Lippincott Co. Philadelphia, 1993, 474-489, 475.

Kuo, D. & Zajac, F. 1993. Human standing posture: mult-joint movement strategies based on biomechanical constraints. Progress in brain research, 1993, vol. 97, 349-358, 349.

Käypä hoito 2010. Ikääntymiseen liittyviä fysiologisia muutoksia ja liikunta.

Lajoie, Y. & Gallagher, S. 2003. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers, Archives of Gerontology and Geriatrics, vol 38(1), 11-26.

Lark, S. & Pasupuleti, S. 2007. Validity of a functional dynamic walking test for the elderly. Archives of physical medicine and rehabilitation 2009, vol. 90(3), 470-474.

Latash, M. 1998. Neurophysiological Basis of Movement, Human Kinetics, United States of America

Le Clair, K. & Riach, C. 1996. Postural stability measures: what to measure and for how long. Clinical biomechanics, 1996, vol 11(3), 176-178.

Lephart, S., Pincivero, D. & Rozzi, S. 1998, Proprioception of the ankle and knee. Sports Medicine 1998, vol. 25(3), 149–155, 149.

Lihavainen, K. 2012. Mobility limitations, balance impairment and muskulo-skeletal pain among people ≥ 75 . Jyväskylän yliopisto. 13.

Liston, R. & Brouwer, B. 1996. Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the balance master, Archives of physical medicine and rehabilitation, vol. 77(5), 425-430.

Liu, J. Eriksson, P. Thornell, L. & Pedrosa-Dormellöf, 2005. Fiber content and myosin heavy chain composition of muscle spindles in aged human biceps brachii. Journal of Histochemistry & Cytochemistry, 2005 vol. 53(4):445-454, 445-447.

Maeda, T., Ochi, K., Nakakura-Ohshima, K., Youn, S. & Wakisaka, S. 1999. The ruffini endings as the primary mechanoreceptor in the periodontal ligament: its morphology, cytochemical features, regeneration, and development, Critical Reviews in Oral Biology & Medicine, 1999, vol. 10(3), 307-327, 307.

Mainiovire, <http://www.mainiovire.fi/asumispalvelut/mielenterveys--ja-paihdekuntoutus/ykkoskodit/lappeenranta/lappeenrannan-palvelukoti>, luettu 9.12.2014

Manzoni, D. 2009. Vestibulo-spinal reflexes. Encyclopedia of neuroscience, 2009, 4245-4250.

Martin, P., Smith, J., Butler, J., Gandevia, S., & Taylor, J. 2006. Fatigue-Sensitive Afferents Inhibit Extensor but Not Flexor Motoneurons in Humans, The Journal of Neuroscience, 2006, vol. 26(18), 4796-4802, 4796-4797

Matteson, M., McConell, E. & Linton, A. 1997. Gerontological Nursing, Concepts and Practice, second edition, 200, 201, 284-287.

Maurer, C., Mergner, T., Bolha, B. & Hlavacka, F. 2001. Human balance control during cutaneous stimulation of the plantar soles. Neuroscience Letters, 2001, vol. 302(1), 45-48, 45.

Miller, W., Speechley, M. & Deathe, A. 2002. Balance confidence among people with lower-limb amputations. Journal of American physical therapy association and de fysiotherapeut. 2002, vol 82(9), 856-865, 857.

Monta ikää, 2013. http://www.valtiokonttori.fi/fi-FI/Virastoille_ja_laitoksille/Henkilostohallintoa_ja_johtamista_tukevat_palvelut/J_ohtami-sen_ja_esimiestyon_tuki/lkajohtaminen/Mita_ika_on/Monta_ikaa%2845425%29, katsottu 18.12.2014

Moore, J. 1984. The Golgi tendon organ: A review and update. The American journal of occupational therapy 1984, vol. 38(4), 227-236, 228.

Morton, S. & Bastian, A. 2004. The neuroscientist, 2004, vol. 10(3), 247-259.

Müller, O., Günther, M., Krauss, I. & Horstmann, T. 2004. Physical characterization of the therapeutic device Posturomed as a measuring device--presentation of a procedure to characterize balancing ability. Biomedizinische Technik, Biomedical Engineering 2004, vol. 49(3), 56-60, 56.

Myers, A., Fletcher, P., Myers, A. & Sherk, W. 1998. Discriminative and evaluative properties of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. Journals of Gerontology, 1998, vol. 53(4), 287-294.

Myers, A., Powell, L., Maki, B., Holliday, P., Brawley, L. & Sherk, W. 1996. Psychological indicators of balance confidence: Relationship to actual and perceived abilities. Journal of gerontology: Medical sciences, 1996, vol. 51A(1), 37-43, 37-38.

Nashner, L. & McCollum, G. 1985. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. Behavioral and brain sciences, 1985, vol. 8, 135-172, 137, 140.

Nelson, M., Layne, J., Bernstein, M., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., Hausdorff, J., Judge, J., Buchner, D., Roubenoff, R. & Fiantore Singh, M.

2004. The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in elderly people. *Journal of Gerontology*, vol 59(2), 154-160, 156.

Orr, R., Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou, T. & Fiatarone-Singh M. 2006. Power Training Improves Balance in Healthy Older Adults, *The Journal of Gerontology: Series A*, 2006, vol. 61(1), 78-85, 78.

Paintal, A. 1960. Functional analysis of group III afferent fibres of mammalian muscles. *Journal of physiology*, 1960, vol. 152, 250-270, 250.

Park, D. & Lee, G. 2014. Validity and reliability of balance assessment software using the Nintendo Wii balance board: usability and validation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2014, vol. 10, 11-99.

Pasma, J., Boonstra, S., Capmfens, A., Schouten, A. & Van der Kooij, H. 2012. Sensory reweighting of proprioceptive information of the left and right leg during human balance control. *Journal of Neurophysiology*, 2012, vol. 108(4), 1138-1148, 1138.

Peterka, R. 2002. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* 2002, Vol.88, 1097-1118, 1097-1098, 1111-1112.

Peters, J. 2007. Computerized dynamic posturography (CDP) and the assessment of balance with active head movements. *Journal of Korean balance society*, 2007, vol. 6(2), 243-247, 244.

Pierrot-Deseilligny, E. & Burke, D. 2005. *The circuitry of the human spinal cord – its role in motor control and movement disorders*. New York: Cambridge University press 2005, xv-xvi.

Powell, L. & Myers, A. 1995. The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Journal of gerontology. Series a, biological sciences and medical sciences*, 1995, vol. 50A(1), 28-34.

Proske, U. & Gandevia, S. 2009. The kinaesthetic senses. *Journal of Physiology*. 2009, vol. 587(17), 4139-4146, 4139.

Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Katz, L., LaMantia, A., McNamara, J. & Williams M. *Neuroscience*, 2nd edition 2001. Sunderland, Sinaues Associates 2001, chapters 9, 10, 14, 17.

Rasev, E. 2004. POSTUROMED Instructions for postural therapy according to Dr. Eugen Rasev. Haider BIOSWING. 2004.
http://www.bioswing.de/sites/bioswing.de/files/categorized-downloads/files/therapieanleitung_posturomed_englisch.pdf (lueutu 6.12.2013).

Riemann, B. & Lephart, S. 2002. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training*, 2002, vol. 37(1), 71-79, 74.

Rinne, M., Pasanen, M., Miilunpalo, S. & Oja, P. 2001. Test-retest reproducibility and inter-rater reliability of a motor skill test battery for adults. *International journal of sports medicine*, 2001, vol. 22(3), 192-200.

Rinne, M., Pasanen, M., Vartiainen, M., Lehto, T., Sarajuuri, J. & Alaranta, H. 2006. Motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury. *Journal of rehabilitation medicine*, 2006, vol. 38, 224-229

Rivard, J. & Grimsby, O. 2008. *Science, theory and clinical application in orthopaedic manual physical therapy vol 2 - scientific therapeutic exercise progressions (STEP): The neck and upper extremity*. The academy of graduate physical therapy, Inc. Taylorsville, 2008, 176.

Rogers, A., Page, A. & Takeshima, N. 2013. Balance training for the older athlete. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 2013 vol. 8(4), 517-530, 518, 519, 523.

Rougier, P., Farenc, I. & Berger, L. 2004. Modifying the gain of the visual feedback affects undisturbed upright stance control, *Clinical Biomechanics*, 2004, vol. 19, 858–867.

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011, *Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka*. Lahti: VK-Kustannus Oy.

Schilling, B., Falvo, J., Karlage, R., Weiss L., Lohnes C. & Chiu L. 2009. Effects of unstable surface training on measures of balance in older adults. *Journal of strength and conditioning research*. 2009, vol. 23(4), 1211-1216.

Schomburg, E. 1990. Spinal sensorimotor systems and their supraspinal control. *Neuroscience research*, 1990, vol. 7(4), 265-340.

Seidler, R. & Martin, P. 1997. The effects of short term balance training on the postural control of older adults, *Gait and Posture*, 1997, vol. 6, 224-236, 224.

Sihvonen, S., Sipilä, S. & Era, P. 2004. Changes in Postural Balance in Frail Elderly Women during a 4-Week Visual Feedback Training: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology* 2004, vol. 50, 87–95, 87.

Slobounov, S., Hallett, m., Stanhope, S. & Shibasaki, H. 2005. Role of cerebral cortex in human postural control: an EEG study. *Clinical neurophysiology*, 2005, vol. 112(2), 315-323.

Soinila, S., Kaste, M., Launes, J., Somer, H., 2001, *Neurologia*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Speers, R., Ashton-Miller, A., Schultz, A. & Alexander, N. 1998. Age differences in abilities to perform tandem stand and walk tasks of graded difficulty. *Gait & Posture* 1998, vol 7(3), 207-213.

Toimia tietokanta, Bergin tasapainotesti,
<http://www.thl.fi/toimia/tietokanta/mittariversio/51/>, luettu 21.11.2014.

Tinetti, M., Richman, D. & Powell, L. 1990. Falls efficacy as measure of fear of falling. *Journal of gerontology*, 1990, vol. 45(6), 239-243.

Visser, J. & Bloem, B. 2005. Role of the basal ganglia in balance control. *Neural plasticity*, 2005, vol 12(2-3), 161-174, 161-162.

Wade, M. & Jones, G. 1997, The Role of Vision and Spatial Orientation in the Maintenance of Posture. *Journal of Physical Therapy*, 1997, vol. 77(6), 619-628, 620–621.

WHO, Definition of an older or elderly person,
<http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/>, luettu 21.12.2014.

Wilson, V. 1991. Vestibulospinal and neck reflexes: interaction in the vestibular nuclei. *Archives Italiennes de Biologia* vol. 129, 43-52, 49.

Wilson, V., Boyle, R., Fukushima, K., Rose, P., Shinoda, Y., Suguichi, Y. & Uchino, Y. 1995. The vestibulocollic reflex. *Journal of vestibular research: equilibrium and orientation*. 1995. vol 5(3), 147-170.

Winter, D., Patla, A. & Frank, J. 1990. Assesment of balance control in humans. *Medical Progress through Technology*. 1990. vol. 16, 31-51, 32.

Winter, D., Patla, A., Prince, F., Ishac, M. & Gielo-Perczak, K. 1998. Stiffness control of balance in quiet standing. *The American physiological society*, 1998, 1211-1221, 1211.

Wyke, B. 1972. Articular neurology – a review. *Physiotherapy* 1972 Vol. 58(3), 94-99.

ABC-ASTEIKKO¹⁾

TOIMINNALLISEN TASAPAINON VARMUUS

ID 001 / 14.10.2010

TOIMIA

NIMI: _____

Valitkaa asteikolta 0–100 % se lukema, joka parhaiten kuvaa varmuuttanne siitä, että säilytätte tasapainonne ettekä horjahda erilaisia toimintoja suorittaessanne. Jos ette nykyisin tee jotain mainituista toiminnoista, valitkaa lukema sen mukaan, mikä on mielikuvan tasapainonne varmuudesta, jos Teidän pitäisi tehdä kyseinen toiminto. Jos käytätte normaalisti jotain kävelyn apuvälinettä toiminnossa tai teette sen toisen henkilön avustamana, arvioikaa suorituksenne ottaen tämä tuki huomioon.

VALITKAA ASTEIKOLTA SE LUKEMA, JOKA PARHAITEN KUVAA TASAPAINONNE VARMUUTTA JOKAISISSA SEURAAVISTA TOIMINNOISTA:

| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 % | |
|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|----------------------------|
| | Täysin epävarma | | | | | | | | | | Täysin varma | |
| | Kuinka varma olette, että säilytätte tasapainonne ettekä horjahda, kun... | | | | | | | | | | | Suoritustanne kuvaava luku |
| 1. | kävelette sisätiloissa? | | | | | | | | | | | |
| 2. | nousette tai laskeudutte portaita? | | | | | | | | | | | |
| 3. | kumarrutte poimimaan tohvelin lattialta? | | | | | | | | | | | |
| 4. | kurkotatte ottamaan pienen tölkin silmienne korkeudella olevalta hyllyltä? | | | | | | | | | | | |
| 5. | seisotte varpaillanne kurkottaen ottamaan jotain päanne yläpuolelta? | | | | | | | | | | | |
| 6. | seisotte tuolilla kurkottaen ottamaan jotain? | | | | | | | | | | | |
| 7. | lakaisette lattiaa? | | | | | | | | | | | |
| 8. | kävelette sisältä ulos talon eteen pysäköidyn auton luo? | | | | | | | | | | | |
| 9. | menette autoon tai nousette sieltä? | | | | | | | | | | | |
| 10. | kävelette pysäköintialueen poikki kauppakeskukseen? | | | | | | | | | | | |
| 11. | kävelette luiskaa pitkin ylös tai alas? | | | | | | | | | | | |
| 12. | kävelette ruuhkaisessa kauppakeskuksessa, jossa ihmiset kulkevat ohitsenne vauhdikkaasti? | | | | | | | | | | | |
| 13. | ihmiset vahingossa tönäisevät Teitä kulkiessanne kauppakeskuksessa? | | | | | | | | | | | |
| 14. | astutte liukuportaisiin tai pois niistä pitäen kiinni kaiteesta? | | | | | | | | | | | |
| 15. | astutte liukuportaisiin tai pois niistä, kun Teillä on kantamuksia ettekä voi pitää kiinni kaiteesta? | | | | | | | | | | | |
| 16. | kävelette jäisellä jalkakäytävällä? | | | | | | | | | | | |

¹⁾Lähde: Powell, LE and Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. J Gerontol Med Sci 1995; 50(1): M28–34
TOIMIAN käännös 14.10.2010. Työryhmä: Katri Kleemola, Satu Pajala, Jaana Paltamaa, Päivi Sainio, Sanna Sihvonen, Monica Sonck ja Mariitta Vaara

ABC-ASTEIKKO

Toiminnallisen tasapainon varmuus

ABC-asteikko sisältää 16 kysymystä, jotka antavat tietoa henkilön koetusta tasapainon varmuudesta arkisissa toiminnoissa. Tutkittava arvioi kunkin kysymyksen kohdalla tasapainonsa varmuutta asteikolla 0-100 %. Asteikon arvo "0" kuvaa epävarmuutta ja "100 %" täyttä varmuutta siitä, että tutkittava kokee säilyttävänsä tasapainon niin, ettei horjahda.

Pisteytysohje

ABC-asteikon vastauksista saadut prosenttilukemat (0-100) lasketaan yhteen ja jaetaan kysymysten lukumäärällä. Tällöin testistä saatava kokonaisprosentti vaihtelee 0-100 välillä.

Tulkinta:

Mitä pienempi kokonaisprosentti, sitä voimakkaampi koettu tasapainon epävarmuus on.

Kotona asuvilla iäkkäillä henkilöillä tehdyssä tutkimuksessa tulos alle 50/100 % kuvastaa matalaa suoritustasoa, 50–80/100 % kohtalaista suoritustasoa ja yli 80/100 % hyvää suoritustasoa (Myers ym. 1998). Iäkkäillä kaatumisriskin omaavilla henkilöillä alle 67/100 % ennustaa uusia kaatumisia (LaJoie 2004).

Lähteet:

Powell LE and Myers AM. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol Med Sci* 1995;50(1):M28-34

Myers AM, Fletcher PC, Myers AH, Sherk W. Discriminative and Evaluative Properties of the Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1998;53A: M287-M294.

Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and ABC scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr*. 2004;38:11-26.

TOIMIAN käännös 14.10.2010. Työryhmä: Katri Kleemola, Satu Pajala, Jaana Paltamaa, Päivi Sainio, Sanna Sihvonen, Monica Sonck ja Mariitta Vaara

BERGIN TASAPAINOTESTI (v.2 / päivitetty 2004)

PISTEYTYSOHJEET

| | pvm | pvm | pvm |
|---|-------|-------|-------|
| | _____ | _____ | _____ |
| | 20__ | 20__ | 20__ |
| 1. ISTUMASTA SEISOMAANNOUSU | | | |
| <i>OHJE: Nouse seisomaan niin, että yrität olla tukematta käsilläsi.</i> | | | |
| Nousee seisomaan ilman käsien tukea ja saavuttaa tasapainoisen asennon itsenäisesti | 4 | 4 | 4 |
| Nousee seisomaan itsenäisesti käsillä auttaen | 3 | 3 | 3 |
| Nousee seisomaan useamman yrityksen jälkeen käsillä auttaen | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee vähäistä avustusta noustakseen | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee kohtalaista tai runsasta avustusta noustakseen | 0 | 0 | 0 |
| 2. SEISOMINEN ILMAN TUKEA | | | |
| <i>OHJE: Ota hyvä seisoma-asento ja koeta pysyä siinä 2 minuuttia ilman tukea. (Testaaja laittaa sekuntikellon käyntiin kun tutkittava on hyvässä seisoma-asennossa).</i> | | | |
| Pystyy seisomaan turvallisesti 2 minuuttia | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy seisomaan valvottuna 2 minuuttia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy seisomaan tuetta 30 sekuntia | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee useita yrityksiä seisookseen tuetta 30 sekuntia | 1 | 1 | 1 |
| Ei pysty seisomaan ilman tukea 30 sekuntia | 0 | 0 | 0 |
| Jos henkilö pystyy seisomaan 2 min turvallisesti, niin merkitse täydet pisteet kohtaan istuminen tuetta. Etene kohtaan 4. | | | |
| 3. ISTUMINEN ILMAN TUKEA JALKAPOHJAT LATTIALLA | | | |
| <i>OHJE: Istu jalkapohjat maassa, selkä irti selkänojasta ja käsivarret koukistettuna rinnalle. Koeta pysyä siinä 2 minuuttia. Aika lähtee nyt (testaaja laittaa sekuntikellon käyntiin).</i> | | | |
| Pystyy istumaan varmasti ja turvallisesti 2 minuuttia | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy istumaan valvottuna 2 minuuttia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy istumaan tuetta 30 sekuntia | 2 | 2 | 2 |
| Pystyy istumaan tuetta 10 sekuntia | 1 | 1 | 1 |
| Ei pysy istumassa ilman tukea 10 sekuntia | 0 | 0 | 0 |

4. ISTUUTUMINEN

OHJE: *Istuudu, jos mahdollista niin ilman tukea.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Istuutuu turvallisesti minimaalisesti käsiä käyttäen | 4 | 4 | 4 |
| Kontrolloi istuutumista käsillä avustaen | 3 | 3 | 3 |
| Kontrolloi istuutumista reisien takaosia tuoliin painaen | 2 | 2 | 2 |
| Istuutuu itsenäisesti, mutta laskeutuu hallitsemattomasti | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee avustusta istuutumiseen | 0 | 0 | 0 |

5. SIIRTYMINEN

Aseta tuolit lähemmäksi 90 asteen kulmaan toisiinsa nähden. Voit käyttää kahta tuolia (toinen käsinojallinen ja toinen ilman) tai sänkyä ja käsinojallista tuolia.

OHJE: *Siirry tuolista vuoteen reunalle istumaan mahdollisimman pienellä käsituella ... ja takaisin tuoliin.*

| | | | |
|--|---|---|---|
| Pystyy siirtymään itsenäisesti pienellä käsituella | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy siirtymään turvallisesti, mutta käsien tuki välttämätön | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy siirtymään verbaalisen ohjeen ja varmistuksen turvin | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee yhden henkilön avustusta siirtyessään | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee kahden henkilön avustusta tai varmistamista siirtyessään | 0 | 0 | 0 |

6. SEISOMINEN SILMÄT KIINNI

OHJE: *Sulje silmäsi ja koeta seistä paikallasi 10 sekuntia. (Testaaja laittaa sekuntikellon käyntiin, kun tutkittava on sulkenut silmät.)*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy seisomaan turvallisesti 10 sekuntia | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy seisomaan varmistuksen turvin 10 sekuntia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy seisomaan 3 sekuntia | 2 | 2 | 2 |
| Ei pysty pitämään silmiään kiinni 3 sekuntia, mutta seisoo vakaasti | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee apua, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

7. SEISOMINEN JALAT YHDESSÄ

OHJE: *Laita jalkaterät yhteen ja seiso paikallasi tukematta käsilläsi. Koeta pysyä siinä 1 minuuttia. (Testaaja laittaa sekuntikellon käyntiin, kun tutkittava on saanut jalkaterät yhteen. Kirjaa aika.)*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy laittamaan jalat yhteen ja seisomaan itsenäisesti 1 min | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy laittamaan jalat yhteen ja seisomaan varmistuksen turvin 1 min | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy laittamaan jalat yhteen itsenäisesti, mutta ei pysy 30 s | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee apua alkuasennon saavuttamiseen, mutta pysyy 15 s | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee apua alkuasennon saavuttamiseen eikä pysty seisomaan 15 s | 0 | 0 | 0 |

8. SEISTEN KURKOTTAMINEN ETEEN KÄSIVARSI OJENNETTUNA

OHJE: *Nosta molemmat kädet eteen 90 asteen kulmaan ja venytä sormiasi eteenpäin (Tutkija asettaa viivoittimen sormenpäiden kohdalle.). Kurkota eteenpäin niin pitkälle kuin pystyt. Mittaustulos on pisin matka, jonka tutkittava saavuttaa kurkottaessaan eteen. (Sormet eivät saa koskettaa viivoittimeen / seinään eteen kurkottaessa. Halutessasi kirjaa kurkotettu matka ylös.).*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy kurkottamaan eteen varmasti >25 cm | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy kurkottamaan eteen varmasti >12,5 cm | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy kurkottamaan eteen varmasti >5 cm | 2 | 2 | 2 |
| Kurkottaa eteen, mutta tarvitsee varmistuksen | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee apua, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

9. SEISTEN ESINEEN NOSTAMINEN LATTIALTA

OHJE: *Nosta jalkojesi edessä oleva esine lattialta. (Esine jalkojen edessä noin 15 cm päässä.)*

| | | | |
|--|---|---|---|
| Pystyy nostamaan esineen helposti ja turvallisesti | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy nostamaan esineen, mutta tarvitsee varmistuksen | 3 | 3 | 3 |
| Ei pysty nostamaan esinettä, mutta kurkottaa 2–5 cm päähän esineestä niin, että tasapaino säilyy | 2 | 2 | 2 |
| Ei pysty nostamaan esinettä ja tarvitsee yritykseensä varmistuksen | 1 | 1 | 1 |
| Ei pysty yrittämään / tarvitsee avustusta, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

10. SEISTEN KÄÄNTYEN KATSOMINEN TAAKSE VASEMMALLE JA OIKEALLE

OHJE: *Aseta jalkaterät samalle tasolle - varpaat viivan eteen. Pidät jalat paikallaan ja käänny katsoaksesi taakse vasemman olkapään yli. Palaa alkuasentoon ja toista sama oikealle.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Katsoo taakse kummallekin puolille ja painosiirrot hyvin / symmetrisesti | 4 | 4 | 4 |
| Katsoo taakse vain toiselle puolelle / toiselle puolelle painonsiirto huonommin | 3 | 3 | 3 |
| Kääntyy vain sivulle, mutta säilyttää tasapainonsa | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee varmistusta kääntyessään | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee avustusta, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

11. KÄÄNTYMINEN 360 ASTETTA

OHJE: *Aseta jalkaterät samalle tasolle. Lähtökomennon kuultuasi käänny ympäri täysi kierros ja pysähdy. Tauko... Aseta jalkaterät uudelleen samalle tasolle. Lähtökomennon kuultuasi käänny täysi kierros toiseen suuntaan. (Anna lähtökomento "valmiina - nyt" ja ota sekuntikellolla aika. Kirjaa ajat ylös.)*

| | | | |
|--|---|---|---|
| Pystyy kääntymään turvallisesti 360° alle 4 sekunnissa molempiin suuntiin | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy kääntymään turvallisesti 360° alle 4 sekunnissa ainoastaan toiseen suuntaan | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy kääntymään 360° turvallisesti, mutta hitaasti (yli 4 s mol. suuntiin) | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee tukevan varmistuksen tai verbaalista ohjausta | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee avustusta kääntyessään | 0 | 0 | 0 |

12. VUOROTTAINEN JALAN NOSTO PENKILLE

OHJE: Lähtökomennon kuultuasi nosta kumpikin jalka vuorottain penkille niin, että koko jalkapohja koskettaa penkkiä. Jatka kunnes olet kummallakin jalalla koskettanut neljä kertaa. (Penkin korkeus vakioitu 20 cm. Anna lähtökomento "valmiina - nyt" ja ota sekuntikellolla aika. Kirjaa aika.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy askeltamaan itsenäisesti ja turvallisesti 8 kertaa 20 sekunnissa | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy askeltamaan 8 kertaa, mutta aikaa kului yli 20 sekuntia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy askeltamaan 4 kertaa ilman apua varmistuksen kanssa | 2 | 2 | 2 |
| Pystyy askeltamaan yli 2 kertaa, mutta tarvitsee vähäistä avustusta | 1 | 1 | 1 |
| Tarvitsee avustusta, ettei kaatuisi / ei pysty yrittämään | 0 | 0 | 0 |

13. SEISOMINEN JALAT PERÄKKÄIN ILMAN TUKEA

OHJE: Laita jalka viivan päälle. Siirrä toista jalkaa aivan toisen eteen samalle viivalle niin, että kantapää koskettaa varpaita ja koeta pysyä siinä 30 sekuntia. Jos tämä ei onnistu, siirrä etummaista jalkaa viivalla edemmäksi ja koeta pysyä siinä 30 sekuntia (3)..... Jos tämä ei onnistu, seiso käyntiasennossa 30 sekuntia (2). Tarvittaessa myös asennon hakeminen tukea ottamalla (1). (Modifioidussa versiossa testi suoritetaan kummallakin tavalla, jolloin pisteytys huonomman suorituksen mukaan.)

a) Oikea jalka takana.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy seisomaan jalat peräkkäin ja pitämään asennon 30 sekuntia | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy laittamaan jalan toisen eteen samalle viivalle ja pysymään 30 sekuntia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy ottamaan pienen askelen itsenäisesti ja pitämään 30 sekuntia | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee apua askeleen ottamisessa, mutta voi pitää asennon 15 sekuntia | 1 | 1 | 1 |
| Menettää tasapainon askelta ottaessaan tai seistessään | 0 | 0 | 0 |

b) Vasen jalka takana.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy seisomaan jalat peräkkäin ja pitämään asennon 30 sekuntia | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy laittamaan jalan toisen eteen samalle viivalle ja pysymään 30 sekuntia | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy ottamaan pienen askelen itsenäisesti ja pitämään 30 sekuntia | 2 | 2 | 2 |
| Tarvitsee apua askeleen ottamisessa, mutta voi pitää asennon 15 sekuntia | 1 | 1 | 1 |
| Menettää tasapainon askelta ottaessaan tai seistessään | 0 | 0 | 0 |

14. YHDELLÄ JALALLA SEISOMINEN

OHJE: Nosta toinen jalka ilmaan niin, ettei se kosketa toista jalkaa. Koeta seistä yhdellä jalalla 30 sekuntia ilman tuen ottamista. (Laita kello käyntiin kun tutkittavan jalka irtoaa maasta. Kirjaa aika ylös. Huom! 4 pisteen suoritukseksi riittää jo 10 sekunnin yhdellä jalalla seisominen. Modifioidussa versiossa testi suoritetaan kummallakin alaraajalla, jolloin pisteytys huonomman suorituksen mukaan.)

a) Oikealla jalalla.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla yli 10 s | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla 5–10 s | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla 3–4 s | 2 | 2 | 2 |
| Yrittää nostaa jalan, ei pysy 3 sekuntia, mutta pysyy seisomassa itsenäisesti | 1 | 1 | 1 |
| Ei pysty suorittamaan tai tarvitsee avustusta, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

b) Vasemmalla jalalla.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla yli 10 s | 4 | 4 | 4 |
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla 5–10 s | 3 | 3 | 3 |
| Pystyy seisomaan yhdellä jalalla 3–4 s | 2 | 2 | 2 |
| Yrittää nostaa jalan, ei pysy 3 sekuntia, mutta pysyy seisomassa itsenäisesti | 1 | 1 | 1 |
| Ei pysty suorittamaan tai tarvitsee avustusta, ettei kaatuisi | 0 | 0 | 0 |

Suomennostoryöryhmä: Erja Ahola, Satu-Mari Kokko ja Jaana Paltamaa 1992, päivitys Jaana Paltamaa 2001, Michael Freeman (päivitetyn version takaisinkäännöksen tekijä).

Jokaisen viikon alta näkyy kyseisen viikon harjoitusohjelmaan sisältyvät liikkeet. Liikkeet tehdään järjestyksessä ja kierros toistetaan 3 kertaa.

| VIKKO 1-2 | VIKKO 3-4 |
|---|---|
| <p>Liike 1. Seisonta alustalla silmät kiinni</p> <p>Suoritus: Nouse alustalle, samalla voit ottaa tukea kaiteista. Pyri pitämään ryhdikäs seisoma-asento, jalat kevyessä haa-ra-asennossa ilman tukea silmät kiinni. Suoritusaika 30 sekuntia.</p> <p>Liike 2. Polvennostot</p> <p>Suoritus: Seiso kahdella jalalla alustalla hyvässä ryhdissä. Alussa voit tukeutua kaiteisiin. Lähde nostamaan vuorotellen jalkoja ylös alustalta polvi koukussa. Toista liike rauhalliseen tahtiin 10 kertaa molemmille puolille.</p> <p>Liike 3. Kyykky</p> <p>Suoritus: Kyykisty hieman äläkä anna selän pyöristyä, ojenna vartalo suoraksi. Toista kymmenen kertaa.</p> <p>Liike 4. Päkiäkosketus eteen</p> <p>Suoritus: Kosketa päkiällä alustaa mahdollisimman kauas eteen samalla pitäen vartalo suorassa linjassa.</p> <p>Liike 5. Ympyrän piirto käsillä</p> <p>Suoritus: Pidä molemmat kädet suoriksi eteen ojennettuina. Piirrä mahdollisimman suuri ympyrä käsillä. Vaihda välillä suuntaa.</p> | <p>Liike 1. Seisominen jalat yhdessä silmät kiinni</p> <p>Suoritus: Asetu seisomaan jalat rinnakkain kiinni toisissaan. Seiso silmät kiinni 30 sekunnin ajan.</p> <p>Liike 2. Polvennosto</p> <p>Suoritus: Nosta jalkoja vuorotellen alustalta koukistaen samalla polvea. Pidä ryhdikäs asento koko suorituksen ajan. Toista 10 kertaa molemmille puolille.</p> <p>Liike 3. Päkiäkosketus eteen</p> <p>Suoritus: Kosketa päkiällä alustaa mahdollisimman kauas eteen samalla pitäen vartalo suorassa linjassa.</p> <p>Liike 4. Päkiäkosketus taakse</p> <p>Suoritus: Vie jalka taakse koskettaen päkiällä alustaa. Pidä ryhdikäs asento.</p> <p>Liike 5. Käsien vienti sivulle silmät kiinni</p> <p>Suoritus: Kädet suorina sivuille vartalosta kiertäen.</p> |

VIIKKO 5-6

Liike 1. Puolitandem/tandem asennossa seisominen

Suoritus: Aseta toinen jalka toisen eteen, kantapää kiinni varpasiin. Tai puolitandemasennossa kantapää noin puoleen väliin toisen jalan viereen.

Liike 2. Yhden jalan seisonta

Suoritus: Seiso yhdellä jalalla niin että pidät vapaana olevan jalkapohjan ilmassa. Suoritusaika niin kauan kuin pystyt. Toista molemmille puolille useamman kerran.

Liike 3. Päkiöille nousu

Nouse päkiöille ja pidä kantapäät ilmassa hetken ajan. Toista liike noin 10 kertaa.

Liike 4. Päkiäkosketus sivulle

Suoritus: Kosketa jalalla alustaa mahdollisimman kauas sivulle samalle pitäen vartalo suorassa linjassa.

Liike 5. Kahdeksikon piirto ilmaan, silmät kiinni

Vie kädet suorana eteen ja piirrä ilmaan suurta kahdeksikkoa. Vaihda välillä suuntaa. Pidä silmät kiinni liikkeen aikana.

Arvoisa vastaanottaja,

Olemme kaksi fysioterapeuttiopiskelijaa Saimaan ammattikorkeakoulusta Lappeenrannasta. Teemme opinnäytetyötä ja tarvitsemme vapaaehtoisia osallistujia tutkimukseemme. Aiheenamme on Posturomed –laite tasapainon kehittämisessä ikääntyneillä. Tutkimme tasapainoa, koska se on tärkeä ihmisen jokapäiväisen selviytymisen kannalta.

Tarkoituksena on tutkia Posturomed-nimisen tasapainonharjoitusvälineen tehokkuutta tasapainon kehittämisessä. Posturomed on tasapainon mittaamiseen ja kehittämiseen tarkoitettu epävakaa alusta, jossa on kaiteet ympärillä. Se on turvallinen ja helppo käyttää eikä harjoittelu vaadi paljon aikaa. Toivomme opinnäytetyön avulla lisäävämmme ymmärrystä kuinka ikääntyneiden tasapainoa voidaan kehittää tehokkaasti.

Kohderyhmänä tutkimuksessa ovat yli 50-vuotiaat henkilöt, mutta ikäraja ei ole ehdoton tutkimukseen osallistumiselle. Tutkimus toteutetaan syksyllä 2014. Tutkimuksessa on viiden viikon ajanjakso, jonka aikana koeryhmä harjoittelee tasapainoa kahdesti viikossa ohjatusti. Kontrolliryhmälle tehdään vain alku- ja loppumittaukset. Jokainen ohjattu harjoituskerta kestää noin 15 minuuttia. Tasapainoharjoittelu tapahtuu Posturomediä käyttäen. Lisäksi tasapaino mitataan ajanjakson alussa sekä lopussa tasapainotesteillä sekä itsearvioidaan lomakkeilla. Alku- ja loppumittaukset kestävät alle tunnin.

Koe- ja kontrolliryhmiin valinta tapahtuu arpomalla, ja jokaisella osallistujalla on sama mahdollisuus tulla valituksi koe- tai kontrolliryhmään.

Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja osallistujalla on mahdollisuus keskeyttää missä tahansa vaiheessa tutkimusta. Tutkimusaineiston käsittely tapahtuu luottamuksellisesti eikä kenenkään henkilöllisyys käy ilmi opinnäytetyöstä. Aineistoa käytetään vain tutkimukseen, jonka jälkeen henkilötiedot hävitetään. Työmme ohjaavana opettajana toimii yliopettaja, dosentti Kari Kauranen.

Kiitos osallistumisestasi!

Vesa-Matti Tallgren
Fysioterapeuttiopiskelija

Onni Hämäläinen
Fysioterapeuttiopiskelija



Sosiaali- ja terveysala

Suostumus**Posturomed ikääntyneiden tasapainon harjoitusvälineenä**

Onni Hämäläinen, Vesa-Matti Tallgren

Olen saanut riittävästi tietoa kyseisestä opinnäytetyöstä ja olen ymmärtänyt saamani tiedon. Minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut kysymyksiini riittävät vastaukset. Tiedän, että minulla on mahdollisuus keskeyttää osallistumiseni missä tahansa vaiheessa ilman että se vaikuttaa saamaani hoitoon tai kuntoutukseen. Tiedän, että voin tulla valituksi koe- tai kontrolliryhmään. Suostun vapaaehtoisesti osallistumaan tähän opinnäytetyöhön liittyvään tutkimukseen.

Aika ja paikka

Onni Hämäläinen

Asiakas

Vesa-Matti Tallgren